

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS  
VETERINARIJOS AKADEMIJA

**Tautvydas Barštys**

**SELENO IR VITAMINO E ĮTAKA  
VIŠČIUKŲ BROILERIŲ  
PRODUKTYVUMUI, VIRŠKINIMO  
PROCESAMS IR PRODUKCIJOS  
KOKYBEI**

Daktaro disertacija  
Žemės ūkio mokslai,  
zootechnika (03A)

Kaunas, 2014

Disertacija rengta 2009–2013 metais Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Veterinarijos akademijoje. Disertacija ginama eksternu.

**Mokslinis konsultantas**

prof. habil. dr. Romas Gružas (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Veterinarijos akademija, žemės ūkio mokslai, zootechnika (03A))

**Disertacija ginama Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Veterinarijos akademijos Zootechnikos mokslo krypties taryboje:**

**Pirmininkė** – prof. dr. Vida Juozaitienė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, žemės ūkio mokslai, zootechnika – 03A).

**Nariai:**

prof. habil. dr. Michael Grashorn (Hohenheimo universitetas, Vokietija, žemės ūkio mokslai, zootechnika – 03A);

prof. habil. dr. Aniolas Sruoga (Vytauto Didžiojo universitetas, biomedicinos mokslai, biologija – 01B);

doc. dr. Antanas Šarkinas (Kauno technologijos universiteto Maisto institutas, technologijos mokslai, chemijos inžinerija – 05T);

dr. Virginijus Uchockis (Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Gyvulininkystės institutas, žemės ūkio mokslai, zootechnika – 03A).

Disertacija ginama Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Veterinarijos akademijos Zootechnikos mokslo krypties taryboje 2014 m. gegužės 23 d. 14 val. dr. S. Jankausko auditorijoje.

Adresas: Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas, Lietuva.

LITHUANIAN UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCES  
VETERINARY ACADEMY

**Tautvydas Barštys**

**THE EFFECT OF SELENIUM  
AND VITAMIN E  
ON PRODUCTIVITY, DIGESTIVE  
PROCESSES AND PRODUCTION  
QUALITY OF BROILER CHICKENS**

Summary of Doctoral Dissertation  
Agricultural Sciences,  
Zootechnics (03A)

Kaunas, 2014

The dissertation is prepared between 2009 and 2014 at the Veterinary Academy of Lithuanian University of Health Sciences. Extramural dissertation defense.

**Science consultant**

Prof. Habil. Dr. Romas Gružas (Lithuanian University of Health Sciences, Veterinary Academy, Agricultural Sciences, Zootechnics (03A))

**Dissertation is being defended at Lithuanian university of health sciences, Veterinary academy, at the Council of zootechnical sciences.**

**Chairperson** – Prof. Dr. Vida Juozaitienė (Lithuanian University of Health Sciences, Agricultural Sciences, Zootechnics – 03A).

**Members:**

Prof. Habil. Dr. Michael Grashorn (Hohenheim University, Germany; Agricultural Sciences, Zootechnics – 03A);

Prof. Habil. Dr. Aniolas Sruoga (University of Vytautas Magnus, Biomedical Sciences, Biology – 01B);

Assoc. Prof. Dr. Antanas Šarkinas (Kauno Technological University, Food Institute, Technology Sciences, Engineering of Chemistry – 05T);

Dr. Virginijus Uchockis (Lithuanian University of Health Sciences Institute of Animal Sciences, Agricultural Sciences, Zootechnics – 03A).

The public defense of doctoral dissertation in Zootechnics Science council will take place at the Lithuanian University of Health Sciences, Veterinary Academy Dr. S. Jankauskas Auditorium at 2:00 P.M. on 23th May, 2014.

Address: Tilžės 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania.

## TURINYS

|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SANTRUMPOS.....                                                                                                                                                                                                                         | 7  |
| IVADAS.....                                                                                                                                                                                                                             | 8  |
| DARBO TIKSLAS .....                                                                                                                                                                                                                     | 10 |
| DARBO UŽDAVINIAI.....                                                                                                                                                                                                                   | 10 |
| DARBO AKTUALUMAS IR NAUJUMAS .....                                                                                                                                                                                                      | 11 |
| PRAKTINĖ DARBO REIKŠMĖ .....                                                                                                                                                                                                            | 11 |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA.....                                                                                                                                                                                                            | 12 |
| 1.1. PAUKŠTIENOS GAMYBOS TENDENCIJOS IR MAISTINĖ VERTĖ.....                                                                                                                                                                             | 12 |
| 1.2. VITAMINO E IR SELENO REIKŠMĖ ŽMONIŲ MITYBOJE.....                                                                                                                                                                                  | 17 |
| 1.3. ANTIOKSIDANTAI PAŠARUOSE IR JŲ POVEIKIS LIPIDŲ<br>OKSIDACINIAMS PROCESAMS .....                                                                                                                                                    | 18 |
| 1.4. SELENO IR VITAMINO E POVEIKIS PAUKŠČIŲ FIZIOLOGINEI BŪKLEI<br>IR PRODUKCIJOS KOKYBEI .....                                                                                                                                         | 20 |
| 2. METODIKA .....                                                                                                                                                                                                                       | 29 |
| 2.1. TYRIMŲ VIETA, LAIKAS IR BANDYMŲ SCHEMOS.....                                                                                                                                                                                       | 29 |
| 2.2. TIRTŲ PREPARATŲ CHARAKTERISTIKOS.....                                                                                                                                                                                              | 31 |
| 2.3. LESALŲ GAMYBA IR JŲ SUDĖTIS.....                                                                                                                                                                                                   | 32 |
| 2.4. PAUKŠČIŲ LESINIMAS IR GIRDYMAS.....                                                                                                                                                                                                | 32 |
| 2.5. ZOOTECHNINIAI TYRIMŲ METODAI .....                                                                                                                                                                                                 | 33 |
| 2.6. FIZIOLOGINIAI TYRIMŲ METODAI.....                                                                                                                                                                                                  | 33 |
| 2.7. VIŠČIUKŲ BROILERIŲ MĖSOS KOKYBĖS TYRIMŲ METODAI .....                                                                                                                                                                              | 34 |
| 2.8. STATISTINĖ ANALIZĖ .....                                                                                                                                                                                                           | 37 |
| 3. REZULTATAI.....                                                                                                                                                                                                                      | 38 |
| 3.1. ORGANINIO IR NEORGANINIO SELENO BEI SKIRTINGO VITAMINO E<br>KIEKIO ĮTAKA VIŠČIUKŲ BROILERIŲ PRODUKTYVUMUI, VIRŠKINIMO<br>PROCESAMS BEI FIZIOLOGINEI BŪKLEI .....                                                                   | 38 |
| 3.2. ORGANINIO IR NEORGANINIO SELENO IR VITAMINO E ĮTAKA<br>VIŠČIUKŲ BROILERIŲ PRODUKTYVUMUI, VIRŠKINIMO PROCESAMS,<br>FIZIOLOGINEI BŪKLEI BEI MĖSOS KOKYBEI LESINANT SELENO PRIEDAIS<br>SKIRTINGAIS BROILERIŲ AUGINIMO PERIODAIS ..... | 40 |
| 3.3. ORGANINIO IR NEORGANINIO SELENO ĮTAKA VIŠČIUKŲ BROILERIŲ<br>JUSLINĖMS IR TEKSTŪRINĖMS SAVYBĖMS LESINANT ŠIAIS PRIEDAIS .....                                                                                                       | 61 |
| 3.4. ORGANINIO IR NEORGANINIO SELENO PRIEDO BEI SKIRTINGO<br>VITAMINO E KIEKIO ĮTAKA VIŠČIUKŲ BROILERIŲ PRODUKTYVUMUI,<br>FIZIOLOGINEI BŪKLEI BEI MĖSOS KOKYBEI .....                                                                   | 79 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 4. REZULTATŲ APTARIMAS .....                          | 98  |
| IŠVADOS .....                                         | 105 |
| PASIŪLYMAI .....                                      | 109 |
| LITERATŪRA .....                                      | 110 |
| PRIEDAI .....                                         | 123 |
| DISERTACIJOS TEMA PASKELBTŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS ..... | 129 |
| PADĖKA .....                                          | 149 |
| SUMMARY .....                                         | 150 |

## SANTRUMPOS

|        |                                                        |
|--------|--------------------------------------------------------|
| ATP    | – adenozin 5' trifosfatas                              |
| ADP    | – adenozino difosfatas                                 |
| SRR    | – sočiosios riebalų rūgštys                            |
| MNRR   | – mononesočiosios riebalų rūgštys                      |
| PNRR   | – polinesočiosios riebalų rūgštys                      |
| LŽTLP  | – labai žemo tankio lipoproteinai                      |
| ŽTLP   | – žemo tankio lipoproteinai                            |
| NADPH  | – nikotinamido adenino dinukleotido fosfatas           |
| GPx    | – gliutationoperoksidazė                               |
| DNR    | – dezoksiribonukleino rūgštis                          |
| MTL    | – mažo tankio lipoproteinai                            |
| DTL    | – didelio tankio lipoproteinai                         |
| TPA    | – tekstūros profilio analizė                           |
| TGRR   | – trumpųjų grandinių riebalų rūgštys                   |
| TBARS  | – lipidų oksidacijos laipsnis                          |
| GPT    | – alaninaminotransferazė                               |
| GOT    | – aspartataminotransferazė                             |
| MDA    | – malonildialdehidų kiekis                             |
| AI     | – aterogeniškumo indeksas                              |
| TI     | – trombogeniškumo indeksas                             |
| h/H    | – hipcholesterolemijos/Hipercholesterolemijos indeksas |
| RR     | – riebalų rūgštys                                      |
| T4     | – tirozinas                                            |
| T3     | – trijodtironinas                                      |
| GSH-PX | – gliutatio peroksidazė                                |
| SM     | – sausosios medžiagos                                  |
| GLY    | – glicinas                                             |
| Ig     | – imunoglobulinai                                      |
| L*     | – šviesumas                                            |
| a*     | – rausvumas                                            |
| b*     | – gelsvumas                                            |

## IVADAS

Pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama maisto poveikiui mūsų sveikatai. Gyvūninės kilmės produktai, o ypač paukštiena, žmonių mityboje sudaro didelę maisto dalį. Analizuojant paukštienos suvartojimą Lietuvoje, pastebima augimo tendencija. Nuo 1995 metų per metus šalyje pagaminama vidutiniškai 32 000 tonų paukštienos, kurios didžiąją dalį sudaro broilerių mėsa. Iki 2015 metų paukštienos gamybą numatoma padidinti iki 115 000–120 000 tonų gyvojo svorio. Dabar paukštiena labai konkuruoja rinkoje su kiauliena ir jautiena. Žmonės vis labiau vertina ne tik nedidelę jos kainą, bet ir maistines savybes. Funkcionaliosios paukštienos gamybai skiriamas didelis dėmesys, nes naudojant lesalų priedus galima pagerinti paukštienos maistinę vertę, išvengti laisvųjų radikalų ir širdies ligų.

Vienas svarbiausių mikroelementų, sąlygojančių žmonių sveikatingumą, yra selenas. Iki šiol paukščių mityboje buvo naudojamas neorganinės kilmės selenas. Lesalų priedų, kaip antai organinio, neorganinio seleno ir vitamino E, sinergetinių procesų tyrimai paukštienos maistinei vertei bei žmonių sveikatingumui yra aktualūs.

Seleno įtaka žmogaus sveikatai ir laisvųjų radikalų ligų prevencijai analizuota daugelio mokslininkų [106]. Šio elemento trūkumas pripažintas pasauline problema. Ją galima spręsti naudojant maisto papildus, tačiau galima kurti ir funkcionaliuosius maisto produktus. Selenu papildyti kiaušiniai, paukštiena, kiauliena ar jautiena gali būti gaminami ir vartojami žmonių mitybai gerinti.

Seleno priedai paukščiams ir gyvuliams buvo naudojami įvairiomis formomis, t. y. kaip mielės, dumbliai *Chlorella*, augalų daigai bei kopūstai, tačiau dažniausiai naudojami organinio ir neorganinio seleno junginiai [98, 77, 114, 137, 144, 22, 81, 128, 140]. Selenas biologiškai aktyvus yra tik tada, kai įeina į baltymų struktūrą [108]. Selenas, kaip gliutinationo peroksidazės komponentas, gyvūnų organizme gali apsaugoti ląsteles ir jų membranas nuo žalos, kurią sukelia oksidacija. Seleno ir metionino svarba paukščių mityboje yra ženkli. Seleno poveikį paukščių organizmui stiprina pirmiausia metioninas ir selenas. Metioninas tiesiogiai daro įtaką baltymų medžiagų apykaitai [8].

Organinis selenas, esantis pašarinėse žaliavose, daugiausia esti seleno metionino formos, todėl jo medžiagų apykaitos kelias yra toks pats, kaip ir metionino, t. y. aktyvi pernaša per žarnyno membranas ir aktyvus jo kaupimasis kepenų bei raumenų audiniuose [121]. Metioninas dalyvauja apykaitoje metilo grupės medžiagų ir kitų aminorūgščių, turinčių sieros jungi-

nių sintezėje, pirmiausia – cisteino. Cisteinas reikalingas sintezei gliutatio peroksidazės ir taurino, kurie yra svarbūs junginiai ląstelių apsaugai nuo oksidacinio streso [79].

Natūralūs antioksidantai – selenas, vitaminas E – teigiamai veikia paukščių sveikatingumą, produktyvumą bei reprodukcines savybes [52]. Lesalų papildymas selenu gali daryti teigiamą įtaką paukštienos kokybei ir jos vartojimo trukmei [54]. Teigiama, kad seleno koncentracija lesaluose turėtų būti nuo 0,1 mg/kg iki 0,15 mg/kg kūno svorio [130]. Tačiau, kaip nurodyta ES direktyvoje 1831/2003 [38], seleno kiekis negali viršyti 0,5 mg/kg lesalų, įskaitant ir natyvinį seleną. Tas įrodyta moksliniais tyrimais [110].

Vitaminai yra nedidelės molekulinės masės organiniai junginiai. Jie į gyvūnų pašarus terpiami labai mažais kiekiais, tačiau jie užtikrina gyvūnų produktyvumą, normalų fiziologinį stovį bei reprodukcines funkcijas [60]. Vitaminai yra visų kombinuotųjų pašarų ir lesalų sudedamoji dalis [55, 118].

Vitamino E ir selenas pasižymi glaudžiu sinergetiniu veikimu. Vitaminas E kartu su selenu yra svarbūs komponentai antioksidacinėje sistemoje. Jie stabdo polinesočiųjų riebalų rūgščių oksidacinius procesus ląstelės membranoje [119, 156].

Lesalai, papildyti vitaminu E, pagerina viščiukų broilerių mėsos oksidacinį stabilumą, tai yra ir papildomas vitamino E šaltinis žmonėms [10]. Tyrimais nustatyta, kad, į lesalus įmaišius didesnę vitamino E kiekį, padidinamas naminių paukščių produktyvumas [64].

Vitamino E trūkumas gali sukelti kepenų, reprodukcinę, nervinę, širdies, kraujagyslių, raumenų ir skeleto neigiamus pakitimus [17, 41]. Pastebėtina ir tai, kad vitaminas E dalyvauja organizmo apsaugojančiuose procesuose, didina paukščių imunitetą, taip pat gali slopinti karcinogenės procesus [17].

Seleno jonai yra antioksidacinio fermento gliutatio peroksidazės kofaktoriai. Organizme, net esant pakankamam vitamino E kiekiui, susidaro peroksidų, o gliutatio peroksidazė naikina įvairių rūšių peroksidus. Maistinio seleno poveikis žmogaus organizmui yra įvairiapusis. Vitaminas E atlieka svarbų vaidmenį daugelyje medžiagų apykaitos procesų. Kaip antioksidantas jis apsaugo vitaminą A, nesočiąsias riebalų rūgštis ir kitus lipidus nuo oksidacijos, slopina toksiškų peroksidų formavimąsi ir padidina deguonies lygį audinių ląstelėse, gerina raumenų augimą bei palengvina deguonies pasisavinamumą eritrocituose [122, 33].

Selenas ir vitaminas E atlieka svarbų vaidmenį oksidacijos-redukcijos reakcijose. Selenas teigiamai veikia imuninių, reprodukcinę bei nervinių sistemų veiklą. Taip pat jis dalyvauja skydliaukės hormonų ir prostaglandinų veikloje, yra sunkiųjų metalų antagonistas [24].

Makro ir mikro elementai dalyvauja daugelyje medžiagų apykaitos ir fiziologinių procesų, kurie labai svarbūs žmonių ir gyvūnų sveikatai bei gerai jų savijautai [71]. Be to, mineralų seleno, cinko, vario ir kt. svarba, siekiant optimizuoti gyvulių ir paukščių priesvorį, yra gana didelė. Tyrimais nustatyta, kad seleno pasisavinamumas taip pat priklauso nuo pašaro kokybės [111].

Taigi, apibendrinus seleno ir vitamino E panaudojimą paukščių mityboje, galima konstatuoti, kad jis priklauso nuo daugelio faktorių – lesalų kokybės, papildomai naudojamų sintetinių oksidantų koncentracijos, paukščių amžiaus, jų fiziologinės būklės, seleno šaltinių, vitamino E ir jo izomerų koncentracijos lesaluose. Seleno pasisavinamumą gali mažinti įvairūs sunkieji metalai, kaip antai gyvsidabris, švino, kadmio koncentracija lesaluose. Seleno ir vitamino E transferacija iš lesalų į paukščio organizmą taip pat sąlygoja daugelis veiksnių. Paukštienos produktų papildymas antioksidantais – seleno ir vitaminu E – yra viena iš priemonių kuriant funkcionaliuosius maisto produktus, pasižyminčius antioksidantiniu veikimu. Klausimas apie organinio, neorganinio seleno, vitamino E kiekį viščių broilerių lesaluose, jų įtaką viščių broilerių medžiagų apykaitos procesams bei fiziologinei būklei dar nepakankamai išnagrinėtas.

### **Darbo tikslas**

Ištirti skirtingo seleno kiekio bei formų ir vitamino E įtaką viščių broilerių produktyvumui jų išsaugojimui, mėsos kokybei, virškinimo procesams bei fiziologinei būklei.

### **Darbo uždaviniai**

1. Ištirti organinio ir neorganinio seleno mišinių bei skirtingo vitamino E kiekio įtaką viščių broilerių produktyvumui, virškinimo procesams, fiziologinei būklei bei mėsos kokybei.
2. Ištirti organinio ir neorganinio seleno mišinių bei vitamino E įtaką viščių broilerių produktyvumui, virškinimo procesams, fiziologinei būklei bei mėsos kokybei lesinant seleno priedais skirtingais broilerių auginimo tarpsniais.
3. Ištirti viščių broilerių lesaluose tik organinio ar neorganinio seleno priedo bei skirtingo vitamino E kiekio įtaką viščių broilerių produktyvumui, fiziologinei būklei bei mėsos kokybei.

## **Darbo aktualumas ir naujumas**

Išanalizuota įvairių seleno formų, kiekio bei įvairios vitamino E koncentracijos viščiukų broilerių lesaluose įtaka gliutatio peroksidazei, skydliaukės hormonų trijodtironino ir tiroksino, albuminų, globulinų kiekiui kraujyje, aklosios žarnos chimuso bakterinių fermentų aktyvumui, trumpųjų grandinių riebalų rūgščių kiekiui aklojoje žarnoje, skerdenos morfologinei sudėčiai, seleno, alfa tokoferolio ir gama tokoferolio, malondialdehidų, riebalų rūgščių koncentracija viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumens, juslinėms bei tekstūrinėms savybėms.

## **Praktinė darbo reikšmė**

Nustatytas natrioselenito ir selenometionino bei vitamino E sinergetinis veikimas, ištirta minėtų preparatų įtaka alfa tokoferolio ir gama tokoferolio kaupimuisi mėsoje, malondialdehidų koncentracijos pokyčiai skirtingais paukštienos sandėliavimo laikotarpiais.

Šių duomenų pagrindu AB „Kauno grūdai“ 2012 metais viščiukams broileriams pradėjo gaminti naujus kombinuotuosius lesalus, kuriems suteiktas naujas komercinis pavadinimas – „Funkcionalieji lesalai“.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

## 1.1. Paukštienos gamybos tendencijos ir maistinė vertė

Labai svarbu, kad su lesalu gautos maistinės medžiagos būtų gerai pasisavintos ir panaudotos produkcijai gaminti. Šiuo metu virškinamojo trakto veiklai stimuliuoti siūlomi lesalų priedai – probiotikai, prebiotikai, įvairūs vitaminai bei mikroelementai, kurie pagerina paukščių sveikatingumą, o kartu – ir galutinės produkcijos kokybę. Paukščių mėsos kokybę labai veikia lesalų kokybė. Norint padidinti paukščių produktyvumą, reikia taikyti naujas, pažangias lesinimo technologijas [68].

Mėsos kokybę sudaro skoninės savybės, maistinė vertė, technologijos kokybė, funkcionalumas, sauga ir įvairovė [152, 89, 63].

Kryptingas paukščių lesinimas leidžia reguliuoti raumeninio, o esant reikalui – ir riebalinio audinio vystymąsi [10]. Naudojant racioną, subalansuotą pagal visas maistines ir neorganines medžiagas, sudaromos galimybės gauti ne tik didelį paukščio masės priesvorį, bet ir reguliuoti mėsos sudėtinių dalių santykį.

Vartotojai mėsa dažniausiai vadina mėsos raumeninį audinį, analizuojant paukščių morfologinę skerdienos sudėtį yra vertinama krūtinės ir kojų raumenų maistinė vertė. Analizuojant paukščių, pirmiausia – viščiukų broilerių, nustatyta, kad krūtinės raumenys pasižymi didžiausia maistine verte [158]. Juose baltymai gali sudaryti 22–24 proc., riebalai 1,8–5,3 proc., mineralinės medžiagos 1,1–1,2 proc. [27]. Mėsos baltymuose – visos nepakeičiamos aminorūgštys. Apie 80 proc. raumeninio audinio sausųjų medžiagų sudaro baltymai, kurie skiriasi aminorūgščių sudėtimi, savybėmis ir biologine svarba. Baltymai turi lemiamą reikšmę mėsos maistinei vertei, fizikiniams ir cheminiams rodikliams bei pokyčiams technologinio proceso metu [42]. Maistinė baltymų vertė priklauso nuo to, kiek jų aminorūgščių sudėtis patenkina organizmo poreikius. Jei nepakeičiamų aminorūgščių kiekis neatitinka optimalaus, tai kitos aminorūgštys organizme yra panaudojamos ne visai [27]. Apie 85 proc. raumeninio audinio baltyminių medžiagų priklauso visaverčiams, turintiems nepakeičiamų aminorūgščių (aktomiozino, miogeno, globulino X ir kt.), o jungiamojo audinio baltymai (kaip kolagenas, elastinas) neturi nepakeičiamų aminorūgščių ir priskiriami nevisaverčiams [42]. Tiksliai mėsos maistinei vertei nustatyti atsižvelgiama į triptofano ir oksiprolino santykį, kur triptofanas parodo visaverčių, o oksiprolinas – nevisaverčių baltymų kiekį mėsoje. Jei šis santykis yra 5 ir daugiau, – mėsa yra aukštos maistinės vertės. Kuo šis santykis mažesnis, tuo mėsos maistinė

vertė yra mažesnė. Mažėjant gyvūnų imitimui, mažėja ir triptofano bei oksiprolino santykis, daugėja jungiamojo audinio baltymų.

Raumenų baltymai skirstomi į grupes [42]:

➤ Sarkoplazmos baltymai (35 proc.). Sarkoplazmos baltymai tirpsta vandenyje ir mažos joninės jėgos druskų tirpaluose. Tai globulinės struktūros proteinai. Daugelis jų atlieka fermentų vaidmenį glikolizės procesuose, todėl daro įtaką mėsos brendimo metu [51].

➤ Miofibriliniai baltymai (45 proc.). Miofibrilių baltymai (miozinas, aktinas, aktomiozinas, tropomiozinas ir troponinas) dalyvauja raumenų susitraukimo procesuose. Miofibrės sudarytos iš stambesnių ir smulkesnių plaušelių. Stambesnius plaušelius sudaro stambiamolekulis fibrilinis proteinas miozinas. Miozino molekulės lengvai savo galais gali prijungti įvairius kationus, ypač  $\text{Ca}^{2+}$  ir  $\text{Mg}^{2+}$ , pasižymi fermentinėmis savybėmis (katalizuoja ATP skilimą į ADP). Smulkieji plaušeliai sudaryti iš trijų pagrindinių baltymų – aktino, tropomiozino ir troponino. Aktinas pasižymi savybe jungtis į kompleksus su lipidais, miozinu, sudaryti savo dimerą. Aktino denatūracija įvyksta 50 °C temperatūroje [116].

➤ Jungiamojo audinio baltymai (20 proc.). Raumenų skaidulos atskirtos jas supančiais jungiamaisiais audiniais. Jų kiekis lemia mėsos ir iš jos pagamintų produktų kokybę. Jungiamieji audiniai dengia ir kraujagysles, nervus, vidaus organus, įeina į odos, pūšies poodžio sluoksnio, sausgyslių, raiščių sudėtį. Šiuos audinius sudaro kolageno, elastino ir retikulino plaušeliai su tarpuose esančiomis ląstelėmis. Daugelyje jungiamųjų audinių vyrauja kolageno skaidulos, kurių kiekviena sudaryta iš plonų fibrilių, o šios – iš dar plonesnių plaušelių [51].

Pažymėtina, kad su mėsa žmogus gauna daug riebalų. Mėsos riebalai – žmogaus organizmui būtinų nesočiųjų riebalų rūgščių šaltinis. Be to, riebalai pagerina maisto skonį bei jo kulinarines savybes, turi riebaluose tirpių vitaminų, taip pat palengvina A, D grupės vitaminų pasisavinimą, jie naudojami ir labai aktyvių medžiagų, tarp jų – ir lytinių hormonų, antinksčių, tulžies rūgščių hormonų ir kitų medžiagų sudarymui [141]. Riebalų kiekis veikia technologines, juslines savybes bei produkto maistinę vertę. Mėsos kokybę apibūdina vandens ir baltymų, riebalų ir baltymų, vandens ir riebalų santykis. Drėgmės ir riebalų kiekis mėsoje susiję atvirkštine koreliacine priklausomybe [53]. Riebalai turi įtakos mėsos skoniui ir padidina jos energinę vertę. Riebalų kiekio įtaka mėsos kokybei (švelnumui, skoniui, kvapui) iki šiol yra diskusijų objektas. Maistiniu požiūriu labiausiai vertinama tokia mėsa, kurioje yra panašus baltymų ir riebalų kiekis, mat ji yra geriausiai pasisavinama [102].

Raumeniniame audinyje randama apie 3 proc. riebalų. Jų kiekis svyruoja priklausomai nuo gyvūno rūšies, tipo, lyties, amžiaus ir imitimo, skerdienos

dalies. Atsižvelgiant į tai, riebalų kiekis mėsoje gali siekti, priklausomai nuo skerdienos dalies, iki 26 proc. Mitybinė riebalų vertė priklauso nuo juose esančių riebalų rūgščių kiekio [42].

Riebalų rūgščių sudėtis paukščių mėsoje gali būti pakeista keičiant lesalo sudėtį. Riebalai, sudaryti iš ilgos grandinės sočiųjų riebalų rūgščių (palmitino, miristino ir kt.), vadinami sočiaisiais. Sotieji riebalai skatina cholesterolio kiekio didėjimą organizme, mažina didelio tankio lipoproteinų cholesterolio („gerojo“) ir didina mažo tankio lipoproteinų cholesterolio („blogojo“) kiekį, o tas didina riziką susirgti ateroskleroze, širdies kraujagyslių ligomis, arterine hipertenzija, padidėja infarkto, insulto tikimybė [10].

Riebalų rūgštys organizme dalyvauja riebalų apykaitos procesuose, įeina į biologinių membranų sudėtį, yra biologiškai aktyvių junginių pirmtakai, dalyvauja specifinių genų transkripcijos reguliavimo procesuose [61]. Polinesočiosios riebalų rūgštys skirtos į dvi grupes – omega-6 riebalų rūgštis ir omega-3 riebalų rūgštis, kurių santykis organizme yra svarbus struktūriniais ir medžiagų apykaitos procesams [123]:

- Sočiosios riebalų rūgštys (palmitino, stearino ir miristino). Šios rūgštys kambario temperatūroje yra kietos konsistencijos. Iš sočiųjų riebalų rūgščių vyrauja palmitino rūgštis, tačiau didėjant jos kiekiui, mažėja stearino rūgšties kiekis.

- Nesočiosios riebalų rūgštys (oleino, linoleno ir arachido). Šios rūgštys yra skystos, į organizmą patenka su gyvulinės kilmės riebalais ir turi svarbią reikšmę mityboje. Kokybinė riebalų rūgščių sudėtis riebalų struktūroje apsprendžia jų fizines ir chemines savybes.

Linolo, linoleno arachido rūgštys yra būtinos riebalų rūgštys. Linolo rūgštis organizme verčiama arachido rūgštimi, o linoleno rūgštis panašiu veikimo principu verčiama eikozopentaeno ir dokozeheksaeno rūgštimis. Nustatyta, kad šios riebalų rūgštys mažina tikimybę susirgti širdies ir kraujotakos ligomis. Miristino ir palmitino rūgštys mažina cholesterolio kiekį kraujyje [115, 9].

Leukotrienai veikia kaip uždegiminių reakcijų mediatoriai; itin maža jų koncentracija sutraukia lygiuosius bronchų raumenis, vainikines kraujagysles. Kai kurie leukotrienai didina kraujagyslių pralaidumą ir taip gerina leukocitų tekėjimą uždegiminių reakcijų metu.

**1.1.1 lentelė.** Patologiniai pakitimai, nulemti didesnio n-6 kiekio su n-3 riebalų rūgštimis santykio [40]

| Patologiniai pakitimai        | Įtaka       |
|-------------------------------|-------------|
| Širdies ir kraujagyslių ligos |             |
| Aterosklerozė                 | Stipri      |
| Trombozė                      | Stipri      |
| Aritmija                      | Vidutiniška |
| Hipertenzija                  | Vidutiniška |
| Uždegimai                     |             |
| Dermatitas                    | Silpna      |
| Psoriazė                      | Vidutiniška |
| Reumatoidinis artritas        | Stipri      |
| Dauginė sklerozė              | Silpna      |
| Bronchinė astma               | Silpna      |
| Opos kolitas                  | Silpna      |
| Kitos ligos                   |             |
| Diabetas                      | Silpna      |
| Vėžys                         | Vidutiniška |
| Regėjimo sutrikimai           | Stipri      |
| Smegenų vystimosi sutrikimai  | Vidutiniška |

Omega-3 ir omega-6 riebalų rūgščių poreikis žmogaus organizmui:

- Teigiamas poveikis atsiranda per dieną suvartojant 2 g alfa linoleno rūgšties (n-3) ir 10 g linolo (n-6) rūgšties.
- Suvartojant 3 g per savaitę arba 0,45 g per dieną ilgos grandinės polinesočiųjų omega-3 riebalų rūgščių ir prisilaikant sveiko gyvenimo būdo, galima išsaugoti sveiką širdį [44]. Kaip matyti iš 1.1.2 lentelėje pateiktų duomenų, viščių mėsa pasižymi aukšta maistine verte, joje yra daug nepakeičiamų riebalų rūgščių.

Paukštienoje yra mažiau B grupės vitaminų, lengvai biologiškai pasisavinamo geležies ir cinko palyginti su raudona mėsa, bet daug daugiau, nei augalinės kilmės produktuose. Seleno, vitamino E paukščių mėsoje yra palyginti mažai [10].

**1.1.2 lentelė. Paukštienos maistinė vertė 100 g [84]**

| Maisto medžiaga                           | Bendra | Krūtinėlė | Maisto medžiaga                | Bendra | Krūtinėlė |
|-------------------------------------------|--------|-----------|--------------------------------|--------|-----------|
| Vanduo, g                                 | 70,3   | 75,4      | <b>Vitaminai:</b>              |        |           |
| Energija, kcal                            | 167    | 112       | Vitaminas B <sub>1</sub> (mg)  | 0,1    | 0,1       |
| Proteinai, g                              | 20,0   | 21,8      | Vitaminas B <sub>2</sub> (mg)  | 0,15   | 0,15      |
| Bendras riebalų kiekis, g                 | 9,7    | 2,8       | Niacinas ekv. (mg)             | 10,4   | 14        |
| Sočiosios riebalų rūgštys (SRR), g        | 2,6    | 0,8       | Vitaminas B <sub>6</sub> (mg)  | 0,3    | 0,4       |
| Mononesočiosios riebalų rūgštys, (MNRR) g | 4,4    | 1,3       | Biotinas (mg)                  | 2,0    | 2,0       |
| Polinesočiosios riebalų rūgštys (PNRR), g | 1,8    | 0,5       | Folio rūgštis (mg)             | 10     | 12        |
| PNRR / SRR                                | 0,7    | 0,7       | Vitaminas B <sub>12</sub> (mg) | 0,4    | 0,4       |
| Cholesterolis, mg                         | 110    | 69        | Vitaminas C (mg)               | –      | –         |
| <b>Mineralinės medžiagos:</b>             |        |           | Vit. A : ekv. Retinolis (mg)   | 9      | 16        |
| Kalcis, mg                                | 13     | 14        | Vitaminas D (mg)               | 0,2    | 0,2       |
| Geležis, mg                               | 1,1    | 1,0       | Vitaminas E (mg)               | 0,2    | 0,3       |
| Jodas, mg                                 | 0,4    | 0,4       | Vitaminas K (mg)               | –      | –         |
| Magnis, mg                                | 22     | 23        |                                |        |           |
| Cinkas, mg                                | 1      | 0,7       |                                |        |           |
| Selenas, mg                               | 6      | 7         |                                |        |           |
| Natris, mg                                | 64     | 81        |                                |        |           |
| Kalis, mg                                 | 248    | 320       |                                |        |           |
| Fosforas, mg                              | 147    | 173       |                                |        |           |

Mėsos kokybei įtakos gali turėti paukščio rūšis, genotipas ir kiti veiksniai [29, 2]. Vandens rišlumo geba yra itin svarbi, ypač kai mėsa yra šaldoma ar toliau perdirbama taikant įvairius technologinius veiksnus. Vandens rišlumo geba turi tiesioginę įtaką mėsos išvaizdai bei perdirbimo efektyvumui. Jei mėsoje vanduo surišamas silpnai, gali pablogėti juslinės savybės ypač sultingumas [142].

Žinoma, kad paukštienos spalvai gali turėti įtakos daugelis veiksnių – paukščių lytis, amžius, rūšis, auginimo sąlygos, perdirbimo technologijos, naudojami cheminiai priedai, spinduliavimas ar užšaldymas. Žalios ar virtos paukštienos spalva yra svarbus veiksnys, galintis nulemti vartotojų pasirinkimą.

kima, nes paprastai spalva asocijuosi su mėsos šviežumu. Paukštiena gali prarasti spalvą dėl sumažėjusio raumenų pigmentų mioglobino ir hemoglobino kiekio, vykstančių cheminių reakcijų ir pan. Spalvos pokyčiai taip pat gali atsirasti dėl ekstremalios aplinkos temperatūros, paukščių patiriamo streso ir kitų veiksnių [46].

Tyrimuose kreipiamas dėmesys į lipidų oksidacinius procesus produktuose. Manonildialdehidai yra nepageidaujamas lipidų oksidacijos produktas, jo kiekis yra vienas iš svarbiausių metodų, vertinant mėsos kokybę po skerdimo [105].

## **1.2. Vitamino E ir seleno reikšmė žmonių mityboje**

Vitaminas E ir selenas žmonių mityboje yra svarbūs ingredientai, darantys įtaką sveikatai. Vitamino E poreikis priklausomai nuo žmonių amžiaus bei fiziologinės būklės gali kisti nuo 12 iki 17 mg, o seleno – nuo 30 iki 70 mg per parą. Vitaminas E yra natūralus riebaluose tirpus antioksidantas. Į šio vitamino sudėtį įeinančiai fenoksidinei grupei būdingos antioksidacinės savybės. Ją turintys junginiai sudaro stabilus radikalus, todėl vitaminas E lengvai reaguoja su deguonimi bei laisvaisiais radikalais ir apsaugo nesočiąsias riebalų rūgštis, ypač esančias membranose, nuo peroksidacijos. Vitaminas E stabdo laisvųjų radikalų sukeltą lipidų peroksidaciją membranose. Jis sąveikauja su lipidų peroksiradikalais ir paverčia juos oksiduotais, bet neaktyviais junginiais. Alfa tokoferolio produktas – tokoferilo chitonas sudaro junginius su gliukurono rūgštimi, kurie išskiriami su tulžimi. Be to, vitaminas E veikia prieš sklerozę, stabdo mažo tankio lipoproteininio (MTL) cholesterolio oksidaciją, dalyvauja organizmo detoksikacijos procesuose, skatina imuninį atsaką ir slopina karcinogenezę. Jis apsaugo vitamino A nesočiąją šoninę grandinę nuo peroksidacijos ir palaiko jo biologinį aktyvumą [160].

Vitamino E ir seleno veikimas yra sinergetinis. Seleno jonai yra antioksidacinio fermento gliutatio peroksidazės kofaktoriai. Organizme, net esant pakankamam vitamino E kiekiui, susidaro peroksidų, o gliutatio peroksidazė naikina įvairių rūšių peroksidus. Maistinio seleno poveikis žmogaus organizmui yra įvairiapusis [127]. Maistinis selenas skatina imuninį atsaką, mažina laisvųjų radikalų poveikį senėjimo procese, padidina T-ląstelių kiekį: limfocitų, granuliocitų, mažina oksidacinį stresą, veikia prieš vėžį, apsaugo endotelio ląsteles nuo žalingo peroksinitrito ir MTL-cholesterolio oksidacinio poveikio, nuo žalingo sunkiųjų metalų poveikio [90, 155, 18, 65, 136, 19].

Mažas suvartojamo seleno kiekis daugelyje Europos valstybių kelia susirūpinimą. Šią problemą galima sumažinti keliais būdais:

- 1) valgyti daugiau žuvies ir jūros produktų;
- 2) padidinus seleno kiekį trąšose padidinant šio elemento koncentraciją grūduose ir augaluose;
- 3) papildžius paukščių lesalus selenu, galima padidinti seleno kiekį paukštienoje arba
- 4) vartoti papildus su selenu.

Kadangi nustatytas seleno nepakankamumas (vidutinė koncentracija uolienoje sudaro 0,05 ppm [69], žmonių mityboje reikia surasti geriausius ir efektyviausius papildymo selenu būdus [52].

### **1.3. Antioksidantai pašaruose ir jų poveikis lipidų oksidaciniam procesams**

Norint padidinti mėsos oksidacinį stabilumą ir taip pailginti jos laikymo trukmę, gyvūnų pašarai papildomi antioksidantais. Pastaraisiais metais skirtingi priedai, tokie kaip karotinoidai, vitaminas C, selenas ir augalų ekstraktai, buvo tiriami skirtingais eksperimentais tam, kad būtų patvirtintas antioksidacinis poveikis paukštienai [11, 12, 7, 117, 107, 49, 14, 125, 154, 13]. Didėjant alfa tokoferolio kiekiui mėsoje, galima efektyviai sumažinti drėgmės nuostolius atšildant sušaldytą mėsą.

Nors tyrimų rezultatus kol kas tiksliai paaiškinti sudėtinga, bet yra kelios hipotezės: alfa tokoferolis gali apsaugoti vienalytes ląstelių membranas nuo suardymo ir apsaugoti jas nuo ardomojo šalčio poveikio; alfa tokoferoliai taip pat gali apsaugoti membranas nuo fosfolipazių fermentų veikimo. Fosfolipazės fermentas hidrolizuoja riebalų rūgščių grandinę nuo fosfolipidų, sumažindamas jų takumą, o tai gali padidinti drėgmės nuostolius [143].

Didelė vitamino E koncentracija mėsoje yra naudinga, nes gali pailginti mėsos galiojimo laiką, mat mėsos, riebalų gedimas atidedamas dėl tokoferolio koncentracijos [109].

Laikymo metu mėsos proteinais taip pat oksiduojasi, nes mėginiuose nustatytas didesnis keto grupių ir anglies radikalų skaičius. Proteinų oksidacija tiesiogiai susijusi su lipidų oksidacija [107].

Gyvūnų, į kurių pašarus dedama acetato su alfa tokoferoliu, skerdena turi statistiškai patikimai mažiau lakiųjų oksidacinių produktų, nei kontrolinių grupių mėsa [117]. Kartu tai sąlygoja geresnes juslines savybes, o ypač mėsos švelnumą ir sultingumą [30, 31].

Tokoferolių įsiterpimas į membranas yra lemiamas faktorius stabilizuojant mėsos kokybę. Vitaminas E pašaruose yra daug efektyvesnis nei tokoferoliai, tiesiogiai įdėti į paskersto gyvūno mėsą [82].

Lipidai, būdami svarbūs mėsos komponentai, suteikia jai ir mėsos produktams keletą teigiamų savybių. Jie sustiprina kvapą ir skonį, padidina mėsos minkštumą ir sultingumą. Tačiau lipidų oksidacija yra pirminis procesas, bloginantis mėsos kokybę laikymo metu. Lipidų oksidacija labiausiai paveikia tokius mėsos kokybinius rodiklius kaip spalvą, kvapą, tekstūrą ir maistinę vertę. Jau pradedant gyvūno paskerdimu ir vėliau laikymo metu dėl lipidų oksidacijos mėsa apkarsta [143]. Laikant mėsą tinkamomis sąlygomis, t. y. žemoje temperatūroje ir vakuume, sustabdomas greitai atsirandantis kartumas. Tačiau lipidų oksidacija gali tęstis net laikant mėsą užšaldytą [148].

Visi mėsos ir žuvies produktai gali oksiduotis. Lipidų kiekis paukštienoje skiriasi priklausomai nuo to, iš kur ji išskirta, pvz., krūtinėlėje – 2,8 g/100 g, visoje skerdenoje – 10 g/100 g, blauzdelėje su oda – 13 g/100 g ir odoje – 70 g/100 g [10]. Paukštiena, paveikta oksidacijos, greičiau apkarsta nei raudona mėsa. Tai aiškinama tuo, kad joje yra didesnis fosfolipidų kiekis. Fosfolipidai susikoncentruoja membraninėse struktūrose ir yra turtingi polinesočiųjų riebalų rūgščių (PNRR). Ankstesniais tyrimais nustatyta, kad mėsos oksidacija prasideda nuo fosfolipidų peroksidacijos. Dėl didelio polinesočiųjų lipidų kiekio fosfolipidus labiausiai pažeidžia oksidacija [143].

Dėl lipidų oksidacijos pasėkoje, prarandant geruosius kvapo junginius, padidėjus drėgmės nuostoliams ir kintant spalvai, prastėja mėsos kokybė. Lipidų oksidacijos metu polinesočiosios riebalų rūgštys skyla iki lakiųjų trumpųjų grandinių oksidacijos produktų, dėl kurių susiformuoja nepageidaujamas kvapas ir skonis. Oksidaciniai procesai žymiai sustiprėja mėsos terminio apdorojimo ir laikymo procesų metu. Susidarę lakiųjų lipidų oksidacijos produktai ženkliai sumažina produktų priimtinumą. Oksidaciniai procesai taip pat gali sumažinti vandens sulaikymo pajėgumą membranose ir padidinti drėgmės nuostolius [57].

Paukštienoje ir kiaušiniuose yra nedidelis kiekis seleno ir vitamino E, tačiau mitybos specialistų atlikti tyrimai rodo, kad žmonių mityboje nuolat jaučiamas šių biologiškai veiklių medžiagų deficitas [125]. Paukštienos produktų papildymas antioksidantais – seleno ir vitaminu E – yra viena iš priemonių kuriant funkcionaliuosius maisto produktus su antioksidantiniu veikimu. Tyrimais įrodyta, kad kiaušinyje yra svarbiausių maisto medžiagų, o papildant vištų lesalus vitaminais ir mineralinėmis medžiagomis šių komponentų, kurie natūraliai randami kiaušiniuose, kiekis gali kisti [47].

Kiaušiniai yra pagrindinis vitamino E ir seleno šaltinis. Seleną ir vitaminą E, esančius kiaušiniuose, gerai pasisavina žmogaus organizmas [59].

Paukščių lesalus papildant selenu, vitaminu E, jų kiaušinių ir mėsos kokybė gerėja. Pasaulyje ieškoma metodų ir atliekami tyrimai, kaip reguliuoti maisto medžiagų kiekį kiaušiniuose [153].

#### **1.4. Seleno ir vitamino E poveikis paukščių fiziologinei būklei ir produkcijos kokybei**

Mokslinėje literatūroje plačiausiai pateikiami duomenys apie organinio seleno įtaką viščių broilerių ir dėslių vištų produktyvumui, virškinimo fiziologiniams procesams bei jo kaupimuisi paukštienoje ir kiaušiniuose. Mokslininkų paskelbta, kad skirtingas seleno (tiek natrio selenito, tiek selenometionino) kiekis (0–0,5 ppm) nedarė įtakos viščių broilerių produktyvumui.

Pastaraisiais metais susidomėta mielėmis, sudėtyje turinčiomis selenometionino, viščių broilerių ir dėslių vištų mityboje [110, 130, 120, 33]. Ankstesni tyrimai parodė, kad, pašarus papildant organiniu selenu, didėja jo sankaupos gyvūnų audiniuose [96, 72]. Seleno priedas pašaruose gali padidinti mėsos oksidacinį stabilumą [34]. Tačiau seleno įsisavinimas priklauso nuo seleno šaltinių, t. y. organinės arba neorganinės kilmės, vitamino E izomero bei jo koncentracijos lesaluose, paukščių sveikatingumo lygio, lesalų sudėties, gamybos technologinių parametrų, seleno ir vitamino E naudojimo trukmės auginant paukščius [110].

Selenas – nemetalas, priklausantis VI A periodinės sistemos pogrupiui, cheminėmis savybėmis panašus į sierą. Selenas – natūralus mikroelementas, padedantis apsaugoti nuo sąnarių ligų, o kartu su vitaminais E, A, C sudaro antioksidantinį kompleksą, saugantį organizmą nuo žalingo laisvųjų radikalų poveikio [94]. Bendra seleno charakteristika pateikta 9 lentelėje.

Pastaruoju metu įsivyravo nuomonė, kad selenas yra svarbiausias iš visų mikroelementų [131]. Moksliniais tyrimais įrodyta, jog selenas ilgina žmonių amžių. Seleno funkciją žmogaus ir gyvūno organizme galima apibūdinti vienu žodžiu: apsauga. Jis – labai stiprus antioksidantas, saugantis nuo vėžio, širdies susirgimų, radiacijos, sunkiųjų metalų ir kitų nuodingų junginių poveikio. Įrodyta, kad pakankamas seleno kiekis žmogaus kraujyje apie 70 proc. sumažina riziką susirgti vėžiu. Selenas yra imuninės sistemos stimulatorius. Jis dalyvauja susidarant antikūnams, mažina infekcinių ir depresinių susirgimų tikimybę, didina darbingumą [39].

Taigi selenas – biologiškai aktyvus mikroelementas, įeinantis į daugelio hormonų ir fermentų sudėtį, todėl yra labai susijęs su visais organizmo organais bei sistemomis. Kadangi selenas nesintetinamas gyvūnų organizme, į jį turi patekti su vandeniu arba pašaru [94]. Atskiruose pasaulio regionuose, tarp jų ir Lietuvoje, selenas pasiskirstęs netolygiai. Dėl jo stygiaus serga ir žmonės, ir gyvūnai. Šio mikroelemento koncentracija gyvūnų organizme turi siekti nuo 1 iki 3 mg/kg<sup>-1</sup>. Ypač daug jo yra inkstuose, kepenyse, odoje ir kanopose [161]. Stiprus antioksidantinis seleno efektas aiškinamas tuo, kad jis yra pagrindinis antioksidantinio fermento gliutatio peroksidazės elementas, itin svarbus organizmo audiniams. Šio fermento poveikis tiesiog proporcingas seleno kiekiui organizme [126].

Per pastaruosius kelis dešimtmečius išaugo susidomėjimas seleno, kaip būtino elemento, svarba žmonių ir gyvūnų mityboje. Se pasižymi keliomis teigiamomis savybėmis: (a) jis yra antioksidantas, mažinantis lipidų oksidacinius procesus, įeinantis į fermento gliutatio peroksidazės (GPx) sudėtį; (b) reikalingas skydliaukės veiklai, nes fermentas jodotironindejodinazė yra seleno fermentas, atsakingas už periferinį tirozino (T4) vartimą į trijodtironiną (T3) kepenyse ir inkstuose; (c) dalyvauja imunomoduliaciniuose procesuose skatindamas antikūnų formavimąsi; (d) dalyvauja antikarcinogenezės procese, nes apsaugo chromosomas nuo pažeidimų, skatina DNR atsinaujinimą, moduliuoja ląstelių dalijimosi intensyvumą, slopina cheminius karcinogenus; (e) dalyvauja detoksikacijos, lėtėjančio senėjimo, antivirusiniuose ir reprodukciniuose procesuose; (f) saugo organizmą nuo apsinuodijimo gyvsidabriu, kadmiu ir chromu [146, 122, 157].

Pagal GSH-PX koncentraciją kraujyje nustatomas seleno aktyvumas. Šio fermento sintezė ir aktyvumas negali būti stimuliuojamas peržengus tam tikrą kraujo prisotinimo selenu lygį. Vadinasi, didinant Se kiekį, sukeliami stazė. Šis ryšys taip pat taikomas seleno kiekiui ir koncentracijai kraujyje bei kūno audiniuose apibrėžti. Ar organizme trūksta seleno, galima spėti pagal šio mikroelemento koncentraciją kraujyje. Beje, per didelis Se kiekis pašare beveik neturi poveikio jo koncentracijai kraujyje ir kūno audiniuose. Taigi, seleno kiekis, kuris švina organizmo poreikius, paminamas š organizmo per inkstus [124].

Viščiukai broileriai, kaip ir kiti gyvūnai, turi apsaugines sistemas, kurios saugo juos nuo mikroorganizmų, parazitų, grybų, virusų bei svetimų molekulių invazijos. Apsauginės sistemos remiasi efektyvia imuninės sistemos veikla. Mokslininkai, remdamiesi *in vitro* tyrimų rezultatais nurodo, kad selenas ir vitaminas E yra vieni iš imuninę sistemą stimuliuojančių veiksnių [123].

#### 1.4.1 lentelė. Seleno šaltiniai, paskirtis, apykaita ir trūkumo požymiai

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paukščio organizme     | Kaupiasi visuose kūno audiniuose, ypač kepenyse, inkstuose ir raumenyse (koncentruojasi eritrocituose ir trombocituose)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lesaluose              | <u>Seleno yra:</u><br>mažai – javuose, ypač kukurūzų grūduose, žolės ir kukurūzų silose;<br>daug – kukurūzų pramonės atliekose, kviečių ir rugių sėlenose, sojų išspaudose ir žuvies miltuose.<br>Se kiekis pašaruose kinta priklausomai nuo dirvos rūšies, tręšimo ir pramonės teršalų išskyrimo į aplinką                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Panaudojimas lesaluose | Natrio selenito arba organinių junginių forma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Paskirtis              | Glutationperoksidazės sudėtinė dalis, kuri saugoja ląsteles nuo oksidacijos ir dėl to susidarantių peroksidų neigiamo poveikio. Tuo papildo ir vitamino E funkciją [33]. Fermento aktyvumas susijęs su seleno kiekiu kraujyje. Selenas įeina į kai kurių kitų baltymų (raumenų selenoproteino, selenoflagelino, seleną transportuojančių baltymų ir bakterijų fermentų dehidrogenazės ir glicino reduktazės) sudėtį. Selenas skatina daugelio vaistų ir ksenobiotikų biotransformaciją, mažina kai kurių metalų (arseno, kadmio, gyvsidabrio, vario, sidabro ir švino) toksiškumą [145, 75, 93, 92]. Kartu su vitaminu E pasižymi antioksidantiniu veikimu, dalyvauja skydliaukės hormonų apykaitos veikloje, detoksikacijos ir imunomoduliaciniuose bei antikarcinogenezės procesuose [150].                                                              |
| Apykaita               | Se dalyvauja medžiagų apykaitoje kartu su vitaminu E ir sieros turinčiomis aminorūgštimis (metioninu, cistinu, cisteinu). Selenas rezorbuojasi dvylikapirštėje žarnoje, susidarant selenometioninui. Neorganinės kilmės selenas gyvuose organizmuose rezorbuojasi pasyviai. Kraujyje jis jungiasi su proteinais, lipoproteinais [1]. Organinės kilmės Se pasisavinimas beveik 100 proc., o neorganinės kilmės seleno pasisavinimas priklauso nuo įvairių faktorių ir gali kisti nuo 50 iki 100 proc. [130, 24]. Seleno pasisavinamumą mažina padidintas kadmio ir gyvsidabrio kiekis, metioninas, fosforas, sunkieji metalai. Seleno pasisavinimą skatina tiolai, vitaminas C. Tikslus seleno poreikis nėra iki galo nustatytas ir yra kontraversiškas. Mikroelemento trūkumą gana sunku nustatyti, nes jis glaudžiai susijęs su vitamino E deficitu [45]. |
| Trūkumo požymiai       | Augimo sutrikimai, imunosupresija ir visumo sutrikimai; sumažėjęs plunksnų augimas, raumenų nesivystymas.<br>Se su vitaminu E: skeleto ir širdies raumenų degeneracija, ypač jaunų gyvulių, kiaulių kepenų nekrozė ir viščiukų širdies bei kraujagyslių sienelių pakitimai [91].                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Leukocitai, kaip imuninės sistemos dalis, kovoja su infekcijomis bei organizmui svetimomis medžiagomis. Leukocitai skirstomi į granulocitus ir agranulocitus. Granulocitams, kurių citoplazmoje gausu granulų ir branduoliai susideda iš segmentų, priklauso neutrofilai, bazofilai ir eozinofilai.

Agranulocitų citoplazmoje nėra granulių, o branduoliai nesegmentuoti. Jie skirstomi į dvi grupes – limfocitus ir monocitus [103].

Bazofilai dalyvauja imuninėse reakcijose. Bazofilų granulėse yra histamino ir heparino. Veikiamos fizinių ir cheminių veiksnių, mikroorganizmų, antigeno-antikūno kompleksų ir kt., ląstelės degranuliuojasi. Išsiskyręs histaminas veikia kaip uždegimo mediatoriai. Heparinas, manoma, saugo organizmą nuo pažeidimo zonos kraujagyslių trombozės [103].

Eozinofilai dalyvauja alerginėse organizmo reakcijose. Jų kraujyje padaugėja sergant alerginėmis ligomis, kai kuriomis odos ligomis, užsikrėtus parazitais (žarnyne atsiradus kirmėlėms) [103].

Limfocitai nulemia imunines organizmo reakcijas. Skiriami T ir B limfocitai. T limfocitai audiniuose fagocituoja svetimkūnius ir bakterijas, yra svarbūs kovoje su virusais. Po sąveikos su svetima medžiaga B limfocitai virsta plazminėmis ląstelėmis, kurios gamina antikūnus. Antikūnai – tai specifiniai baltymai, cirkuliuojantys kraujyje, atpažįstantys antigeną (t. y. svetimkūnį), prie jo prisijungiantys ir skatinantys jo sunaikinimą. Kiekvienam svetimkūniui ar bakterijai pasigamina specifinis atskiras antikūnas. Plazminės ląstelės gyvena keletą metų ir visą šį laiką „prisimena“ informaciją apie svetimą medžiagą. Jei po kurio laiko žmogus arba gyvūnas užsikrečia ta pačia bakterija, plazminės ląstelės ją atpažįsta ir iš karto pradeda gaminti antikūnus. Šie sunaikina bakterijas, ir žmogus arba gyvūnas nesuserga. Tai yra natūralaus imuniteto procesai [3].

Monocitai – patys didžiausi leukocitai. Jie turi panašias į amebų pseudopodijas. Iš kraujo patekę į audinius monocitai virsta makrofagais, kurie fagocituoja bakterijas, suirusių audinių ir navikų daleles, dalyvauja imuninėse reakcijose [4].

Bendras baltymas arba kraujo plazmos baltymai yra didelės molekulinės masės koloidinės prigimties organiniai junginiai. Sumažėjus baltymų koncentracijai kraujo plazmoje, sumažėja jų ir audiniuose. Tai savo ruožtu gali atsiliiepti bendroms viščiukų broilerių funkcijoms ir jų produktyvumui [103].

Albuminai organizme reguliuoja osmosinį slėgį, perneša riebiąsias rūgštis, bilirubiną, aldosteroną, anijonus ir katijonus, be to, albuminai yra aminorūgščių šaltinis [4].

Absolūtus  $\alpha_1$ globulinų kiekio didėjimas nustatomas įvairių infekcinės ar alerginės kilmės uždegimų metu, pažeidus kepenis, irstant audiniams ar dėl ląstelių piktybinių navikų [3].

$\alpha_2$  globulinų daugėja uždegiminių procesų metu, sergant ligomis, kai į patologinį procesą įtrauktas jungiamasis audinys, esant piktybiniams navikams [103].

Beta globulinų pokyčiai dažniausiai susiję su lipoproteinų ir tranferino pokyčiais. Beta globulinų padaugėja sutrikus riebalų apykaitai: esant hiperlipoproteinemijoms, kepenų ligoms, nefroziniams sindromui, sergant uždegiminėmis ligomis [103].

Gama globulinų frakciją sudaro imunoglobulinai. Gama globulinų padidėjimą lemia suintensyvėjusi Ig gamyba [103].

Gliutatio peroksidazė yra natūralus antoksidantinis fermentas, savo sudėtyje turintis seleno. Gliutatio peroksidazė apsaugo ląsteles ir visą organizmą nuo žalingų oksidacinio ir laisvųjų radikalų poveikio [6].

Gliukozė – svarbiausias organizmo angliavandenis. Visi kiti angliavandeniai virškinimo metu verčiami gliukoze. Viena iš dviejų svarbiausių gliukozės funkcijų gyvuose organizmuose – aprūpinti juos energija [3].

Tirotropinas skatina skydliaukės augimą ir tiroidinių hormonų biosintezę. Taip pat jis aktyvina baltymų, fosfolipų ir nukleorūgščių biosintezę, didina tirocitu skaičių ir dydį bei veikia angliavandenių katabolizmą [101].

Tioksinas – skydliaukės gaminamas hormonas. Gaminant skydliaukei per daug tiroksino smarkiai pagreitėja medžiagų apykaita, mažėja svoris. Kai trūksta tiroksino, lėtėja medžiagų apykaitos procesai [101].

Viena svarbiausių trijodtironino funkcijų – palaikyti bendrą baltymų sintezę ir teigiamą azoto pusiausvyrą. Trijodtironino biologinis poveikis svarbus daugeliui organizmo sistemų (nervų ir raumenų, virškinimo, širdies ir kraujagyslių) fiziologinių funkcijų bei odos būklei [3].

Seleno perteklius iš organizmo pašalinamas sušlapimu. Taigi didelė seleno koncentracija šlapime rodo didelį Se kiekį ar jo perteklių pašare, o žemas koncentracijos lygis rodo, kad seleno trūksta. Se koncentracija išmatose yra seleno junginių absorbcijos iš virškinimo trakto rodiklis. Kuo didesnė seleno koncentracija išmatose, tuo prastesnė jo absorbcija [124].

Per vadinamąją išvalymo stadiją (T 0) visi parametrai buvo mažesni. Vėliau rezultatus ėmė ne tik sušerto seleno kiekis, bet ir šio mikroelemento šaltinis. Seleno koncentracija (seleno kiekis serume ir GSH-PX) sumažėjo viščiukų kraujyje kontrolinės grupės, kuriems papildomai nebuvo duodama seleno. Seleno koncentracija išmatose ir šlapime nukrito iki minimumo jau išvalymo stadijoje išsilaikė žemame lygyje viso eksperimento metu. Gyvulių aprūpinimas tik natūraliu pašare esančiu seleno kiekiu (0,1 mg seleno/kg pašaro SM) toli gražu nepatenkina gyvulio poreikių. Kai pašare trūksta seleno, jo trūksta ir šlapime, seleno koncentracija serume krenta žemiau kritinės ribos jau po 4 savaičių, nutraukus šėrimą seleno, jo aktyvumas (GSH-PX) kraujyje nuolat mažėja [124].

Įeidamas į selenoproteinų sudėtį, selenas atlieka svarbų vaidmenį reguliuojant įvairius organizmo medžiagų apykaitos procesus. Selenometioninas yra vyraujanti organinio seleno forma paukščių lesalų komponentuose.

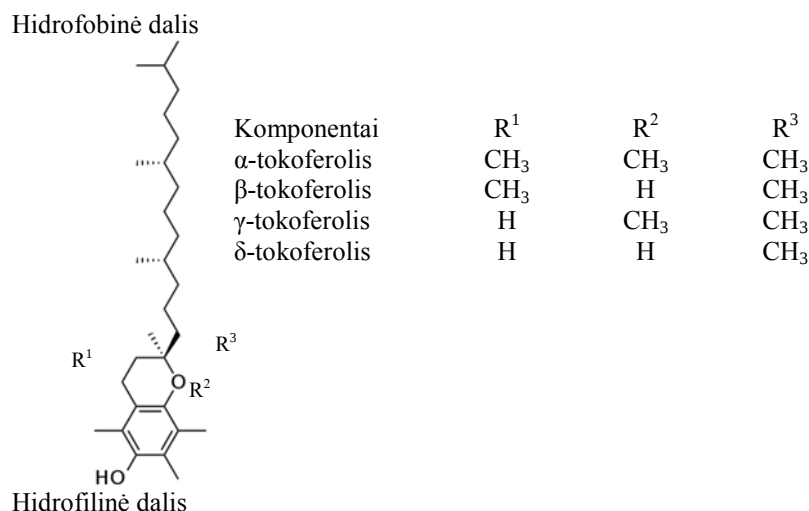
Lesalų grūduose, aliejinių augalų rupiniuose selenas yra susijungęs su įvairiomis aminorūgštimis – metioninu, cisteinu ir cistinu [119]. Selenometioninas yra įjungtas į pagrindinius baltymus tuo pačiu kodonu, kaip ir metioninas, todėl paukščių mėsą ir kiaušinius selenu galima pagausinti papildant jų lesalus selenometioninu.

Mėsos kokybė, mėsos rūgščių sudėtis ir mėsos maisto medžiagų koncentracija daugiausia priklauso nuo šarū, kuriais šeriami gyvūnai, sudėties. Pagrindinę paukščių lesalų dalį sudaro grūdinės kultūros (kviečiai, miežiai, kukužai ir kt.). Seleno koncentracija Lietuvoje auginamuose kviečiuose yra maža. Pramoniniu būdu auginami broileriai lesinami kombinuotaisiais lesalais, į kurių sudėtį įeina neorganinės kilmės selenas (natrio selenitas). Lesinant paukščius, į kurių lesalus dedama seleno priedų, gaunamas dvigubas efektas: pagerinami paukščių sveikatingumo ir produktyvumo rodikliai, taip pat pagerinama suvartojamos paukštienos kokybė [80]. Skirtingi priedai, tokie kaip karotinoidai, vitaminas C, selenas ir augalų ekstraktai buvo tiriami skirtingų bandymų metu tam, kad būtų patvirtintas antioksidacinis poveikis paukštienai [11].

Kaip minėta, selenas yra nepakeičiamas mikroelementas, reikalingas normaliam paukščių augimui ir vystymuisi. Rekomenduojama seleno koncentracija broilerių lesaluose yra nuo 0,1 mg/kg [78] iki 0,15 mg/kg [86]. Nustatyta, kad selenas žiurkių kepenis apsaugo nuo nekrozės, o paukščius – nuo diatezės [112]. Į lesalus įmaišius 0,1 ppm seleno, viščių broilerių produktyvumo rodikliams teigiamo poveikio negauta [23]. Tačiau kituose mokslininkų paskelbtuose straipsniuose teigiama, kad 0,2 ppm natrio selenito ir seleno mielių neturėjo įtakos viščių broilerių svoriui ar lesalų sąnaudoms [37]. Selenas, ypač organinis, gali pagerinti paukštienos kokybę ir jos laikymo trukmę, sumažinti drėgmės nuostolius [37]. Didinant seleno kiekį pašaruose, gerėja raumenų būklė [24]. Kiti mokslininkai teigia, kad priesvoris ir geriausios lesalų sąnaudos gaunamos tada, kai viščių broilerių lesalus įdedama 0,50 mg Se/kg ir 300 TV/kg vitamino E [129]. Tačiau vis dar nepakanka duomenų apie seleno poveikį lipidų oksidaciniam procesams viščių broilerių organizme [110]. Teigiama, kad vitaminas E pašaruose yra žymiai efektyvesnis, nei tokoferoliai tiesiogiai dėti į paskersto broilerio mėsą [82]. Tyrimais nustatyta, kad laisvųjų radikalų susidarymo procesą kontroliuoja antioksidantų sistema, sudaryta iš vitaminų A, C, E, beta karotino, seleno, cinko, likopeno ir gliutatio [125].

Natūralūs antioksidantai, tokie kaip alfa tokoferoliai, apsaugo membranos lipidus nuo oksidacijos. Iš augalinių aliejų buvo išskirti mažiausiai 8 komponentai su vitamino E aktyvumu. Tai keturios tokoferolių ir keturios tokotrienolių formos, t. y. alfa, beta, gama ir delta. Jie visi chemiškai skirtingi. Trienoliai turi neprisotintų anglies atomų ties 3, 7 ir 11 padėtimi gran-

dinėje, o tokoferoliai minėtų anglies atomų yra prisotinti. „Vitaminas E“ – bendras terminas, naudojamas visiems tokoferoliams ir tokotrienoliams, kurie visi reiškia tą patį biologinį veikimą, nors tokoferolių efektyvumas gyvuosiuose audiniuose palyginti su tokotrienoliais yra daug veiksmingesnis. Alfa tokoferolis (5,7,8-trimetiltokolis) laikomas svarbiausiu tokoferoliu, nes jis sudaro 90 proc. tokoferolių, randamų audiniuose. Tokoferolių scheminis vaizdavimas pateiktas 1.4.1 pav.



**1.4.1 pav.** Tokoferolių cheminė struktūra

Nustatyta, kad alfa tokoferolio kiekis mėsoje svarbus veiksnys, apibūdinantis jos stabilumą. Daugėjant alfa, gama ir delta tokoferoliams pašaruose, padaugėja šių skirtingų tokoferolių izomerų kraujo plazmoje. Tačiau tik alfa tokoferolis atsideda skeleto ir krūtinės mėsoje [56]. Natūralų izomerą RRR-α-tokoferolį geriau pasisavina palyginti su sintetinių junginių all-rac-α-tokoferolių mišiniu [70]. Sintetinis vitaminas E yra dl-α-tokoferolis, t. y. mišinys iš 8 stereoizomerų, vadinamųjų all-rac-tokoferolių, iš kurių tik vienas atitinka natūralų vitaminą E. Vitamino E biologinis aktyvumas yra skirtingas: RRR-α-tokoferolių – 100 proc., RRR-β-tokoferolių – 25–50 proc., RRR-γ-tokoferolių – 10–35 proc. [135].

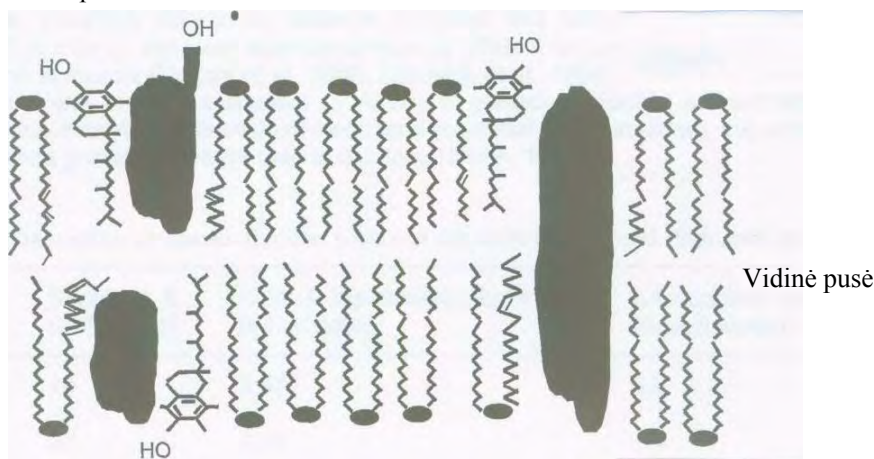
Vitaminas E plazmoje cirkuliuoja susijungęs su beta lipoproteinais, patenka į visus audinius [17]. Audiniuose esančio vitamino E organizmui gali pakakti ilgam. Vitaminas E rezorbuojasi proksimalinėje plonojo žarnyno dalyje. Gerai jo rezorbcijai būtina sąlyga – nesutrikęs riebalų virškinamumas.

Vitamins E absoravimas daugiausiai vyksta per limfinę sistemą, kai molekulės pernešamos į kepenis chylomikronų viduje esančiais trigliceridais. tada vitaminas E sekretuojamas per kepenis į labai žemo tankio lipoproteinų sudėtį (LŽTLP). Tokia forma jis pernešamas į mažo tankio lipoproteinų (ŽTLP) vidinę ląstelių dalį ir atpažintas mažo tankio lipoproteinų receptoriais pašalinamas iš plazmos.

Vitamins E trūkumas gali sukelti kepenų, reprodukcinės, nervinės, širdies ir kraujagyslių sistemos bei raumenų ir skeleto neigiamus pakitimus [17, 41]. Vitamins E veikia kaip imunomodulatorius, tačiau svarbiausia jo funkcija *in vivo* – antioksidacinė, saugoti riebalinius audinius nuo laisvųjų radikalų poveikio.

Vitamins E nustatytas biologinėse membranose – sistemoje, kuri stabilizuojama fiziocheminėmis jėgomis, kai alfa tokoferoliai sąveikauja su polinesočiaisiais fosfolipidais (1.4.2 pav.). Šioje jungtyje alfa tokoferoliai saugo jautrias lipidų ir ląstelių membranas nuo lipoperoksidacijos, slopindamas hidroperoksidų susidarymą. Vitamins E ypač svarbus kaip laisvųjų radikalų surišėjas, pagrindinis antioksidantas, biomembranose leidžiantis išvengti peroksidacinių grandininų reakcijų, kurias daugeliu atvejų sukelia jose esantys fermentai (NADPH oksidazė). Tai svarbi sudedamoji dalis detoksikuojančiuose ir imuniniuose procesuose, karcinogenezės procesų modulatorius [17].

Vidinė pusė



Išorinė pusė

**1.4.2 pav.** Vitamins E padėtis ląstelių membranoje

Vitaminas E vaidina be galo svarbų vaidmenį kaip antioksidantas membranose ląstelių, kurių koncentracija gali būti tokia nedidelė, kai viena molekulė apsaugo nuo 2000 iki 3000 lipidų molekulių.

Natūralaus alfa tokoferolio lesaluose nepakanka tam, kad mėsa laikymo metu būtų efektyviai apsaugota nuo oksidacinio skaldymo. Papildžius lesalus alfa tokoferoliu, galima padidinti oksidacinį mėsos stabilumą [58].

## 2. METODIKA

### 2.1. Tyrimų vieta, laikas ir bandymų schemos

Tyrimai atlikti 2009–2014 metais LSMU VA Paukščių lesalų ir paukštininkystės produktų laboratorijoje bei AB Vilniaus paukštyne.

Moksliniai tyrimai atlikti laikantis 1997-11-06 Lietuvos Respublikos gyvūnų globos, laikymo ir naudojimo įstatymo Nr. 8-500 [73] bei poįstatyminio akto – LR valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos įsakymo „Dėl gyvūnų, skirtų eksperimentiniams ir kitiems mokslo tyrimams, laikymo, priežiūros ir naudojimo reikalavimų patvirtinimo“ [74]; taip pat atitinka ES Direktyvą 86/609/EEC ir EK rekomendacijas 2007/526 EC „Gyvūnų naudojimas ir laikymas eksperimentiniais ir kitais tikslais“.

#### 2.1.1 lentelė. Bandymo su organiniu ir neorganiniu selenu bei skirtingu vitamino E kiekiu schema (I bandymas)

| Rodikliai                                                                         | Kontroli<br>nė grupė | I tiria-<br>moji<br>grupė | II tiria-<br>moji<br>grupė | III tiria-<br>moji<br>grupė | IV tiria-<br>moji<br>grupė | Paukš-<br>čių sk.<br>grupėje |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Standartiniai lesalai<br>(0,15 mg seleno + 40 mg<br>vit. E / kg lesalų)           | +                    | –                         | –                          | –                           | –                          | 200<br>(iš viso<br>1000)     |
| Standartinių lesalų<br>premikse: 0,5* mg seleno<br>+ 40 mg vit. E / kg lesalų     | –                    | +                         | –                          | –                           | –                          |                              |
| Standartinių lesalų<br>premikse: 0,5* mg seleno<br>+ 100 mg vit. E / kg<br>lesalų | –                    | –                         | +                          | –                           | –                          |                              |
| Standartinių lesalų<br>premikse: 0,5* mg seleno<br>+ 150 mg vit. E / kg<br>lesalų | –                    | –                         | –                          | +                           | –                          |                              |
| Standartinių lesalų<br>premikse: 0,5* mg seleno<br>+ 200 mg vit. E / kg<br>lesalų | –                    | –                         | –                          | –                           | +                          |                              |

\*0,15 mg natrio selenitas (neorganinis selenas) + 0,35 mg seleno metioninas (organinis selenas) (Alkosell® R397)

Viščiukų broilerių laikymo ant gilaus kraiko, girdymo iš stacionarių girdytuvių sąlygos atitiko ES Direktyvą 2007/43/EB, nusakančią būtiniausias broilerių apsaugos taisykles [164]. Viščiukai broileriai buvo laikomi ant gilaus kraiko. Paukštidė buvo šildoma infraraudonaisiais spinduliais, temperatūra buvo reguliuojama sensoriais ir kitikliais. Paukštidės vėdinimui pritaikyta dinaminė ventiliacinė sistema. Ventiliacijos galingumas buvo nuo 0 m<sup>3</sup> per valandą iki maksimumo, atsižvelgiant į aplinkos temperatūrą ir viščiukų amžių.

**2.1.2 lentelė.** *Bandymo su organiniu ir neorganiniu selenu bei vitaminu E, lesinant seleno priedais skirtingais broilerių auginimo periodais bandymo schema (II bandymas)*

| Rodikliai                                                                           | Kontrolinė grupė | I tiriamoji grupė | II tiriamoji grupė | III tiriamoji grupė | IV tiriamoji grupė |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 0,15* mg natrio selenitas + 40 mg vit. E/kg lesalų tarpsniu nuo 1 iki 35 amžiaus d. | +                | +                 | +                  | +                   | +                  |
| 0,5** mg natrio selenitas + 40 mg vit. E/kg lesalų tarpsniu nuo 1 iki 35 amžiaus d. | –                | +                 | –                  | –                   | –                  |
| 0,5*** mg Se + 40 mg vit. E/kg lesalų tarpsniu nuo 1 iki 35 amžiaus d.              | –                | –                 | +                  | –                   | –                  |
| 0,5*** mg Se + 40 mg vit. E/kg lesalų tarpsniu nuo 1 iki 21 amžiaus d.              | –                | –                 | –                  | +                   | –                  |
| 0,5*** mg Se + 40 mg vit. E / kg lesalų tarpsniu nuo 22 iki 35 amžiaus d.           | –                | –                 | –                  | –                   | +                  |

\*0,15 mg natrio selenitas (neorganinis selenas).

\*\*0,5 mg natrio selenitas (neorganinis selenas).

\*\*\*0,15 mg natrio selenitas (neorganinis selenas) + 0,35 mg seleno metioninas (organinis selenas) (Alkosell® R397).

Iš viso bandyme dalyvavo 1000 viščiukų broilerių; kiekvienoje grupėje buvo po 200 viščiukų; kiekviena grupė padalinta į keturis pogrupius; kiekviename pogrupyje – po 50 viščiukų.

Šio bandymo tikslas buvo ištirti skirtingo seleno kiekio ir skirtingos formos bei vitamino E įtaką viščiukų broilerių produktyvumui.

**2.1.3 lentelė.** Bandymo su organiniu ir neorganiniu selenu bei skirtingu vitamino E kiekiu schema (III bandymas)

| Rodikliai                                                | Kontro-<br>linė<br>grupė | I<br>tiriamoji<br>grupė | II<br>tiriamoji<br>grupė | III<br>tiriamoji<br>grupė | IV<br>tiriamoji<br>grupė | V<br>tiriamoji<br>grupė |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E/kg | +                        | –                       | –                        | –                         | –                        | –                       |
| 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397 +40 mg vit. E/kg | –                        | +                       | –                        | –                         | –                        | –                       |
| 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E/kg | –                        | –                       | +                        | –                         | –                        | –                       |
| 0,5 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg  | –                        | –                       | –                        | +                         | –                        | –                       |
| 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +70 mg vit. E/kg | –                        | –                       | –                        | –                         | +                        | –                       |
| 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397 +70 mg vit. E/kg | –                        | –                       | –                        | –                         | –                        | +                       |

*Alkosel*<sup>®</sup>R397 – seleno-metioninas (organinis selenas).

Šio bandymo metu tirta 900 viščiukų broilerių; kiekvienoje grupėje buvo po 150 viščiukų; kiekviena grupė padalinta į tris pogrupius; kiekviename pogrupyje – po 50 viščiukų broilerių.

## 2.2. Tirtų preparatų charakteristikos

***Alkosel*<sup>®</sup> R397 (selenometioninas)** – tai neaktyvus mielių (*Saccharomyces cerevisiae* NCYC R397) produktas, būtino mikroelemento seleno šaltinis, kuriame yra lengvai pasisavinama natūrali organinė seleno forma – L (+) selenometioninas. L (+) selenometioninas gaunamas auginant mieles terpėje, turinčioje nustatytą kiekį seleno. Gyvos mielių ląstelės absorbuoja seleną ir paverčia jį L (+) selenometioninu ir kitais seleno turinčiais baltymais. Bendras Se kiekis 2000–2400 ppm.

***Natrio selenitas*** – jame veikliosios medžiagos yra 45 proc., sunkiųjų metalų – pėdsakai. Baltos spalvos milteliai, patekę ant odos degina, tirpsta vandenyje, tirpumas 46,3 – proc., lydimosi temperatūra – 710 °C, garavimo šiluma – 26,32 kJ/mol, kovalentinis spindulys – 116 pm.

***Vitaminas E*** – Microvit<sup>®</sup> E Promix 50. Vitamino E koncentracija – mažiausiai 500 TV/g (50 proc.), cheminė formulė – C<sub>31</sub>H<sub>52</sub>O<sub>3</sub>, kreminės spalvos milteliai, dalelių dydis – mažiau kaip 500µm nuo 0,5 proc. iki

5 proc., daugiau kaip 160 µm – nuo 5 proc. iki 15 proc., birėjimo kampas – 33°, vandenyje netirpus.

Visų bandymų metu naudoti linijų derinio „Cobb 500“ arba „Ross 308“ viščiukai broileriai, gauti iš AB Vilniaus paukštyno inkubatorinės. Bandymams naudoti tik gaidžiukai. Vienadieniai viščiukai buvo vakcinuojami nuo Niukaslio ligos (su „Avenev“, pagaminta Merial, Prancūzija), nuo infekcinio bronchito (su IB 4/91, pagaminta Intervet, Belgija), nuo Gumboro ir Marecko ligų (su „Burcell“, pagaminta Merial, Prancūzija). Dvylikos dienų viščiukai broileriai buvo vakcinuojami nuo Gumboro ligos (su ABIC, pagaminta ABIC, Izraelis), 14 dienų – nuo infekcinio bronchito (su Ma5, pagaminta Intervet, Belgija).

### **2.3. Lesalų gamyba ir jų sudėtis**

Lesalai buvo gaminami AB „Kauno grūdai“, kur buvo taikomi kokybės standartai ISO 9001:2000; ISO 22000 ir kitos kokybės sistemos. Gamybai buvo naudojama tokia įranga: malūnas DFZ K-2 (pajėgumas – 20 t per valandą; pagaminta „Bühler“, Šveicarija); maišyklė HPB-4000 ir HPB-6000 (pajėgumas – 20 t per valandą; pagaminta „Sprout Matador“, Danija). Granuliuojama buvo naudojant granuliavimo liniją (pagaminta „Sprot Matador“, Danija).

Lesalų analizė atlikta AB „Kauno grūdai“ ir LSMU VA Paukščių lesalų ir paukštininkystės produktų laboratorijoje.

Lesalų kokybiniai parametrai – drėgnis, žali baltymai, žali riebalai, žali pelenai, bendras fosforas, kalcis, natris – nustatyti pagal Žemės ūkio ministerijos normatyvinius aktus, patvirtintus 2003 m.

Lesalų receptūros optimizuotos naudojant optimizavimo programą „Hybrid Win Fumi“, 6 versija. Lesalų receptūrų kokybiniai parametrai atitiko NRC [87] reikalavimus. Lesalų receptūros pateiktos prieduose.

### **2.4. Paukščių lesinimas ir girdymas**

Kiekvieno pogrupio viščiukai broileriai buvo lesinami *ad libitum* iš dviejų lesalinių. Šviežias vanduo buvo tiekiamas iš dviejų vakuuminių girdyklų kiekvienam pogrupiui. Vandens tiekimas viščiukams broileriams nebuvo ribojamas.

## 2.5. Zootechniniai tyrimų metodai

Lesinimo metu buvo nustatoma:

1. Individualaus viščiuko kūno masės svoris 1, 8, 21, 35 amžiaus dieną svarstyklėmis CAS SW-1 S PLUS.
2. Lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti kiekvienam pogrupiui 1–8, 9–21, 22–35 amžiaus dienomis;
3. Paukščių gaištamumas per visą bandymo laikotarpį. Bandymų metu buvo atliekamas visų kritusių viščiukų broilerių skrodimas ir nustatomos gaišimo priežastys.

## 2.6. Fiziologiniai tyrimų metodai

Bandymų pabaigoje (35 amžiaus dieną) iš kiekvienos grupės buvo atrinkta po penkis viščiukus broilerius, kurie paskersti laikantis eksperimentinių gyvūnų eutanazijos rekomendacijų [25]. Atlikti tyrimai ir jų metodikos:

- Bendrųjų baltymų kiekis – refraktometru [132].
- Baltymų frakcijos – elektroforezės metodu.
- Gliutatio peroksidazė (tyrimai atlikti Kauno medicinos universiteto Biomedicininio tyrimų instituto Aplinkos ir sveikatos tyrimų laboratorijoje). Mėginiai buvo palyginti su Gliutatio Peroksidazės standartu (G 6137). Standartas 25,40 mU/ml).
- Skydliaukės hormonų trijodtironino (T3) ir tiroksino (T4) kiekis kraujyje [132].
- Kraujo serume nustatyti šie rodikliai: bendro baltymo, albumino, globulinų  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  kiekis pagal [132] metodiką.
- Dvylikapirštės žarnos (*duodenum*), plonosios žarnos (*intestinum tenue*), aklosios žarnos (*caecum*) bei storosios žarnos (*intestinum crassum*) turinio pH nustatytas prietaisu „Inolab 730”.
- Dvylikapirštės žarnos (*duodenum*), plonosios žarnos (*intestinum tenue*), aklosios žarnos (*caecum*) ir storosios žarnos (*intestinum crassum*) turinio sausųjų medžiagų kiekis nustatytas iš skirtumo, gauto pasvėrus šlapia mėginį ir mėginį, 3 val. džiovintą 105 °C temperatūroje [88].
- Trumpųjų grandinių riebalų rūgščių koncentracija nustatyta dujų chromatografu (Shimadzu GC – 2010 su stikliniu 2,5×2,6 mm vamzdeliu, užpildytu 10 proc. SP – 1200/ 1% HPO ant 80/100 Chromosorb W AW, vamzdelio temperatūra – 110 °C, detektoriaus FID temperatūra –

108 °C, injektoriaus temperatūra – 195 °C). Aklosios žarnos trumpųjų grandinių riebalų rūgščių telkinio dydis skaičiuotas kaip trumpųjų grandinių riebalų rūgščių koncentracija virškinamajame turinyje [159].

## 2.7. Viščiukų broilerių mėsos kokybės tyrimų metodai

- Skerdenos morfologinė sudėtis ištirta pagal [162] metodiką.
- Praėjus 0, 24, 48 ir 72 val. po skerdimo, prietaisu „Inolab 730“ ištirtas viščiukų broilerių krūtinėlių ir blauzdelių raumenų pH.
- Cheminė krūtinėlių mėsos sudėtis nustatyta standartiniais metodais [5].
- Se kaupimasis viščiukų krūtinės raumenyse bus nustatytas atominės absorbcijos spektrometriniu metodu (iCE 3000 series, Thermo scientific) ir vitamino E AOAC Official Method 975.43 metodu (Varian system).
- Krūtinės ir šlaunelių raumenų lipidų oksidacijos laipsnis (TBARS kiekis) nustatytas praėjus 24 val. po skerdimo, po 3 mėn. ir po 6 mėn., laikant – 20 °C temperatūroje pagal [35] metodiką (Varian system).
- Riebalų rūgščių sudėčiai nustatyti mėginiai paruošti pagal [43] metodiką. Riebalų rūgščių kiekis procentais nuo bendro riebalų rūgščių kiekio viščiukų broilerių mėsoje nustatytas dujų chromatografu „Shimadzu GC – 2010“.  

$$AI = [C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0] / [n-6 \text{ PUFA} + n-3 \text{ PUFA} + \text{MUFA}];$$

$$TI = [C14:0 + C16:0 + C18:0] / [(0.5 \times \text{MUFA}) + (0.5 \times n-6 \text{ PUFA}) + (3 \times n-3 \text{ PUFA}) + n-3/n-6 \text{ PUFA}].$$

### Mėginių tekstūros instrumentinis vertinimas

Tirti virtos mėsos mėginiai. Jų tekstūros savybės vertintos universaliu tekstūros analizatoriumi „Universal Testing Machine Instron 3343“ (Instron Engineering Group, High Wycombe, UK). Mėginiai tekstūros profilio analizei (TPA) paruošti taip, kad jų vidutiniai matmenys buvo 2,0×2,0×2,0 cm. Spaudimo jėga buvo statmena raumens skaiduloms. Mėginiai spausiti iki 50 proc. (Zheng and Sun, <http://www.ucd.ie>), spaudimo greitis – 1 mm/s, darbinis kūnas – 1 kN. Kiekvienam mėginiui nustatyta vidutinė tekstūros parametro reikšmė (vidutinė reikšmė iš 3–4 matmenų). Atliekant tekstūros profilio analizę, vertintos šios savybės:

- Kietumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma jėga, reikalinga pasiekti reikiamą produkto deformaciją (50 proc.), N. Prietaisas fiksuoja jėgos piką pirmojo spaudimo metu.

- Rišlumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma laipsniu, iki kurio medžiaga gali būti deformuojama iki jai suyrant.
- Tamprumas – mechaninė tekstūros savybė, susijusi su atsistatymo greičiu, paveikus deformuojančią jėgą ir deformuotos medžiagos atsistatymo laipsniu, kai nustoja veikti deformuojanti jėga.
- Adheziškumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma jėga, reikalinga medžiagai, prilipusiai prie pagrindo, pašalinti.
- Tąsumas – mechaninė tekstūros savybė, susijusi su minkšto produkto rišlumu.
- Elastingumas – mechaninė tekstūros savybė, nusakoma rišlumu ir laiko trukme, reikalinga kietą produktą „sukramtyti“ iki tinkamo nuryti.

### **Viščiukų broilerių mėsos juslinių savybių tyrimai**

Viščiukų broilerių mėsos juslinės savybės nustatytos Kauno technologijos universiteto Maisto instituto Juslinės analizės laboratorijoje.

Juslinėms savybėms įvertinti taikytas juslinių savybių profilio testas. Jo esmė – apmokyta vertintojų grupė analizuoja iš anksto atrinktus produktus (mėginius) ir parenka sąvokas (sudaro žodyną) jų juslinėms savybėms apibūdinti. Tada parenkamos ir aptariamos skalės tų savybių intensyvumui įvertinti, ir kiekvienos visų produktų savybės intensyvumas pažymimas atskiroje skalėje. Iš šių duomenų, taikant matematinės statistikos metodus, kiekvienam produktui sudaromas juslinių savybių profilis, rodantis savybės intensyvumą. Juo remiantis galima palyginti produktus pagal atskiras savybes bei jų intensyvumą, nustatyti ryšį tarp produktų juslinės kokybės, atskirų savybių etc.

Testavo šešių vertintojų grupė. Vertintojai atrinkti ir apmokyti dirbti pagal LST ISO 8586-1. Vertintojai buvo užsidarę, testavo pagal LST ISO 8589 reikalavimus įrengtose instituto Juslinės analizės laboratorijos kabinetose.

Kiekvienos tiriamų produktų savybės intensyvumas vertintas graduotoje septynių žingsnių skaitmeninėje skalėje: 1 – savybė nejaučiama; 2 – labai silpnai išreikšta; 3 – mažai išreikšta; 4 – vidutiniškai išreikšta; 5 – pakankamai išreikšta; 6 – stipriai išreikšta; 7 – labai stipriai išreikšta.

Pradiniam tyrimų etape atrinktos mėsos juslinės savybės, pagal kurias mėginiai analizuoti ir lyginti tarpusavyje. Pagrindinės viščiukų broilerių mėsos savybės ir jų aprašymas pateikti 13 lentelėje. Tyrimų eigoje, aptariant atrinktas savybes ir jas apibūdinančias sąvokas, nustatyta tokia savybių pajautimo ir suvokimo seka: 1 – kvapą apibūdinančios savybės; 2 – spalvą apibūdinančios savybės; 3 – konsistenciją, pajaučiamą burnoje, apibūdi-

nančios savybės; 4 – skonį ir 5 – savybės, apibūdinančios liekamąjį skonį, jaučiamą burnoje tam tikrą laiką, jau nurijus mėginį.

### 2.7.1 lentelė. Mėginių juslinės savybės ir jų apibūdinimas

| Savybė                            | Aprašymas                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bendras kvapo intensyvumas        | Bendro kvapo intensyvumas                                                                                                                                                                        |
| Virto viščiuko kvapo intensyvumas | Kvapo, būdingo virtai be prieskonių vištienai, intensyvumas                                                                                                                                      |
| Kito kvapo intensyvumas           | Netipiško, pašalinio ir pan. kvapo intensyvumas                                                                                                                                                  |
| Spalvos intensyvumas              | Vertinamas spalvos intensyvumas, 1 – blyški, 7 – ryški                                                                                                                                           |
| Kietumas                          | Savybė, apibūdinanti jėgą, reikalingą atkasti produkto kąsnį, ir pajuntama spaudžiant produktą tarp krūminių dantų. Burnoje pajuntama spaudžiant produktą tarp dantų ar tarp liežuvio ir gomurio |
| Kramtomumas                       | Sukandimų skaičius ir/ar trukmė, reikalingi sukramtyti kąsnį iki tinkamo nuryti                                                                                                                  |
| Sultingumas (drėgnumas)           | Vertinamas produkto gebėjimas išskirti sultis jį kramtant                                                                                                                                        |
| Pluoštiškumas                     | Vertinamas atskirų plaušų (skaidulų), pajaučiamų mėginį kramtant, kiekis                                                                                                                         |
| Pojūtis burnoje                   | Vertinamas bendras pojūtis, juntamas burnos vidumi, įskaitant liežuvį, danteną ir dantis                                                                                                         |
| Virto viščiuko skonis             | Vištienai, virtai be prieskonių, būdingo skonio intensyvumas                                                                                                                                     |
| Kito skonio intensyvumas          | Netipiško, pašalinio ir kitokio skonio intensyvumas                                                                                                                                              |
| Liekamojo skonio intensyvumas     | Skonio, panašaus į tą, kuris buvo jaučiamas, kai produktas buvo burnoje ir kuris išlieka tam tikrą laiką (5 sek.), intensyvumas                                                                  |

### Mėginių spalvos instrumentinis vertinimas

Mėginių spalvingumas nustatytas vienodo kontrasto spalvų erdvėje, spalvos charakteristikas išmatavus spektrofotometru „GBC Cintra 202“. Šviesos atspindžio režimu matuoti parametrai  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (atitinkamai šviesumas, raudonumo ir geltonumo koordinatės pagal *CIELAB* skalę). Matavimams naudotas standartinis šviesos šaltinis C, kurio spinduliuotė artima vidutinei dienos šviesai. Tirtos virtos ir užšaldytos, o tada defrostuotos mėsos mėginių spalvos charakteristikos.

Mėginių gebėjimas išlaikyti surištą drėgmę buvo tiriamas įvertinus jų virimo ir defrostavimo nuostolius [68]. Virimo nuostoliai įvertinti kaip mėginių masės pokyčiai prieš verdant ir išvirus. Defrostavimo nuostoliams įvertinti mėginiai buvo užšaldyti polietileno maišeliuose minus 18 °C temperatūroje ir šioje temperatūroje laikyti 48 val. Tada defrostuoti šaldytuve 6 °C temperatūroje.

## **2.8. Statistinė analizė**

Bandymo rezultatai vertinti statistiškai naudojantis programiniu paketu STATISTICA versija 6,0. Nustatydami lesalų priedų įtaką tirtiems rodikliams, taikėme vienfaktorinę dispersinę analizę (ANOVA). Skirtumai nustatyti pagal Dunkano testą. Skirtumai laikyti statistiškai reikšmingais, kai  $p < 0,05$ .

Vertinant viščiukų broilerių mėsos jauslinių ir tekstūrinių savybių rezultatus, atlikta dispersinė analizė. Jei nustatyta, kad vidurkiai statistiškai reikšmingai skyrėsi, taikytas daugkartinio lyginimo Dunkano kriterijus.

Duomenų analizė atlikta statistiniu paketu „SPSS for Windows“, versija 15,0 (SPSS Inc., Il, USA, 2006).

### 3. REZULTATAI

#### 3.1. Organinio ir neorganinio seleno bei skirtingo vitamino E kiekio įtaka viščiukų broilerių produktyvumui, virškinimo procesams bei fiziologinei būklei

Padidintas iki 0,5 mg seleno kiekis lesaluose turėjo statistiškai reikšmingą poveikį šio elemento kaupimuisi viščiukų broilerių krūtinės raumenyse. Seleno kiekis padidėjo visų tiriamųjų grupių viščiukų krūtinės raumenyse – 0,037 mg/kg 0,5 mg Se+40 mg vit. E įtaškoje, 0,035 mg/kg 0,5 mg Se+100 mg vitamino E įtaškoje, 0,5 mg Se+150 mg vitamino E įtaškoje – 0,03 mg/kg ir 0,034 mg/kg 0,5 mg Se+200 mg vitamino E įtaškoje palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ). Didėjant vitamino E (nuo 40 iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, jo kaupimasis padidėjo: 0,5 mg Se+40 mg vit. E įtaškoje – 0,52 mg/kg, 0,5 mg Se+100 mg vitamino E įtaškoje – 1,13 mg/kg, 0,5 mg Se+150 mg vitamino E – 6,46 mg/kg, o 0,5 mg Se+200 mg vitamino E – 11,85 mg/kg ( $p < 0,05$ ).

Viščiukų broilerių krūtinės ir kojų raumenų pH vertėms visais brendimo tarpsniais selenas ir vitaminas E esminės įtakos neturėjo.

Didėjant vitamino E (nuo 40 iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, riebalų rūgščių kiekis viščiukų broilerių krūtinės raumenyse turėjo tendenciją didėti: margarino rūgšties padidėjo nuo 0,02 proc. iki 0,04 proc., oleino – nuo 0,52 proc. iki 1,89 proc., linolo – nuo 1,01 proc. iki 2,25 proc., linoleno – nuo 0,15 proc. iki 0,21 proc. ir arachido riebalų rūgšties – nuo 0,01 proc. iki 0,03 proc. palyginti su kontroline grupe. Kitų riebalų rūgščių kiekis, veikiamas seleno ir skirtingo vitamino E kiekio, sumažėjo palyginti su kontroline grupe.

Nenustatyta, kad naudoti skirtingi seleno priedai lesaluose turėtų reikšmingą įtaką viščiukų krūtinės raumenų juslinių savybių intensyvumui, mėginių kvapo ir spalvos savybių intensyvumui. Lyginant virtų kojų raumenų juslines savybes, skirtingo seleno kiekio lesaluose reikšmingos įtakos mėginių skonio ir kvapo savybėms nenustatyta. Didėjant vitamino E kiekiui lesaluose, tirtuose mėginiuose silpniau jautėsi nebūdingo virtai vištienai skonio ir kvapo intensyvumas. Viščiukų broilerių lesalus papildžius 200 mg vitamino E, viščiukų kojų raumenų mėginiuose atsirado neintensyviai jaučiamas nebūdingas kvapas. Nenustatyta, kad skirtingas vitamino E kiekis lesaluose turėtų reikšmingą įtaką kitoms skonio, kvapo ar tekstūros savybėms.

Virtų krūtinės raumenų spalvos charakteristikos parodė, kad viščiukų, gavusių su lesalais didesnę Se kiekį, krūtinės raumenys buvo tamsesni, labiau rausvesni ir kartu – gelsvesni. Šios mėginių grupės paukštienos virimo nuostoliai buvo nežymiai mažesni. Vertinant skirtingo vitamino E kiekio lesaluose virtų viščiukų krūtinės raumenų spalvoms savybėms, aiškus ryšys tarp vertintų mėginių spalvos charakteristikų ir vitamino E kiekio lesaluose nenustatytas.

Tiriant skirtingo seleno kiekio lesaluose įtaką virtų krūtinėlių tekstūros savybėms ir lyginant tarpusavyje instrumentinio bei juslinio vertinimo rezultatus, instrumentiniu būdu tarp mėginių nustatyti skirtumai pagal kietumą, nors juslinio vertinimo grupė šio skirtumo taip aiškiai nepajautė. Skirtingas vitamino E kiekis lesaluose reikšmingos įtakos tirtų mėginių krūtinės raumenų gebėjimui išlaikyti surištą drėgmę neturėjo.

Per visą bandymo laikotarpį viščiukų broilerių kūno masės 0,2 proc. ir 0,1 proc. padidėjimas nustatytas veikiant atitinkamai 0,5 mg Se+100 mg vitamino E bei 0,5 mg Se+200 mg vitamino E palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Visą bandymo periodą lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti buvo 0,5 mg Se+40 mg vitamino E 1 proc., 0,5 mg Se+100 mg vitamino E – 2 proc., 0,5 mg Se+150 mg vitamino E – 3 proc. ir 0,5 mg Se+200 mg vitamino E – 2 proc. mažesnės palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Per visą augimo periodą tiek didesnis seleno, tiek vitamino E kiekis viščiukų broilerių gaištamumui esminės įtakos neturėjo.

Viščiukus broilerius lesinant lesalais, kuriuose selenas sudarė 0,5 mg, dvylikapirštės žarnos chimuse sausųjų medžiagų kiekis buvo 1,22 proc., o aklosios ir tiesiosios žarnų chimuse atitinkamai 1,9 proc. ir 0,16 proc. didesnis palyginti su grupe, kur selenas sudarė 0,15 mg/kg lesalų ( $p>0,05$ ). Lesaluose įmaišius daugiau vitamino E (40 mg/kg iki 200 mg/kg lesalų), taip pat nustatytas didesnis atskirų virškinamojo trakto dalių chimuso sausųjų medžiagų kiekis.

Aiškaus ryšio tarp seleno ir vitamino E kiekio didėjimo lesaluose ir pH kitimo atskirų virškinamojo trakto segmento dalių chimuse nenustatyta.

Bakterinių fermentų alfa gliukozidazės ir alfa galaktozidazės aktyvumas turėjo tendenciją mažėti visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių aklosios žarnos turinyje. Potencialiai žalingo bakterinio fermento beta gliukuroni-dazės aktyvumas sumažėjo atitinkamai 0,02 mg/g ir 0,36 mg/g 0,5 mg Se+100 mg vitamino E ir 0,5 mg Se+150 mg vitamino E įtakoje, o 0,5 mg Se+200 mg vit. E įtakoje jo aktyvumas nepakito palyginti su kontroline grupe. Didėjant vitamino E (nuo 40 mg/kg iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, viščiukų broilerių fermentinių baltymų kiekis turėjo tendenciją didėti nuo 0,08 mg/g iki 0,24 mg/g.

Tiek kontrolinės, tiek tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujo parametrai atitiko fiziologines normas. Fermento gliutatio peroksidazės, saugančios organizmą nuo žalingų oksidacinio ir laisvųjų radikalų poveikio, aktyvumo tyrimų rezultatai parodė, kad 0,5 mg Se+40 mg vitamino E veikiamas jos aktyvumas padidėjo 5,95 proc., o 0,5 mg Se+200 mg vitamino E – 1,09 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ) [165].

### 3.2. Organinio ir neorganinio seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių produktyvumui, virškinimo procesams, fiziologinei būklei bei mėsos kokybei lesinant seleno priedais skirtingais broilerių auginimo periodais

Analizuojant viščiukų broilerių masės augimo dinamiką (3.2.1 lentelė) 8 amžiaus dieną, nustatyta, kad II tiriamojoje grupėje viščiukų broilerių kūno masė buvo didesnė 8 proc., III tiriamosios grupės – 2 proc., o IV tiriamosios grupės šis rodiklis sumažėjo 1 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

**3.2.1 lentelė.** Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių kūno masei, g

| Viščiukų broilerių amžius dienomis | Kontrolinė grupė                                           | I tiriamoji grupė                                         | II tiriamoji grupė                                                           | III tiriamoji grupė                                                          | IV tiriamoji grupė                                                            |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 22–35 d. |
| 1                                  | 47,49±0,10                                                 | 47,51±0,22                                                | 47,49±0,16                                                                   | 47,52±0,14                                                                   | 47,48±0,13                                                                    |
| 8                                  | 162,31±1,28                                                | 163,88±1,21                                               | 174,54±1,44                                                                  | 166,32±1,32                                                                  | 161,02±1,36                                                                   |
| 21                                 | 988,35±8,31                                                | 980,03±8,11                                               | 1004,76±8,81*                                                                | 975,98±8,49                                                                  | 991,98±9,36*                                                                  |
| 35                                 | 2496,15±18,20                                              | 2438,08 ±18,05*                                           | 2438,74 ±20,88*                                                              | 2430,90 ±22,17*                                                              | 2490,85±19,56                                                                 |

\*Skirtumai statistiškai patikimi;  $p<0,05$ .

Viščiukams augant, svorio rezultatai 21 amžiaus dieną rodė, kad Se ir vitamino E įtaka sumažino viščiukų broilerių kūno masės svorį I ir III tiriamosiose grupėse po 1 proc. palyginti su kontroline grupe, tačiau III tiriamojoje grupėje šį rodiklį padidino 2 proc. ( $p<0,05$ ). Paskutiniuoju auginimo tarpsniu (35-ą dieną) viščiukų broilerių kūno masė didžiausia buvo kontrolinėje grupėje ( $p>0,05$ ), tiriamosiose grupėse šis rodiklis sumažėjo nuo 2 iki 3 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ).

**3.2.2 lentelė. Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių lesalų sąnaudoms 1 kg priesvorio gauti, kg**

| Viščiukų broilerių amžius dienomis | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| 1–8                                | 1,51±0,07                                                          | 1,49±0,10                                                         | 1,57±0,05                                                                             | 1,58±0,07                                                                             | 1,65±0,04                                                                              |
| 9–21                               | 1,58±0,03                                                          | 1,55±0,09                                                         | 1,43±0,07*                                                                            | 1,47±0,09                                                                             | 1,46±0,05*                                                                             |
| 22–35                              | 2,03±0,11                                                          | 1,99±0,09                                                         | 2,16±0,11                                                                             | 2,04±0,12                                                                             | 2,07±0,07                                                                              |
| 1–35                               | 1,88±0,08                                                          | 1,84±0,09                                                         | 1,92±0,10                                                                             | 1,85±0,11                                                                             | 1,87±0,06                                                                              |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

Lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti (3.2.2 lentelė), pirmajame augimo tarpsnyje visose tiriamosiose grupėse buvo didesnės nuo 3,97 iki 9,27 proc. (p>0,05) palyginti su kontroline grupe. I tiriamojoje grupėje lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti buvo 1,32 proc. mažesnės palyginant su kontroline grupe (p>0,05).

Vėlesniame auginimo periode, t.y. 9–21 amžiaus dieną, lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti visose tiriamosiose grupėse buvo mažesnės nuo 6,96 iki 9,49 proc. (p<0,05) palyginti su kontroline grupe.

Paskutiniuoju bandymo periodu (22–35 amžiaus dieną), lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti tik I tiriamojoje grupėje buvo mažesnės 1,97 proc. (p>0,05), likusiose tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo didesnis nuo 0,49 iki 6,40 proc. palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

Per visą bandymo periodą (1–35 amžiaus dieną) lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti II tiriamojoje grupėje buvo 2,13 proc. (p>0,05) didesnės, o likusiose tiriamosiose grupėse nuo 0,53 iki 2,13 proc. mažesnės palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

**3.2.3 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių išsaugojimui, proc.**

| <b>Viščiukų<br/>broilerių<br/>auginimo<br/>tarpsnis<br/>dienomis</b> | <b>Kontrolinė<br/>grupė</b>                                                       | <b>I tiriamoji<br/>grupė</b>                                                     | <b>II tiriamoji<br/>grupė</b>                                                                                | <b>III tiriamoji<br/>grupė</b>                                                                               | <b>IV tiriamoji<br/>grupė</b>                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <b>0,15 mg/kg<br/>Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+<br/>40 mg vit. E<br/>1–35 d.</b> | <b>0,5 mg/kg<br/>Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+<br/>40 mg vit. E<br/>1–35 d.</b> | <b>0,15 mg/kg<br/>Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+<br/>0,35 mg/kg<br/>SeMet +<br/>40 mg vit. E<br/>1–35 d.</b> | <b>0,15 mg/kg<br/>Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+<br/>0,35 mg/kg<br/>SeMet +<br/>40 mg vit. E<br/>1–21 d.</b> | <b>0,15 mg/kg<br/>Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+<br/>0,35 mg/kg<br/>SeMet +<br/>40 mg vit. E<br/>22–35 d.</b> |
| 1–8                                                                  | 100,0                                                                             | 100,0                                                                            | 99,0                                                                                                         | 99,0                                                                                                         | 99,0                                                                                                          |
| 9–21                                                                 | 98,5                                                                              | 97,0                                                                             | 95,5                                                                                                         | 98,5                                                                                                         | 98,5                                                                                                          |
| 22–35                                                                | 98,5                                                                              | 95,0                                                                             | 95,0                                                                                                         | 97,5                                                                                                         | 97,0                                                                                                          |
| 1–35                                                                 | 99,0                                                                              | 97,5                                                                             | 96,5                                                                                                         | 98,0                                                                                                         | 98,0                                                                                                          |

Analizuojant viščiukų broilerių gaištamumo rezultatus (3.2.3 lentelė) nustatyta, kad per pirmąjį augimo periodą (1–7 amžiaus dieną) selenas ir vitaminas E gaištamumui esminės įtakos neturėjo. 8–21 amžiaus dieną didžiausias gaištamumas buvo II tiriamojame grupėje, t. y. 4,50 proc. ( $p>0,05$ ), o likusiose tiriamosiose grupėse – nuo 0,5 iki 3 proc. ( $p>0,05$ ).

Vertinant duomenis apie seleno ir vitamino E įtaką viščiukų broilerių išsaugojimui per visą auginimo periodą, pastebėta, kad minėti priedai esminės įtakos broilerių gaištamumui neturėjo, I tiriamojame grupėje šis rodiklis sumažėjo 2,5 proc., II tiriamojame grupėje – 3,5 proc., III ir IV tiriamosiose grupėse – 1 proc. ir kontrolinėje grupėje – 1 proc. ( $p>0,05$ ).

**3.2.4 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių virškinamojo trakto turinio pH

|                                             | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Virškinamojo trakto dalys                   | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Dvylikapirštė žarna ( <i>duodenum</i> )     | 4,63±0,26                                                          | 5,06±0,22                                                         | 4,64±0,23                                                                             | 4,75±0,18                                                                             | 5,24±0,33                                                                              |
| Plonoji žarna ( <i>intestinum tenue</i> )   | 4,97±0,11                                                          | 4,83±0,22                                                         | 5,66±0,59                                                                             | 4,92±0,20                                                                             | 4,75±0,26                                                                              |
| Akloji žarna ( <i>cecum</i> )               | 6,20±0,17                                                          | 6,20±0,36                                                         | 6,62±0,10                                                                             | 6,23±0,15                                                                             | 6,56±0,15                                                                              |
| Storoji žarna ( <i>intestinum crassum</i> ) | 5,24±0,33                                                          | 5,08±0,23                                                         | 4,99±0,19                                                                             | 5,38±0,11                                                                             | 5,60±0,39                                                                              |

Net neženklaus pH mažėjimas virškinamajame trakte gali slopinti patogeninės mikrofloros vystymąsi. pH neženkliai sumažėjus, gali gerėti anglia-vandenių apykaita, dėl to paukščių gūžyje susidaro daugiau pieno, sviesto bei propiono rūgšties [151].

Analizuojant pH tyrimus atskirose viščiukų broilerių dalyse (3.2.4 len-telė) nustatyta, kad visų tiriamųjų grupių paukščių dvylikapirštės žarnos pH padidėjo nuo 0,01 iki 0,61 punkto palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Didžiausias pokytis pastebėtas II tiriamosios grupės viščiukų broilerių klubinės žarnos pH, t. y. 0,69 punkto didesnis palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Likusių grupių klubinės žarnos pH buvo nuo 0,05 iki 0,22 punkto mažesnis palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Aklosios žarnos turinio pH I tiriamosios grupės viščiukų nepakito, tačiau likusių tiriamųjų grupių broilerių jis padidėjo nuo 0,03 iki 0,42 punkto ( $p>0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

I tiriamosios grupės viščiukų broilerių tiesiosios žarnos pH buvo 0,16 punkto, II grupės – 0,25 punkto mažesnis, o III ir IV – didesnis atitinkamai 0,14 ir 0,36 punkto palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

**3.2.5 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių virškinamojo trakto turinio sausųjų medžiagų kiekiui, proc.**

|                                             | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Virškinamojo trakto dalys                   | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Dvylikapirštė žarna ( <i>duodenum</i> )     | 15,38±0,77                                                         | 16,14±1,28                                                        | 17,03±0,80                                                                            | 16,73±1,11                                                                            | 13,67±1,07                                                                             |
| Plonoji žarna ( <i>intestinum tenue</i> )   | 20,08±0,96                                                         | 19,22±0,78                                                        | 18,67±0,97                                                                            | 20,26±0,70                                                                            | 19,30±0,85                                                                             |
| Akloji žarna ( <i>cecum</i> )               | 13,46±1,15                                                         | 19,44±1,04*                                                       | 12,37±1,31                                                                            | 15,84 ±0,28*                                                                          | 20,25 ±1,02*                                                                           |
| Storoji žarna ( <i>intestinum crassum</i> ) | 19,87±0,97                                                         | 19,45±1,75                                                        | 14,49±1,05*                                                                           | 19,09±1,04                                                                            | 19,99±1,43                                                                             |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

Didesnis sausųjų medžiagų kiekis ekskrementuose sąlygoja mažesni amoniako išskyrimą į aplinką. Dėl to gerėja kraiko ir paukštidžių mikroklimato kokybė. Analizuojant duomenis apie seleno ir vitamino E įtaką viščiukų broilerių virškinamojo trakto turinio sausųjų medžiagų kiekiui (3.2.5 lentelė) dvylikapirštėje žarnoje, didžiausi skirtumai pastebėti tarp IV tiriamosios ir kontrolinės grupės paukščių. IV tiriamosios grupės viščiukų broilerių virškinamojo trakto turinyje sausųjų medžiagų buvo 1,71 proc. (p>0,05) mažiau negu kontrolinės grupės, o II tiriamosios grupės – 1,65 proc. (p>0,05) daugiau palyginti su kontroline grupe. I ir III tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo 0,76 ir 1,35 proc. didesnis palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

Daugiausia klubinės žarnos sausųjų medžiagų buvo II tiriamosios grupės viščiukų – 1,41 proc. (p>0,05) mažiau nei kontrolinės grupės. Likusių tiriamųjų grupių paukščių šis rodiklis keitėsi nežymiai.

Analizuojant aklosios žarnos sausųjų medžiagų kiekį, didžiausias skirtumas pastebėtas IV ir I tiriamosios grupės viščiukų, atitinkamai 6,79 proc. (p<0,05) ir 5,98 proc. (p<0,05). II ir III tiriamųjų grupių šis rodiklis atitinkamai buvo 1,09 proc. mažesnis ir 2,38 proc. (p<0,05) didesnis palyginti su kontroline grupe.

**3.2.6 lentelė. Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių aklosios žarnos turinio trumpųjų grandinių riebalų rūgščių (TGRR) kiekiui,  $\mu\text{mol/g}$**

|                   | Kontrolinė grupė                                            | I tiriamoji grupė                                          | II tiriamoji grupė                                                             | III tiriamoji grupė                                                            | IV tiriamoji grupė                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Organinės rūgštys | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Acto              | 70,49±3,01                                                  | 64,04±3,42                                                 | 72,96±1,80                                                                     | 67,57±1,66                                                                     | 71,57±2,05                                                                      |
| Propiono          | 18,72±2,77                                                  | 17,45±2,40                                                 | 16,99±2,36                                                                     | 16,64±1,55                                                                     | 20,90±1,79                                                                      |
| Sviesto           | 10,79±4,50                                                  | 18,51±3,48                                                 | 10,05±2,62                                                                     | 15,79±2,75                                                                     | 7,94±3,06                                                                       |

Aklosios ir storosios žarnos mikrofloros veikiamas angliavandenių fermentacijos galutinis produktas yra trumpųjų grandinių riebalų rūgštys. Jos yra žarnyno enterocitų energijos šaltinis, keičia virškinamojo trakto motoriką ir padeda palaikyti žarnyno gleivinės barjerą bei atsparumą patogeniniams veiksniams. Acto rūgštis yra nelyginant energijos substratas raumeniniams audiniams [28], o propionatas kepenyse konvertuojamas į gliukozę [83]. Ypatingas dėmesys skiriamas butiratai, kuris yra pagrindinis kolonocitų energijos šaltinis ir skatina ląstelėse jų fenotipą. Trumpųjų grandinių riebalų rūgščių gamyba susijusi su normalia storosios žarnos funkcinė veikla ir stabdo patologinius procesus [134]. Trumpųjų grandinių riebalų rūgštys stimuliuoja vandens ir natrio reabsorbciją, ypač esant rūgščiai aplinkai gyvūnų virškinamajame trakte. Didelė trumpųjų grandinių riebalų rūgščių koncentracija gali stabdyti pagrindinių patogeninių mikroorganizmų – *Salmonella*, *Clostridium* ir *Escherichia coli* – vystymąsi [104].

Analizuojant acto rūgšties duomenis (3.2.6 lentelė), didžiausias pokytis pastebėtas I tiriamosios grupės viščiukų broilerių aklosios žarnos turinyje. Acto rūgšties čia buvo 6,45  $\mu\text{mol/g}$  mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Likusių grupių paukščių aklosios žarnos turinyje šis rodiklis nežymiai skyrėsi nuo kontrolinės.

Didžiausias organinės propiono rūgšties pokytis pastebėtas III tiriamosios grupės paukščių aklosios žarnos turinyje – 2,08  $\mu\text{mol/g}$  mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ), o IV tiriamosios grupės – 2,18  $\mu\text{mol/g}$  ( $p>0,05$ ) daugiau palyginti su kontroline grupe. Likusių tiriamųjų grupių paukščių aklosios žarnos turinyje šios rūgšties sumažėjo atitinkamai 1, 27  $\mu\text{mol/g}$  ir 1,73  $\mu\text{mol/g}$  palyginti su kontroline grupe.

Sviesto rūgšties I tiriamosios grupės paukščių aklosios žarnos turinyje buvo 7,72  $\mu\text{mol/g}$  daugiau palyginti su kontroline grupe, II tiriamosios grupės – 0,74  $\mu\text{mol/g}$  mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ); III ir IV

tiriamosios grupės – atitinkamai 5,0 µmol/g daugiau ir 2,85 µmol/g mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

**3.2.7 lentelė. Viščiukų broilerių kraujo morfologinė sudėtis, proc.**

| Parametrai         | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                | II tiriamoji grupė                                                                   | III tiriamoji grupė                                                                  | IV tiriamoji grupė                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit.E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit.E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit.E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit.E 22–35 d. |
| Bazofilai, proc.   | 6,25±1,19                                                          | 9,75±1,09*                                                       | 6,50±1,37                                                                            | 6,50±1,11                                                                            | 9,25±1,28                                                                             |
| Eozinofilai, proc. | 2,25±0,29                                                          | 4,50±1,20                                                        | 6,50±1,45                                                                            | 7,25±1,19                                                                            | 7,00±1,15                                                                             |
| Segmentai, proc.   | 16,75±3,75                                                         | 19,25±6,03                                                       | 16,0±2,45                                                                            | 22,3±4,51                                                                            | 23,0±5,56                                                                             |
| Limfocitai, proc.  | 69,5±2,24                                                          | 60,0±5,54                                                        | 64,5±3,61*                                                                           | 60,5±5,34*                                                                           | 55,5±5,02*                                                                            |
| Monocitai, proc.   | 5,25±0,55                                                          | 6,50±0,33                                                        | 6,50±0,75                                                                            | 6,00±0,94                                                                            | 6,00±0,82                                                                             |

\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p<0,05$ .

Mūsų tyrimų rezultatai parodė (3.2.7 lentelė), kad I ir IV tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje bazofilų buvo 3,5 proc. ( $p<0,05$ ) ir 3,0 proc. daugiau palyginti su kontroline grupe; II ir III tiriamųjų grupių paukščių kraujyje šis rodiklis išliko vienodas, t. y. 0,25 proc. didesnis už kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ).

Eozinofilų kiekis visų tiriamųjų grupių viščiukų kraujyje padidėjo: 2,25 proc. – I grupės; 4,25 proc. – II grupės; 5,00 proc. – III grupės ir 4,75 proc. – IV tiriamosios grupės ( $p>0,05$ ).

Segmentų kiekis I tiriamosios grupės buvo 2,5 proc. didesnis palyginti su kontroline grupe. II tiriamosios grupės šis rodiklis keitėsi nežymiai, t.y. 0,75 proc. mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). III ir IV tiriamosiose grupėse segmentų procentas buvo didesnis, atitinkamai 5,55 proc. ir 6,25 proc. ( $p>0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

Limfocitų visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje sumažėjo. Didžiausias mažėjimas pastebėtas IV grupės paukščių kraujyje – 14,0 proc.; I grupės – 9,5 proc.; II grupės – 5,0 proc. ir III – 9,00 proc. ( $p<0,05$ ) mažiau palyginti su kontroline grupe.

Atlikę viščiukų broilerių kraujo serumo tyrimus (3.2.7 lentelė) nustatėme, kad tiriamųjų grupių viščiukų kraujo serume monocitų padaugėjo 1,25 proc. I ir II grupėse ( $p>0,05$ ); 0,75 proc. – III ir IV tiriamosiose grupėse palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

### 3.2.8 lentelė. Kraujo plazmos baltymų koncentracija

| Parametrai                   | Kontrolinė grupė                                                  | I tiriamoji grupė                                                | II tiriamoji grupė                                                                      | III tiriamoji grupė                                                                     | IV tiriamoji grupė                                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>0,35 mg/kg SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>0,35 mg/kg SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>0,35 mg/kg SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |
| Bendras baltymas, g/l        | 31,88±0,97                                                        | 35,08±1,90                                                       | 33,32±2,96                                                                              | 33,60±1,33                                                                              | 37,10±4,89                                                                               |
| Albuminai, proc.             | 53,78±1,51                                                        | 46,78±5,87                                                       | 44,28±8,80                                                                              | 48,84±1,98                                                                              | 44,56±8,21                                                                               |
| $\alpha_1$ globulinai, proc. | 3,40±0,51                                                         | 3,40±0,49                                                        | 3,90±0,77                                                                               | 4,82±0,43                                                                               | 4,48±1,60                                                                                |
| $\alpha_2$ globulinai, proc. | 7,14±0,59                                                         | 7,40±0,98                                                        | 7,94±0,74                                                                               | 7,78±0,43                                                                               | 7,88±0,93                                                                                |
| $\beta$ -globulinai, proc.   | 24,52±1,19                                                        | 21,88±3,59                                                       | 23,94±3,38                                                                              | 26,16±1,53                                                                              | 31,30±5,34                                                                               |
| $\gamma$ -globulinai, proc.  | 11,14±0,43                                                        | 20,48±9,29                                                       | 19,88±10,78                                                                             | 12,42±1,20                                                                              | 11,78±1,47                                                                               |

Analizuojant viščiukų broilerių kraujo plazmos bendro baltymo kiekio rezultatus (3.2.8 lentelė) matyti, kad I tiriamojame grupėje jis padidėjo 10 proc., II tiriamojame grupėje – 4,52 proc. Didžiausias pokytis pastebėtas IV tiriamosios grupės, t. y. 16,37 proc. ( $p>0,05$ ) daugiau palyginti su kontroline grupe, III tiriamosios grupės – 5,40 proc. ( $p>0,05$ ).

Mūsų tyrimo duomenimis, didžiausias albuminų kiekio pokytis pastebėtas II ir IV tiriamosiose grupėse, atitinkamai 9,5 proc. ( $p>0,05$ ) ir 9,22 proc. ( $p>0,05$ ) mažiau nei kontrolinėje. I ir III tiriamosiose grupėse albuminų kiekis buvo 7 proc. ( $p>0,05$ ) ir 4,94 proc. ( $p>0,05$ ) mažesnis palyginti su kontroline grupe.

Analizuojant  $\alpha_1$ globulinų koncentraciją kraujyje, I tiriamojame grupėje minėtas rodiklis išliko toks pats, kaip ir kontrolinėje grupėje, likusiose grupėse jis turėjo tendenciją didėti nuo 0,26 proc. iki 0,80 proc. ( $p>0,05$ ).

Analizuojant duomenis apie beta globulinų koncentraciją kraujyje I ir II tiriamosios grupės viščiukų, nustatyta atitinkamai 2,64 ir 0,58 proc. mažesnė palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). III ir IV tiriamosiose grupėse šis rodiklis turėjo tendenciją didėti 1,64 ir 6,78 proc. ( $p>0,05$ ).

Mūsų tyrimų duomenimis (3.2.8 lentelė), gma globulinų kiekis kraujyje tiriamosiose grupėse padidėjo nuo 0,64 proc. iki 9,34 proc. palyginti su kontroline grupe.

### 3.2.9 lentelė. Lipidų koncentracija kraujyje, $\mu\text{mol/l}$

| Parametrai          | Kontrolinė grupė                                            | I tiriamoji grupė                                          | II tiriamoji grupė                                                             | III tiriamoji grupė                                                            | IV tiriamoji grupė                                                              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                     | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Cholesterolis       | 3,77 $\pm$ 0,09                                             | 3,87 $\pm$ 0,42                                            | 3,28 $\pm$ 0,42                                                                | 3,91 $\pm$ 0,22                                                                | 3,68 $\pm$ 0,56                                                                 |
| DTL – cholesterolis | 2,66 $\pm$ 0,10                                             | 2,56 $\pm$ 0,11                                            | 2,31 $\pm$ 0,27                                                                | 2,76 $\pm$ 0,12                                                                | 2,35 $\pm$ 0,26                                                                 |
| MTL – cholesterolis | 0,67 $\pm$ 0,04                                             | 0,71 $\pm$ 0,21                                            | 0,59 $\pm$ 0,22                                                                | 0,77 $\pm$ 0,17                                                                | 0,78 $\pm$ 0,33                                                                 |
| Trigliceridai       | 0,98 $\pm$ 0,11                                             | 1,30 $\pm$ 0,35                                            | 0,92 $\pm$ 0,21                                                                | 1,00 $\pm$ 0,09                                                                | 1,22 $\pm$ 0,22                                                                 |

Analizuojant duomenis apie cholesterolio koncentraciją kraujyje (3.2.9 lentelė), didžiausias pokytis pastebėtas II tiriamojoje grupėje, t. y. 0,49  $\mu\text{mol/l}$  mažesnis palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). I ir III tiriamosiose grupėse šis rodiklis turėjo tendenciją didėti, atitinkamai 0,10 mmol/l ir 0,14  $\mu\text{mol/l}$  ( $p>0,05$ ).

Mūsų tyrimo duomenimis DTL-cholesterolio koncentracija kraujyje III tiriamojoje grupėje buvo 0,35  $\mu\text{mol/l}$  ( $p>0,05$ ) didesnė palyginti su kontroline grupe. Likusiose grupėse šis rodiklis sumažėjo nuo 0,10  $\mu\text{mol/l}$  iki 0,35  $\mu\text{mol/l}$  ( $p>0,05$ ).

Analizuojant MTL-cholesterolio koncentraciją kraujyje, II tiriamojoje grupėje šis rodiklis sumažėjo 0,08  $\mu\text{mol/l}$  ( $p>0,05$ ). I tiriamojoje grupėje šis rodiklis padidėjo 0,04  $\mu\text{mol/l}$ , III tiriamojoje – 0,10 proc. ir IV tiriamojoje grupėje – 0,11  $\mu\text{mol/l}$ , palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Analizuojant duomenis apie trigliceridų koncentraciją kraujyje (3.2.9 lentelė), didžiausi pokyčiai pastebėti I tiriamojoje grupėje, t. y. 0,32  $\mu\text{mol/l}$  ji buvo didesnė nei kontrolinės grupės. IV tiriamosios grupės paukščių

kraujyje šis rodiklis padidėjo 0,24  $\mu\text{mol/l}$ ; II tiriamosios grupės – sumažėjo 0,06  $\mu\text{mol/l}$  palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

**3.2.10 lentelė.** *Se bei vitamino E įtaka viščiukų broilerių kraujo fermentų koncentracijai*

| Parametrai                      | Kontrolinė grupė                                            | I tiriamoji grupė                                          | II tiriamoji grupė                                                             | III tiriamoji grupė                                                            | IV tiriamoji grupė                                                              |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| GPx aktyvumas, mU/ml            | 19,51±0,27                                                  | 26,37±0,79*                                                | 26,37±0,00**                                                                   | 28,08±1,05*                                                                    | 18,86±2,74                                                                      |
| Gliukozė, $\mu\text{mol/l}$     | 14,14±0,82                                                  | 13,97±0,52                                                 | 14,09±0,73                                                                     | 13,87±0,43                                                                     | 13,84±1,03                                                                      |
| GPT, U/l                        | 1,36±0,43                                                   | 1,90±0,93                                                  | 1,64±0,34                                                                      | 1,24±0,57                                                                      | 1,02±0,37                                                                       |
| GOT, U/l                        | 248,24±19,53                                                | 297,71±70,31                                               | 242,48±8,13                                                                    | 244,10±27,54                                                                   | 240,28±20,57                                                                    |
| Tirotropinas, mIU/l             | 0,01±0,00                                                   | 0,01±0,00                                                  | 0,01±0,00                                                                      | 0,01±0,00                                                                      | 0,01±0,00*                                                                      |
| Laisvas tiroksinas, pmol/l      | 6,58±2,59                                                   | 6,98±2,01                                                  | 22,23±19,70                                                                    | 5,21±1,25                                                                      | 22,85±20,85                                                                     |
| Laisvas trijodtironinas, pmol/l | 6,58±2,59                                                   | 6,98±2,01                                                  | 13,25±10,29                                                                    | 6,02±0,48                                                                      | 14,47±10,00                                                                     |

\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p<0,05$ .

\*\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p<0,001$ .

Analizuojant duomenis apie gliutaciono peroksidazės aktyvumą kraujyje (3.2.10 lentelė), didžiausias jo kiekis rastas III tiriamojame grupėje, t. y. 44 proc. ( $p<0,05$ ) didesnis palyginti su kontroline grupe. I ir II tiriamosiose grupėse šis rodiklis išliko vienodas, t. y. 35 proc. ( $p<0,001$ ) didesnis už kontrolinės grupės. IV tiriamojame grupėje šis rodiklis sumažėjo 3 proc. ( $p>0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

Visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje gliukozės kiekis sumažėjo nuo 0,35 proc. ( $p>0,05$ ) iki 2,12 proc. ( $p>0,05$ ) palyginti su kontroline grupe. Mūsų tyrimo duomenimis GPT (alaninaminotransferazė), šis rodiklis kraujyje I ir II tiriamosios grupės paukščių kraujyje padidėjo atitinkamai 39,71 proc. ( $p>0,05$ ) ir 20,59 proc. ( $p>0,05$ ). III ir IV tiriamosiose grupėse šis rodiklis sumažėjo atitinkamai 8,82 proc. ( $p>0,05$ ) ir 25,00 proc. ( $p>0,05$ ).

Analizuojant duomenis apie GOT (aspartataminotransferazę) kiekį kraujyje I tiriamojoje grupėje šis rodiklis padidėjo 19,93 proc. ( $p>0,05$ ), likusiose tiriamosiose grupėse šis rodiklis turėjo tendenciją mažėti.

Analizuojant duomenis apie tirotropino koncentraciją kraujyje (4.2.10 lentelė), nustatyta, kad minėtas rodiklis buvo vienodas visose grupėse – 0,01 mIU/l.

Tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje laisvo tiroksino kiekis padidėjo 0,4–16,27 pmol/l palyginti su kontroline grupe. Tuo tarpu III tiriamojoje grupėje šis rodiklis sumažėjo 1,37 pmol/l palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Analizuojant duomenis apie trijodtironino kiekį kraujyje (3.2.10 lentelė), nustatyta, kad III tiriamojoje grupėje šis rodiklis sumažėjo 8,51 proc.; I tiriamojoje grupėje padidėjo 6,08 proc.; II ir IV tiriamosiose grupėse šis rodiklis padidėjo daugiau nei du kartus palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Analizuojant viščiukų broilerių skerdenos morfologinę sudėtį (3.2.11 lentelė) nustatyta, kad naudojant neorganinio ir organinio seleno priedus bei vitaminą E, visiškai skrostos skerdenos masė buvo 2–5 proc. didesnė, išskyrus I tiriamąją grupę, kur šis rodiklis buvo 6 proc. mažesnis už kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ).

Krūtinės raumenų išeiga visose tiriamosiose grupėse padidėjo nuo 6 iki 10 proc., išskyrus I tiriamąją grupę, kur šis rodiklis sumažėjo 3 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Kojų raumenų išeiga visose tiriamosiose grupėse padidėjo 0,63–1,93 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Riebalų išeiga taip pat turėjo tendenciją didėti tiriamosiose grupėse nuo 0,21 proc. iki 0,57 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Mėsos kvapui organinis ir neorganinis Se bei vitaminas E esminės įtakos neturėjo.

**3.2.11 lentelė. Organinio ir neorganinio Se bei vitamino E įtaka viščiukų broilerių mėsos kokybei**

| Rodikliai                                     | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                | II tiriamoji grupė                                                                   | III tiriamoji grupė                                                                  | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit.E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit.E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit.E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Visiškai skrostos skerdenos masė, g           | 1363,64 ±13,73                                                     | 1280,36±63,23                                                    | 1429,35±43,51                                                                        | 1384,88±50,32                                                                        | 1409,65 ±77,67                                                                         |
| Sparnų masė, g                                | 111,97±5,69                                                        | 110,98±6,25                                                      | 118,51±5,51                                                                          | 119,16±2,34                                                                          | 115,53±7,35                                                                            |
| Širdies masė su riebalais, g                  | 9,68±0,42                                                          | 8,89±0,66                                                        | 10,54±0,48                                                                           | 9,57±0,48                                                                            | 9,77±1,54                                                                              |
| Kepenų masė, g                                | 53,18±3,49                                                         | 49,45±1,46                                                       | 56,67±3,87                                                                           | 63,73±5,11                                                                           | 62,80±5,96                                                                             |
| Skrandžio (be kutikulos) su riebalais masė, g | 28,58±1,72                                                         | 25,24±1,82                                                       | 23,91±2,53                                                                           | 25,83±1,03                                                                           | 25,15±1,44                                                                             |
| Skrandžio (be kutikulos) be riebalų masė, g   | 18,51±1,03                                                         | 17,21±1,62                                                       | 17,04±1,55                                                                           | 17,83±1,55                                                                           | 18,11±1,17                                                                             |
| Šlaunelių raumenų masė (su kaulu ir oda), g   | 210,66±14,14                                                       | 205,83±11,00                                                     | 234,19±6,15                                                                          | 237,96±8,84                                                                          | 229,15±5,29                                                                            |
| Blauzdelių raumenų masė (su kaulu ir oda), g  | 181,95±6,12                                                        | 184,63±10,79                                                     | 191,64 ±11,07                                                                        | 190,20±9,37                                                                          | 189,41±8,45                                                                            |
| Šlaunelių masė (be kaulo ir odos), g          | 166,44±17,50                                                       | 159,41±12,14                                                     | 193,05±4,92                                                                          | 181,57±16,45                                                                         | 184,57±5,30                                                                            |
| Blauzdelių raumenų masė (be kaulų ir oda), g  | 129,44±5,23                                                        | 142,36±16,85                                                     | 138,66±10,27                                                                         | 145,29±12,80                                                                         | 128,94±9,24                                                                            |
| Krūtinės raumenų masė be odos, g              | 400,94±12,55                                                       | 365,74±20,10                                                     | 446,40 ±13,15*                                                                       | 423,63±19,65                                                                         | 456,41 ±36,47                                                                          |
| Abdominalinių riebalų masė, g                 | 10,42±1,85                                                         | 17,66±5,75                                                       | 15,28±3,49                                                                           | 18,41±3,42*                                                                          | 17,03±5,03                                                                             |
| Krūtinės keteros ilgis, cm                    | 9,66±0,52                                                          | 10,50±0,25                                                       | 11,08±0,37*                                                                          | 10,20±0,45                                                                           | 9,80±0,72                                                                              |
| Šlaunikaulio ilgis, cm                        | 8,72±0,45                                                          | 7,92±0,29                                                        | 8,22±0,21                                                                            | 8,64±0,20                                                                            | 8,54±0,20                                                                              |
| Blauzdikaulio ilgis, cm                       | 11,44±0,88                                                         | 11,38±0,46                                                       | 11,58±0,46                                                                           | 11,36±0,27                                                                           | 11,46±0,40                                                                             |
| Karkaso masė su kaulu ir raumenų likučiais, g | 414,25±18,82                                                       | 398,95±30,90                                                     | 408,49 ±27,36                                                                        | 376,39±25,51                                                                         | 396,65 ±14,68                                                                          |
| Krūtinės raumenų išeiga, %                    | 29,40±0,44                                                         | 28,55±0,51                                                       | 31,24±0,36                                                                           | 30,56±0,31                                                                           | 32,26±0,92                                                                             |
| Kojų raumenų išeiga,%                         | 21,70±0,49                                                         | 23,54±0,67                                                       | 23,20±0,55                                                                           | 23,63±0,83                                                                           | 22,33±0,76                                                                             |
| Riebalų išeiga, %                             | 0,76±13,45                                                         | 1,01±0,47                                                        | 1,07±0,24                                                                            | 1,33±0,25                                                                            | 0,97±0,46                                                                              |
| Skerdenos mėsingumo rodiklis (M)              | 23,37±19,04                                                        | 22,37±1,06                                                       | 25,18±0,49                                                                           | 24,92±1,32                                                                           | 25,94±1,97                                                                             |
| Mėsos kvapas                                  | Būdingas paukštienai kvapas                                        |                                                                  |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                        |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

**3.2.12 lentelė.** *Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų cheminei sudėčiai, proc.*

|                     | Kontrolinė grupė                                                            | I tiriamoji grupė                                                          | II tiriamoji grupė                                                                                   | III tiriamoji grupė                                                                                  | IV tiriamoji grupė                                                                                    |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parametrai          | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |
| Sausosios medžiagos | 21,75±1,47                                                                  | 19,70±1,52                                                                 | 17,98±0,93                                                                                           | 21,10±1,94                                                                                           | 19,31±1,48                                                                                            |
| Baltymai            | 20,02±1,39                                                                  | 17,84±1,50                                                                 | 16,34±0,90                                                                                           | 19,27±1,74                                                                                           | 17,45±1,19                                                                                            |
| Riebalai            | 0,73±0,09                                                                   | 0,94±0,17                                                                  | 0,82±0,11                                                                                            | 0,98±0,15                                                                                            | 1,02±0,29                                                                                             |
| Pelenai             | 0,92±0,08                                                                   | 0,88±0,10                                                                  | 0,74±0,03                                                                                            | 0,75±0,09                                                                                            | 0,74±0,05                                                                                             |

Analizuojant sausųjų medžiagų kiekį viščiukų broilerių krūtinės raumenyse (3.2.12 lentelė), didžiausias pokytis pastebėtas II tiriamojame grupėje. Sausųjų medžiagų čia buvo 3,77 proc. mažiau, nei kontrolinės grupės viščiukų broilerių krūtinės raumenyse ( $p>0,05$ ). IV tiriamojame grupėje šis rodiklis buvo 2,44 proc. mažesnis palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Likusių tiriamųjų grupių paukščių krūtinės raumenyse sausųjų medžiagų buvo nuo 0,65 iki 2,05 proc. mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Mažiausias baltymų kiekis viščiukų broilerių krūtinės raumenyse rasta II tiriamojame grupėje, t. y. 3,68 proc. mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Likusiose tiriamosiose grupėse šis rodiklis taip pat mažėjo nuo 0,75 iki 2,57 proc. ( $p>0,05$ ).

Analizuojant riebalų kiekį viščiukų broilerių krūtinėlių mėsoje nustatyta, kad visose tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo didesnis už kontrolinės grupės nuo 0,09 iki 0,29 proc. ( $p>0,05$ ).

Daugiausia pelenų buvo kontrolinės grupės viščiukų broilerių krūtinės raumenyse. Likusiose tiriamosiose grupėse pelenų kiekis turėjo tendenciją mažėti ( $p>0,05$ ).

**3.2.13 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų seleno ir vitamino E kiekiui, mg/kg

|             | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Parametrai  | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Selenas     | 0,42±0,05                                                          | 1,49±0,18*                                                        | 1,51±0,07*                                                                            | 1,26±0,21*                                                                            | 0,87±0,11*                                                                             |
| Vitaminas E | 0,03±0,00                                                          | 0,03±0,00                                                         | 0,04±0,00*                                                                            | 0,06±0,04                                                                             | 0,03±0,00                                                                              |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant duomenis apie seleno kiekį viščiukų broilerių krūtinės raumenyse (3.2.13 lentelė) nustatyta, kad šio priedo I tiriamojame grupėje buvo 1,07 mg/kg (p<0,05); II – 1,09 mg/kg (p<0,05); III – 0,84 mg/kg (p<0,05) ir IV tiriamojame grupėje – 0,45 mg/kg (p<0,05) daugiau palyginti su kontroline grupe. Vitamino E kiekis broilerių krūtinės raumenyse padidėjo nuo 0,01 mg/kg iki 0,03 mg/kg (p>0,05).

**3.2.14 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų pH dinamikai

|                       | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Bandymo tarpsnis val. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| 0                     | 5,98±0,10                                                          | 5,96±0,06                                                         | 5,91±0,06                                                                             | 5,94±0,01                                                                             | 5,89±0,05                                                                              |
| 24                    | 6,01±0,08                                                          | 5,94±0,07                                                         | 5,84±0,06                                                                             | 5,94±0,03                                                                             | 5,91±0,08                                                                              |
| 48                    | 5,96±0,07                                                          | 5,94±0,12                                                         | 5,85±0,06                                                                             | 5,93±0,03                                                                             | 5,86±0,05                                                                              |
| 72                    | 6,01±0,09                                                          | 5,98±0,08                                                         | 5,86±0,06                                                                             | 6,00±0,06                                                                             | 5,91±0,07                                                                              |

Mūsų atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad tuoj po skerdimo (3.2.14 lentelė) (0 val.) krūtinės raumenų pH kito neženkiai, t. y. buvo 0,02–0,09 punkto mažesnis palyginti su kontroline grupe (p>0,05). Analizuojant gautus rezultatus po skerdimo praėjus 24 val., didžiausias skirtumas pastebėtas II tiriamojame grupėje. pH čia buvo 0,17 punkto (p>0,05) mažesnis palyginti su kontroline grupe. Likusių grupių paukščių šis rodiklis buvo 0,07–0,10 punkto mažesnis palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

Praėjus 48 val. po skerdimo, viščiukų broilerių krūtinės raumenų pH I ir III tiriamųjų grupių kito nežymiai, o II ir IV tiriamųjų grupių šis rodiklis buvo mažesnis nuo 0,10 iki 0,11 punkto palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Praėjus 72 val. po skerdimo, pH dinamika viščiukų broilerių krūtinės raumenyse visose tiriamosiose grupėse sumažėjo 0,01–0,15 punkto palyginti su kontroline grupe. Statistiškai patikimų skirtumų nenustatyta.

**3.2.15 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių kojų raumenų pH dinamikai

| Bandymo tarpsnis val. | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| 0                     | 6,06±0,06                                                          | 5,93±0,03                                                         | 5,98±0,10                                                                             | 6,09±0,10                                                                             | 5,94±0,11                                                                              |
| 24                    | 5,93±0,02                                                          | 5,90±0,04                                                         | 6,08±0,13                                                                             | 5,94±0,06                                                                             | 5,91±0,08                                                                              |
| 48                    | 6,05±0,07                                                          | 5,93±0,07                                                         | 6,11±0,15                                                                             | 5,97±0,05                                                                             | 5,90±0,08                                                                              |
| 72                    | 6,31±0,25                                                          | 6,05±0,12                                                         | 6,10±0,11                                                                             | 6,12±0,06                                                                             | 6,02±0,12                                                                              |

Analizuojant viščiukų broilerių kojų raumenų pH (3.2.15 lentelė) galima pastebėti, kad tuoj pat po skerdimo mėsos pH vertė I, II ir IV tiriamosiose grupėse buvo 0,08–0,13 punkto mažesnė už kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ). III tiriamojoje grupėje minėtas rodiklis padidėjo 0,03 punkto palyginti su kontroline grupe. Praėjus 24 val. po skerdimo, viščiukų broilerių kojų raumenų pH kito neženkiai, išskyrus II tiriamąją grupę. Šios grupės paukščių kojų raumenų pH kito 0,15 punkto daugiau nei kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ).

Analizuojant duomenis, gautus praėjus po skerdimo 48 val., didžiausias pH skirtumas pastebėtas IV tiriamojoje grupėje – 0,15 punkto mažesnis palyginti su kontroline grupe, o II tiriamojoje grupėje šis rodiklis buvo 0,06 punkto didesnis už kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ).

Paskutiniu mėsos brendimo tarpsniu, t. y. praėjus po skerdimo 72 val., pastebėti didžiausi kojų raumenų pH skirtumai. Visose tiriamosiose grupėse mėsos pH sumažėjo nuo 0,19 iki 0,29 punkto palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

**3.2.16 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų riebalų rūgščių kiekiui, proc., nuo viso riebalų rūgščių kiekio, proc., (šviežios mėsos)

|                 | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Riebalų rūgštys | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Miristino       | 0,44±0,07                                                          | 0,42±0,33                                                         | 0,39±0,81                                                                             | 0,38±0,96                                                                             | 0,36±0,01                                                                              |
| Palmitino       | 22,77±0,19                                                         | 22,43±0,12                                                        | 22,29±0,28                                                                            | 22,32±0,42                                                                            | 23,04±0,41                                                                             |
| Palmitoleino    | 4,17±0,30                                                          | 3,73±0,22                                                         | 4,00±0,28                                                                             | 3,87±0,24                                                                             | 3,86±0,29                                                                              |
| Heksadekaeno    | 0,31±0,02                                                          | 0,29±0,03                                                         | 0,29±0,03                                                                             | 0,27±0,01                                                                             | 0,26±0,01                                                                              |
| Heptadekaeno    | 0,17±0,01                                                          | 0,21±0,02                                                         | 0,19±0,01                                                                             | 0,17±0,01                                                                             | 0,18±0,02                                                                              |
| Stearino        | 6,14±0,19                                                          | 6,76±0,36                                                         | 6,27±0,30                                                                             | 6,44±0,32                                                                             | 7,08±0,19*                                                                             |
| Oleino          | 38,03±0,43                                                         | 33,82±0,48*                                                       | 35,80±0,79                                                                            | 35,42±0,85                                                                            | 34,21±1,15                                                                             |
| Linolo          | 20,87±0,95                                                         | 23,16±0,59*                                                       | 23,01±1,75                                                                            | 22,67±0,90                                                                            | 21,23±0,77                                                                             |
| α linoleno      | 1,51±0,10                                                          | 1,56±0,08                                                         | 1,57±0,16                                                                             | 1,57±0,13                                                                             | 1,40±0,08                                                                              |
| Arachido        | 0,11±0,03                                                          | 0,08±0,01                                                         | 0,07±0,00                                                                             | 0,07±0,01                                                                             | 0,07±0,01                                                                              |
| Eikozodieno     | 0,24±0,02                                                          | 0,34±0,02                                                         | 0,25±0,02                                                                             | 0,29±0,02                                                                             | 0,30±0,02                                                                              |
| Eikozatrieno    | 0,20±0,02                                                          | 0,38±0,02                                                         | 0,26±0,05                                                                             | 0,28±0,03                                                                             | 0,38±0,06                                                                              |
| Arachidono      | 0,77±0,03                                                          | 1,26±0,17*                                                        | 0,93±0,14                                                                             | 1,06±0,29                                                                             | 1,36±0,17*                                                                             |
| Eikozopentaeno  | 0,18±0,02                                                          | 0,27±0,03*                                                        | 0,19±0,03                                                                             | 0,26±0,05                                                                             | 0,34±0,06*                                                                             |
| Dokozopentaeno  | 0,29±0,08                                                          | 0,56±0,07*                                                        | 0,42±0,08                                                                             | 0,42±0,09                                                                             | 0,57±0,08*                                                                             |
| Dokozoheksaeno  | 0,37±0,10                                                          | 0,68±0,07*                                                        | 0,46±0,07                                                                             | 0,57±0,14                                                                             | 0,75±0,13*                                                                             |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant duomenis apie riebalų rūgščių kiekį viščiukų broilerių krūtinės raumenyse (3.2.16 lentelė) nustatyta, kad selenas ir vitaminas E viščiukų broilerių kombinuotuosiuose lesaluose padidino stearino (0,13–0,94 proc.), linolo (0,36–2,29 proc.), eikozatrieno (0,06–0,18 proc.), arachidono (0,16–0,59 proc.), dokozapentaeno (0,13–0,28 proc.), dokozoheksaeno (0,09–0,38 proc.) riebalų rūgščių kiekį tiriamųjų viščiukų krūtinės raumenyse.

Minėti priedai sumažino miristino (0,02–0,08 proc.), heksadekaeno (0,02–0,05 proc.), palmitoleino (0,17–0,44 proc.), oleino (2,23–4,21 proc.), arachido (0,03–0,04 proc.) riebalų rūgščių kiekį tiriamųjų grupių viščiukų broilerių krūtinės raumenyse.

**3.2.17 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų riebalų rūgščių kiekiui, proc., nuo viso riebalų rūgščių kiekio, proc. (po 3 mėn. sandėliavimo)

|                 | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Riebalų rūgštys | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Miristino       | 0,40±0,01                                                          | 0,40±0,02                                                         | 0,41±0,02                                                                             | 0,40±0,02                                                                             | 0,43±0,04                                                                              |
| Palmitino       | 22,96±0,17                                                         | 22,40±0,24                                                        | 22,61±0,26                                                                            | 23,08±0,34                                                                            | 23,56±0,16*                                                                            |
| Palmitoleino    | 4,09±0,36                                                          | 4,01±0,09                                                         | 3,98±0,23                                                                             | 4,07±0,19                                                                             | 3,99±0,35                                                                              |
| Heksadekaeno    | 0,31±0,02                                                          | 0,29±0,03                                                         | 0,28±0,03                                                                             | 0,27±0,01                                                                             | 0,27±0,01                                                                              |
| Heptadekaeno    | 0,16±0,00                                                          | 0,18±0,01*                                                        | 0,17±0,01                                                                             | 0,15±0,01                                                                             | 0,17±0,01                                                                              |
| Stearino        | 6,09±0,24                                                          | 6,18±0,12                                                         | 6,22±0,17                                                                             | 6,11±0,17                                                                             | 6,41±0,26                                                                              |
| Oleino          | 36,50±0,85                                                         | 33,67±0,53*                                                       | 35,62±1,37                                                                            | 35,55±1,02                                                                            | 35,91±0,94                                                                             |
| Linolo          | 21,62±0,64                                                         | 24,09±0,51*                                                       | 23,23±1,34                                                                            | 22,59±0,73                                                                            | 21,35±1,09                                                                             |
| α linoleno      | 1,46±0,05                                                          | 1,63±0,04*                                                        | 1,61±0,09                                                                             | 1,57±0,07                                                                             | 1,41±0,13                                                                              |
| Arachido        | 0,08±0,01                                                          | 0,08±0,01                                                         | 0,08±0,01                                                                             | 0,07±0,01                                                                             | 0,07±0,00                                                                              |
| Eikozodieno     | 0,25±0,02                                                          | 0,31±0,02                                                         | 0,25±0,02                                                                             | 0,25±0,02                                                                             | 0,23±0,02                                                                              |
| Eikozatrieno    | 0,25±0,03                                                          | 0,29±0,02                                                         | 0,21±0,03                                                                             | 0,21±0,03                                                                             | 0,25±0,06                                                                              |
| Arachidono      | 0,82±0,08                                                          | 1,08±0,05*                                                        | 0,80±0,11                                                                             | 0,87±0,17                                                                             | 0,88±0,18                                                                              |
| Eikozopentaeno  | 0,21±0,01                                                          | 0,24±0,02                                                         | 0,19±0,03                                                                             | 0,22±0,03                                                                             | 0,24±0,05                                                                              |
| Dokozopentaeno  | 0,38±0,05                                                          | 0,49±0,05                                                         | 0,32±0,04                                                                             | 0,33±0,06                                                                             | 0,37±0,08                                                                              |
| Dokoheksaeno    | 0,47±0,06                                                          | 0,59±0,07                                                         | 0,38±0,07                                                                             | 0,44±0,08                                                                             | 0,48±0,13                                                                              |

\*Skirtumai statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant riebalų rūgščių kiekį viščiukų broilerių krūtinės raumenyse (3.2.17 lentelė) po 3 mėn., nustatyta, kad seleno ir vitamino E priedai padidino stearino (0,02–0,32 proc.), linolo (0,97 (p>0,05)–2,47 proc. (p<0,05)), alfa linoleno (0,11 (p>0,05) – 0,17 proc. (p<0,05)), arachidono (0,05 proc. (p>0,05)–0,26 proc. (p<0,05)) riebalų rūgščių kiekį palyginti su kontroline grupe.

Riebalų rūgščių palmitino (0,02–0,11 proc.), heksadekaeno (0,02–0,04 proc.), oleino (0,59 proc. (p>0,05)–2,83 proc. (p<0,05)) kiekis sumažėjo palyginti su kontroline grupe.

Kitoms riebalų rūgštims seleno ir vitamino E kiekis įtakos neturėjo.

Analizuojant duomenis apie sočiasias riebalų rūgštis (3.2.18 lentelė), didžiausias pokytis pastebėtas IV tiriamosios grupės viščiukų broilerių krūtinės raumenyse. Čia jų buvo 1,39 proc. (p<0,05) daugiau palyginti su kontroline grupe. Didžiausias mononesočiųjų riebalų rūgščių kiekis buvo

kontrolinėje grupėje, likusiose grupėse šių rūgščių kiekis sumažėjo nuo 2,49 proc. iki 4,57 proc. ( $p < 0,05$ ).

**3.2.18 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų riebalų rūgščių kiekiui, proc., nuo viso riebalų rūgščių kiekio, proc., (šviežios mėsos)

| Riebalų rūgštys         | Kontrolinė grupė                                                   | I tiriamoji grupė                                                 | II tiriamoji grupė                                                                    | III tiriamoji grupė                                                                   | IV tiriamoji grupė                                                                     |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Σ SRR Sočiosios         | 29,61±0,11                                                         | 29,93±0,29                                                        | 29,24±0,48                                                                            | 29,46±0,56                                                                            | 31,00±0,60*                                                                            |
| Σ MNRR Mononesočiosios  | 45,31±0,60                                                         | 40,74±0,51*                                                       | 42,82±1,07*                                                                           | 42,37±1,12*                                                                           | 41,30±1,37*                                                                            |
| Σ PNRR Polinesočiosios  | 24,76±0,75                                                         | 28,75±0,50*                                                       | 27,50±1,62                                                                            | 27,63±0,82*                                                                           | 26,92±0,91                                                                             |
| Neidentifikuota RR suma | 0,31±0,11                                                          | 0,58±0,09*                                                        | 0,44±0,14                                                                             | 0,54±0,15                                                                             | 0,78±0,10*                                                                             |
| Iš viso C16:1           | 4,48±0,31                                                          | 4,02±0,21                                                         | 4,30±0,28                                                                             | 4,14±0,24                                                                             | 4,12±0,29                                                                              |
| Iš viso C18:1           | 39,97±0,48                                                         | 35,89±0,46*                                                       | 37,80±0,95*                                                                           | 37,51±0,90*                                                                           | 36,48±1,13*                                                                            |
| Σ trans izomerai        | 0,22±0,04                                                          | 0,32±0,04                                                         | 0,26±0,05                                                                             | 0,30±0,04                                                                             | 0,36±0,03*                                                                             |
| Σ SRR/Σ MNRR            | 0,65±0,01                                                          | 0,74±0,01*                                                        | 0,68±0,01*                                                                            | 0,70±0,03*                                                                            | 0,75±0,04*                                                                             |
| Σ PNRR/Σ SRR            | 0,84±0,03                                                          | 0,96±0,02*                                                        | 0,94±0,07*                                                                            | 0,94±0,03*                                                                            | 0,87±0,03                                                                              |
| Σ SRR/Σ UFA             | 0,42±0,00                                                          | 0,43±0,01                                                         | 0,42±0,01                                                                             | 0,42±0,01                                                                             | 0,45±0,01*                                                                             |
| Σ n-3                   | 2,48±0,14                                                          | 3,33±0,13*                                                        | 2,80±0,08*                                                                            | 3,05±0,24*                                                                            | 3,31±0,25*                                                                             |
| Σ n-6                   | 22,28±0,87                                                         | 25,42±0,48*                                                       | 24,70±1,62                                                                            | 24,58±0,76*                                                                           | 23,60±0,78                                                                             |
| Σ(n-6)/Σ(n-3)           | 9,08±0,87                                                          | 7,68±0,34                                                         | 8,85±0,61                                                                             | 8,20±0,58                                                                             | 7,22±0,44*                                                                             |
| AI                      | 0,35±0,01                                                          | 0,35±0,00                                                         | 0,34±0,01                                                                             | 0,34±0,01                                                                             | 0,36±0,01                                                                              |
| TI                      | 0,71±0,00                                                          | 0,69±0,01*                                                        | 0,69±0,02*                                                                            | 0,68±0,02                                                                             | 0,72±0,01                                                                              |
| h/H                     | 2,75±0,05                                                          | 2,76±0,01                                                         | 2,83±0,07                                                                             | 2,81±0,07                                                                             | 2,64±0,08                                                                              |

\*Skirtumai statistiškai patikimi;  $p < 0,05$ .

Šios rūgštys aktyviai dalyvauja ląstelių medžiagų apykaitoje ir yra vienos iš būtiniausių nervų ląstelių komponentų, dalyvauja reguliuojant cholesterolio kiekį žmogaus organizme, jos gali sumažinti mažo tankio lipoproteinų cholesterolio kiekį organizme, taip pat ir širdies ligų tikimybę. Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis padidėjo 2,16 ( $p > 0,05$ )–3,99 proc.

( $p < 0,05$ ) palyginti su kontroline grupe. Analizuojant duomenis apie neidentifikuotas riebalų rūgštis, statistiškai patikimi skirtumai gauti I ir IV tiriamosiose grupėse.

Suminis n-3 riebalų rūgščių kiekis tiriamosiose grupėse padidėjo 0,32–0,85 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ).

Analizuojant n-6 riebalų rūgščių kiekį matyti, kad jis padidėjo nuo 1,32 proc. ( $p > 0,05$ ) iki 3,14 proc. ( $p < 0,05$ ).

Omega-3 ir omega-6 riebalų rūgščių santykis visose tiriamosiose grupėse sumažėjo nuo 0,23 proc. ( $p > 0,05$ ) iki 1,86 proc. ( $p < 0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

Analizuojant aterogeniškumo ir trombogeniškumo indekso duomenis (3.2.18 lentelė), ryškaus skirtumo nenustatyta.

**3.2.19 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų riebalų rūgščių kiekiui, proc., nuo viso riebalų rūgščių kiekio, proc. (po 3 mėn. sandėliavimo)

| Riebalų rūgštys               | Kontrolinė grupė<br>0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | I tiriamoji grupė<br>0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | II tiriamoji grupė<br>0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | III tiriamoji grupė<br>0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | IV tiriamoji grupė<br>0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Sigma$ SRR Sočiosios        | 29,75±0,34                                                                      | 29,32±0,37                                                                      | 29,51±0,44                                                                                           | 29,84±0,39                                                                                            | 30,74±0,41                                                                                            |
| $\Sigma$ MNRR Mononesočiosios | 43,86±0,88                                                                      | 40,75±0,58*                                                                     | 42,52±0,74                                                                                           | 42,66±1,22                                                                                            | 43,01±1,21                                                                                            |
| $\Sigma$ PNRR Polinesočiosios | 25,88±0,78                                                                      | 29,27±0,48*                                                                     | 27,42±1,61                                                                                           | 26,93±1,02                                                                                            | 25,66±1,22                                                                                            |
| Neidentifikuota RR suma       | 0,51±0,08                                                                       | 0,66±0,06                                                                       | 0,56±0,06                                                                                            | 0,57±0,13                                                                                             | 0,59±0,09                                                                                             |
| Iš viso C16:1                 | 4,41±0,36                                                                       | 4,30±0,09                                                                       | 4,25±0,23                                                                                            | 4,35±0,19                                                                                             | 4,26±0,35                                                                                             |
| Iš viso C18:1                 | 38,72±0,85                                                                      | 35,72±0,51*                                                                     | 37,57±1,37                                                                                           | 37,61±1,10                                                                                            | 38,02±0,92                                                                                            |
| $\Sigma$ trans-izomerai       | 0,27±0,02                                                                       | 0,35±0,03*                                                                      | 0,29±0,01                                                                                            | 0,30±0,03                                                                                             | 0,32±0,04                                                                                             |
| $\Sigma$ SRR/ $\Sigma$ MNRR   | 0,68±0,02                                                                       | 0,72±0,02                                                                       | 0,70±0,03                                                                                            | 0,70±0,03                                                                                             | 0,72±0,02                                                                                             |
| $\Sigma$ PNRR/ $\Sigma$ SRR   | 0,87±0,03                                                                       | 1,00±0,02*                                                                      | 0,93±0,06                                                                                            | 0,90±0,03                                                                                             | 0,84±0,06                                                                                             |
| $\Sigma$ SRR/ $\Sigma$ UFA    | 0,43±0,01                                                                       | 0,42±0,01                                                                       | 0,42±0,01                                                                                            | 0,43±0,01                                                                                             | 0,45±0,01                                                                                             |
| $\Sigma$ n-3                  | 2,69±0,14                                                                       | 3,16±0,13*                                                                      | 2,66±0,20                                                                                            | 2,73±0,18                                                                                             | 2,66±0,24                                                                                             |
| $\Sigma$ n-6                  | 23,19±0,68                                                                      | 26,11±0,46*                                                                     | 24,76±1,43                                                                                           | 24,19±0,86                                                                                            | 23,00±1,07                                                                                            |
| $\Sigma(n-6)/\Sigma(n-3)$     | 8,66±0,32                                                                       | 8,30±0,36                                                                       | 9,36±0,28                                                                                            | 8,94±0,40                                                                                             | 8,79±0,55                                                                                             |
| IA                            | 0,35±0,00                                                                       | 0,34±0,01                                                                       | 0,35±0,01                                                                                            | 0,35±0,01                                                                                             | 0,37±0,01*                                                                                            |
| IT                            | 0,71±0,01                                                                       | 0,67±0,01*                                                                      | 0,70±0,02                                                                                            | 0,71±0,01                                                                                             | 0,74±0,01                                                                                             |
| h/H                           | 2,72±0,03                                                                       | 2,79±0,05                                                                       | 2,78±0,05                                                                                            | 2,70±0,05                                                                                             | 2,61±0,04*                                                                                            |

\*Skirtumai statistiškai patikimi;  $p < 0,05$ .

Analizuojant duomenis apie sočiųjų riebalų rūgščių pokytį (3.2.19 lentelė) viščių broilerių krūtinės raumenyse po 3 mėnesių sandėliavimo, esminių skirtumų nenustatyta. Mažiausiai mononesočiųjų riebalų rūgščių buvo I tiriamojame grupėje, 3,11 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ). Polinesočiųjų riebalų rūgščių kiekis visose tiriamosiose grupėse turėjo tendenciją didėti. Daugiausia šių riebalų rūgščių buvo I tiriamojame grupėje – 3,39 proc. daugiau palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ). Likusiose tiriamosiose grupėse statistiškai patikimo skirtumo nenustatyta.

Didžiausias suminis polinesočiųjų ir sočiųjų riebalų rūgščių santykis nustatytas I tiriamojame grupėje – 0,13 proc. ( $p < 0,05$ ) didesnis palyginti su kontroline grupe. Tarp sočiųjų ir mononesočiųjų bei sočiųjų ir nesočiųjų riebalų rūgščių santykio esminių skirtumų tarp grupių nenustatyta.

Omega-3 ir omega-6 riebalų rūgščių santykis (3.2.19 lentelė) II, III ir IV tiriamųjų grupių buvo 0,13–0,70 proc. didesnis už kontrolinės grupės ( $p > 0,05$ ). I tiriamojame grupėje šių riebalų rūgščių santykis buvo 0,36 proc. mažesnis palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ ).

**3.2.20 lentelė.** Seleno ir vitamino E įtaka viščių broilerių krūtinės raumenų lipidų oksidacijos laipsniui (TBARS kiekiui) šviežios mėsos, po 3 mėn. ir po 6 mėn. sandėliavimo ( $\mu\text{mol/kg}$ )

| Laikotarpis    | Kontrolinė grupė                                            | I tiriamoji grupė                                          | II tiriamoji grupė                                                             | III tiriamoji grupė                                                            | IV tiriamoji grupė                                                              |
|----------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,5 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–35 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 1–21 d. | 0,15 mg/kg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 0,35 mg/kg SeMet + 40 mg vit. E 22–35 d. |
| Šviežios mėsos | 0,34±0,07                                                   | 0,42±0,14                                                  | 0,47±0,08*                                                                     | 0,32±0,05                                                                      | 0,41±0,15                                                                       |
| 3 mėn.         | 1,89±0,15                                                   | 1,62±0,38                                                  | 1,15±0,42**                                                                    | 1,40±0,47                                                                      | 0,56±0,05**                                                                     |
| 6 mėn.         | 0,54±0,08                                                   | 0,71±0,09                                                  | 0,73±0,15                                                                      | 0,65±0,23                                                                      | 0,62±0,09                                                                       |

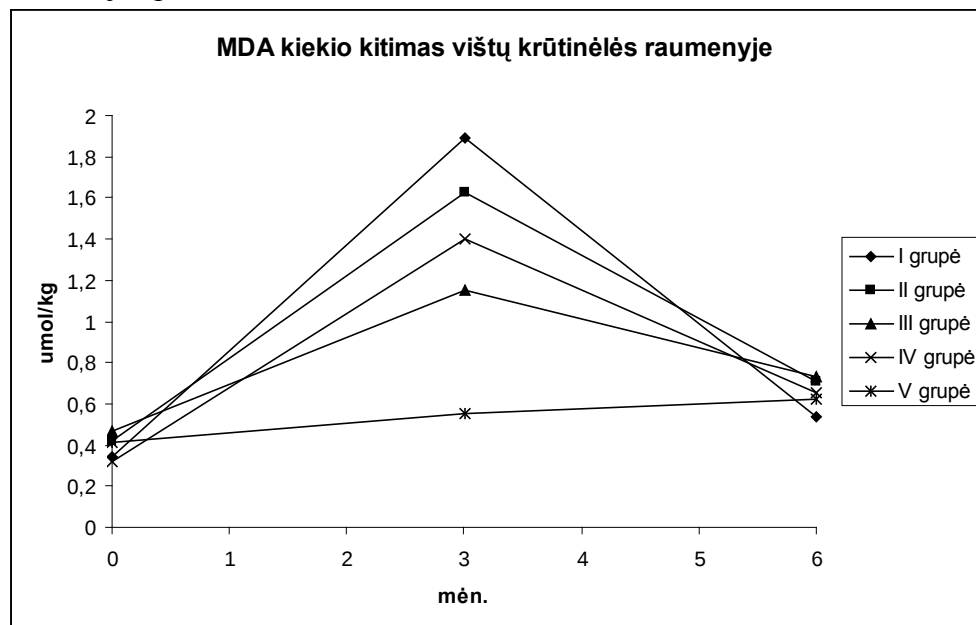
\*Skirtumai statistiškai patikimi;  $p < 0,05$ .

\*\*Skirtumai statistiškai patikimi;  $p < 0,001$ .

Analizuojant duomenis apie Se ir vitamino E įtaką viščių broilerių krūtinės raumenų malondialdehidų kiekiui (3.2.20 lentelė) šviežios mėsos, esminių skirtumų tarp kontrolinės ir tiriamųjų grupių nenustatyta. Tiriant mėginius po 3 mėn. sandėliavimo, didžiausias pokytis nustatytas II ir IV tiriamųjų grupių mėsoje. Malondialdehidų čia buvo 39 proc. ir 70 proc.

mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,001$ ). Po 6 mėn. sandėliavimo mažiausias TBARS kiekis nustatytas kontrolinės grupės mėginiuose. Tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo nuo 15 iki 35 proc. didesnis palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ ).

3.2.1 pav. pavaizduota malonildialdehidų kiekio kaita po 3 mėn. ir 6 mėn. mėsos sandėliavimo. Ši malonildialdehidų koncentracijos dinamika susijusi su oksidacijos procesais, kurių metu atsiranda tretiniai riebalų oksidacijos produktai.



**3.2.1 pav.** *Se ir vitamino E įtaka viščių broilerių krūtinėlių malonildialdehidų kiekiui*

Analizuojant duomenis apie malonildialdehidų kiekį viščių broilerių krūtinės raumenyse per visą laikotarpį, t. y. nuo šviežios mėsos iki 6 mėn. sandėliavimo, mažiausi pokyčiai pastebėti V tiriamojoje grupėje, t. y. nuo 0,4 iki 0,5  $\mu\text{mol/kg}$  palyginti su kontroline grupe. Didžiausi pokyčiai nustatyti I grupėje – nuo 0,4 iki 1,9  $\mu\text{mol/kg}$ . Po 3 mėn. sandėliavimo malonildialdehidų koncentracija tiriamųjų grupių viščių broilerių krūtinėlėse palyginti su kontroline grupe buvo 0,27–1,33  $\mu\text{mol/kg}$  mėsos. Vadinasi, į lesalus įmaišytas selenas ir vitaminas E stabdė viščių broilerių krūtinės raumenų riebalų oksidacijos procesus. Analizuodami malonildialdehidų koncentraciją mėsoje po 6 mėn. sandėliavimo, nustatėme, kad tiriamosiose grupėse minėtas rodiklis buvo 0,08–0,19  $\mu\text{mol/kg}$  didesnis ( $p > 0,05$ ).

**3.3. Organinio ir neorganinio seleno įtaka viščiukų broilerių  
juslinėms ir tekstūrinėms savybėms lesinant šiais priedais  
skirtingais broilerių auginimo periodais  
(kontrolinės grupės ir I tiriamosios grupės palyginimai)**

Neorganinio seleno kiekis lesaluose reikšmingos įtakos šviežių krūtinės raumenų juslinėms savybėms neturėjo (3.3.1 lentelė). Nenustatyta, kad būtų atsiradę pašalinis skonis ar kvapas, mėginiuose intensyviai jautėsi virtai viščiuko mėsa būdingas kvapas ir skonis. Mėginių skonio, kvapo, tekstūros priimtumas nesiskyrė, todėl ir bendras priimtumas buvo vienodas.

**3.3.1 lentelė. Laikymo trukmės ir neorganinio seleno kiekio lesaluose įtaka krūtinės raumenų juslinėms savybėms**

| Savybė                      | Laikymo trukmė                                                                 |    |                                                                               |    |                                                                                   |   |                                                                               |   |                                                                                   |   |                                                                               |   |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0                                                                              |    |                                                                               |    | 3                                                                                 |   |                                                                               |   | 6                                                                                 |   |                                                                               |   |
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15<br>mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15<br>mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 108,25                                                                         | a  | 109,00                                                                        | a  | 117,00                                                                            | a | 115,00                                                                        | a | 116,50                                                                            | a | 109,88                                                                        | a |
| Viščiuko kvapas             | 107,63                                                                         | a  | 105,13                                                                        | a  | 120,25                                                                            | a | 115,38                                                                        | a | 112,50                                                                            | a | 97,63                                                                         | a |
| Pašalinis kvapas            | 28,88                                                                          | a  | 29,13                                                                         | a  | 16,50                                                                             | a | 18,13                                                                         | a | 22,88                                                                             | a | 29,13                                                                         | a |
| Spalvos intensyvumas        | 46,25                                                                          | b  | 39,50                                                                         | b  | 30,38                                                                             | a | 35,25                                                                         | a | 49,50                                                                             | b | 46,13                                                                         | b |
| Kietumas                    | 82,50                                                                          | a  | 69,75                                                                         | a  | 83,63                                                                             | a | 80,00                                                                         | a | 80,88                                                                             | a | 77,13                                                                         | a |
| Pluoštiškumas               | 86,25                                                                          | a  | 86,38                                                                         | a  | 94,75                                                                             | a | 94,25                                                                         | a | 79,75                                                                             | a | 71,00                                                                         | a |
| Sultingumas                 | 50,00                                                                          | a  | 58,00                                                                         | a  | 34,88                                                                             | a | 48,00                                                                         | a | 48,88                                                                             | a | 46,38                                                                         | a |
| Susikramtymas               | 89,63                                                                          | a  | 88,25                                                                         | a  | 88,00                                                                             | a | 82,88                                                                         | a | 93,88                                                                             | a | 89,00                                                                         | a |
| Gurgždumas                  | 76,13                                                                          | a  | 70,75                                                                         | a  | 51,00                                                                             | a | 50,00                                                                         | a | 68,13                                                                             | a | 62,50                                                                         | a |
| Pojūtis burnoje             | 24,38                                                                          | a  | 23,88                                                                         | a  | 19,75                                                                             | a | 20,88                                                                         | a | 26,75                                                                             | a | 27,63                                                                         | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 103,75                                                                         | a  | 107,63                                                                        | a  | 111,38                                                                            | a | 113,88                                                                        | a | 105,38                                                                            | a | 103,38                                                                        | a |
| Skonio sodrumas             | 95,38                                                                          | ab | 97,63                                                                         | ab | 108,13                                                                            | b | 110,75                                                                        | b | 88,63                                                                             | a | 86,50                                                                         | a |
| Viščiuko skonis             | 101,75                                                                         | a  | 104,63                                                                        | a  | 117,63                                                                            | a | 115,63                                                                        | a | 103,38                                                                            | a | 98,88                                                                         | a |
| Pašalinis skonis            | 23,88                                                                          | a  | 26,25                                                                         | a  | 17,38                                                                             | a | 16,38                                                                         | a | 24,13                                                                             | a | 24,88                                                                         | a |
| Liekamasis skonis           | 75,63                                                                          | a  | 79,75                                                                         | a  | 74,75                                                                             | a | 75,63                                                                         | a | 62,75                                                                             | a | 61,38                                                                         | a |
| Kvapo priimtumas            | 106,63                                                                         | a  | 104,38                                                                        | a  | 126,13                                                                            | a | 125,38                                                                        | a | 116,88                                                                            | a | 111,50                                                                        | a |
| Skonio priimtumas           | 109,75                                                                         | a  | 107,00                                                                        | a  | 125,50                                                                            | a | 125,00                                                                        | a | 109,13                                                                            | a | 103,75                                                                        | a |
| Tekstūros priimtumas        | 102,13                                                                         | ab | 100,00                                                                        | ab | 112,63                                                                            | b | 113,13                                                                        | b | 91,00                                                                             | a | 90,00                                                                         | a |
| Bendras priimtumas          | 104,25                                                                         | a  | 109,63                                                                        | a  | 119,88                                                                            | b | 122,88                                                                        | b | 101,88                                                                            | a | 100,13                                                                        | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05)

Sandėliuojant mėginius 3 mėn., skirtumo tarp krūtinės raumenų mėginių skonio, kvapo ar tekstūros savybių neatsirado, pašalinis kvapas ir/ar skonis neišryškėjo (3.3.1 lentelė). Mėginių skonis, kvapas ir tekstūra vertinta kaip labai priimtini, todėl ir bendras priimtinumas buvo aukštas.

Po 6 mėn. laikymo tarp mėginių juslinių savybių priklausomai nuo neorganinio seleno kiekio lesaluose skirtumo nenustatyta. Pašalinis skonis ar kvapas neatsirado.

Laikymo metu mėginių kvapo savybių intensyvumas nesumažėjo. 3 mėn. sandėliuotų mėginių spalvos intensyvumas vertintas kaip mažiausias. Tą patvirtino ir instrumentinių spalvos tyrimų duomenys (3.3.1 lentelė). Kadangi 6 mėn. sandėliuotų krūtinėlių spalva vėl vertinta kaip tokio paties intensyvumo, kaip ir šviežių mėginių, nėra aišku, ar šis spalvos skirtumas atsirado dėl lesalų sudėties.

Nors skaitinės tekstūros vertės neparodė reikšmingų tekstūros savybių pokyčių laikymo metu, vertintojų komentaruose pastebima, kad 6 mėn. sandėliuotos mėsos tekstūra buvo blogesnė, nei šviežesnių mėginių, o tai aiškiai patvirtino ir mažiausias 6 mėn. laikytų mėginių tekstūros priimtumas. Šis tekstūros priimtumas priklausė ne nuo neorganinio seleno kiekio lesaluose, o nuo krūtinės raumenų laikymo trukmės. Taigi, parenkant laikymo režimą, reikėtų įvertinti galimą skerdenos, sandėliuotos ilgiau kaip 3 mėn., tekstūros pablogėjimą.

Skonio savybės laikymo metu reikšmingai nekito, išskyrus skonio sodrumą, kuris 3 mėn. laikytų mėginių buvo intensyvesnis, nei sandėliuotų 6 mėn. Šis skirtumas taip pat susijęs ne su neorganinio seleno kiekiu lesaluose, o su mėginių laikymo trukme.

Tiriant neorganinio seleno kiekio lesaluose įtaką kojų raumenų mėginių juslinėms savybėms, matyti, kad tokia įtaka nenustatyta (3.3.2 lentelė) nei šviežiams, nei sandėliuotiems mėginiais. Taip pat nenustatyta, kad padidėjus seleno kiekiui lesaluose būtų atsiradęs pašalinis skonis arba kvapas.

**3.3.2 lentelė. Laikymo trukmės ir neorganinio seleno kiekio lesaluose įtaka kojų raumenų juslinėms savybėms**

| Savybė                      | Laikymo trukmė, mėn.                                                           |    |                                                                               |   |                                                                                |    |                                                                               |    |                                                                                   |    |                                                                               |   |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0                                                                              |    |                                                                               |   | 3                                                                              |    |                                                                               |    | 6                                                                                 |    |                                                                               |   |
|                             | Grupė                                                                          |    |                                                                               |   |                                                                                |    |                                                                               |    |                                                                                   |    |                                                                               |   |
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15<br>mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |    | 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E<br>1–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 113,38                                                                         | a  | 109,25                                                                        | a | 115,63                                                                         | a  | 112,00                                                                        | a  | 111,63                                                                            | a  | 108,13                                                                        | a |
| Viščiuko kvapas             | 114,50                                                                         | a  | 111,00                                                                        | a | 109,63                                                                         | a  | 111,88                                                                        | a  | 104,50                                                                            | a  | 100,13                                                                        | a |
| Pašalinis kvapas            | 23,63                                                                          | a  | 22,75                                                                         | a | 22,50                                                                          | a  | 19,13                                                                         | a  | 26,63                                                                             | ab | 28,50                                                                         | b |
| Spalvos intensyvumas        | 65,63                                                                          | a  | 66,50                                                                         | a | 71,75                                                                          | a  | 72,50                                                                         | a  | 75,75                                                                             | a  | 68,50                                                                         | a |
| Kietumas                    | 64,38                                                                          | a  | 57,00                                                                         | a | 66,75                                                                          | a  | 65,50                                                                         | a  | 72,38                                                                             | a  | 64,50                                                                         | a |
| Pluoštiškumas               | 65,63                                                                          | a  | 62,38                                                                         | a | 54,75                                                                          | a  | 70,38                                                                         | a  | 56,25                                                                             | a  | 56,63                                                                         | a |
| Sultingumas                 | 83,13                                                                          | a  | 74,50                                                                         | a | 67,38                                                                          | a  | 75,63                                                                         | a  | 69,00                                                                             | a  | 60,75                                                                         | a |
| Susikramtymas               | 75,13                                                                          | a  | 77,00                                                                         | a | 80,13                                                                          | ab | 83,00                                                                         | ab | 88,50                                                                             | b  | 85,50                                                                         | b |
| Gurgždumas                  | 70,38                                                                          | a  | 68,88                                                                         | a | 62,25                                                                          | a  | 66,00                                                                         | a  | 61,75                                                                             | a  | 60,50                                                                         | a |
| Pojūtis burnoje             | 60,38                                                                          | a  | 54,63                                                                         | a | 54,88                                                                          | a  | 65,50                                                                         | a  | 59,00                                                                             | a  | 54,25                                                                         | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 109,75                                                                         | a  | 107,63                                                                        | a | 108,00                                                                         | a  | 108,00                                                                        | a  | 104,13                                                                            | a  | 102,25                                                                        | a |
| Skonio sodrumas             | 103,50                                                                         | b  | 100,50                                                                        | b | 106,75                                                                         | b  | 106,13                                                                        | b  | 82,75                                                                             | a  | 81,25                                                                         | a |
| Viščiuko skonis             | 110,38                                                                         | b  | 107,88                                                                        | b | 103,13                                                                         | b  | 108,00                                                                        | a  | 91,50                                                                             | a  | 94,25                                                                         | a |
| Pašalinis skonis            | 22,00                                                                          | a  | 35,00                                                                         | a | 21,00                                                                          | a  | 20,88                                                                         | a  | 28,38                                                                             | a  | 30,00                                                                         | a |
| Liekamasis skonis           | 80,00                                                                          | a  | 77,63                                                                         | a | 77,25                                                                          | a  | 85,75                                                                         | a  | 66,38                                                                             | a  | 69,63                                                                         | a |
| Kvapo priimtumas            | 108,88                                                                         | bc | 113,38                                                                        | c | 117,25                                                                         | a  | 121,88                                                                        | a  | 108,38                                                                            | a  | 105,13                                                                        | a |
| Skonio priimtumas           | 110,75                                                                         | a  | 112,00                                                                        | a | 113,88                                                                         | a  | 115,50                                                                        | a  | 100,88                                                                            | a  | 99,75                                                                         | a |
| Tekstūros priimtumas        | 116,25                                                                         | a  | 114,88                                                                        | b | 107,00                                                                         | a  | 110,25                                                                        | a  | 98,38                                                                             | a  | 104,25                                                                        | a |
| Bendras priimtumas          | 112,75                                                                         | a  | 114,88                                                                        | a | 114,50                                                                         | a  | 118,00                                                                        | a  | 99,75                                                                             | a  | 99,88                                                                         | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Laikymo metu pakito tik kai kurios kojų raumenų mėginių juslinės savybės. 6 mėn. sandėliuotuose mėginiuose stipriau nei šviežiuose mėginiuose ( $p < 0,05$ ) buvo jaučiamas pašalinis kvapas, kurį vertintojai apibūdino kaip „apkartusių, pasenusių riebalų“. Nors nenustatyta, kad laikymo trukmė būtų pakeitusi mėsos kietumą ar pluoštiškumą, susikramtymo vertė reikšmingai ( $p < 0,05$ ) pailgėjo. Vadinas, reikėjo daugiau pastangų sukramtyti mėginius iki tinkamos nuryti būklės. Nors bendras skonio intensyvumas laikymo metu nepakito, skonio sodrumas ( $p < 0,01$ ) ir virtai viščiuko mėsai būdingas skonis ( $p < 0,05$ ) 6 mėn. sandėliuotų mėginių buvo jaučiamas silpniau nei šviežių mėginių. Nors vertinant mėginių skonio, kvapo ir tekstūros priimtumą reikšmingos laikymo įtakos priimtinumui nenustatyta, tam tikrą priimtumo mažėjimo tendenciją rodo gautos skaitinės vertės (3.3.2 lentelė).

3.3.3 lentelėje pateikti instrumentinio spalvos charakteristikų vertinimo duomenys rodo, kad žalių krūtinės raumenų mėginiai, kuriuose seleno buvo 0,15 mg, buvo šviesesni ( $p < 0,001$ ) (didesnė  $L^*$ ) už mėginius su 0,5 mg seleno tiriant tiek šviežius, tiek sandėliuotus 3 ir 6 mėnesius mėginius. Vadinas, neorganinio seleno kiekis turėjo įtakos žalios mėsos spalvai.

Tiriant virtus mėginius nenustatyta, kad seleno kiekis lesaluose būtų daręs įtaką šiai spalvos charakteristikai. Tą patvirtino ir juslinis spalvos vertinimas (3.3.3 lentelė).

**3.3.3 lentelė.** Instrumentiniu būdu nustatytos krūtinės raumenų mėginių spalvos charakteristikos

| Neorganinio<br>seleno kiekis,<br>mg                                  | Žalia                |   |       |   |       |   | Virta                |   |       |    |       |   |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|---|-------|---|-------|---|----------------------|---|-------|----|-------|---|
|                                                                      | Laikymo trukmė, mėn. |   |       |   |       |   | Laikymo trukmė, mėn. |   |       |    |       |   |
|                                                                      | 0                    |   | 3     |   | 6     |   | 0                    |   | 3     |    | 6     |   |
| $L^*$                                                                |                      |   |       |   |       |   |                      |   |       |    |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 55,17                | b | 46,87 | a | 54,13 | b | 78,55                | b | 74,86 | a  | 79,23 | b |
| 0,5 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 50,50                | b | 41,82 | a | 49,87 | b | 76,57                | b | 71,57 | a  | 79,20 | b |
| $a^*$                                                                |                      |   |       |   |       |   |                      |   |       |    |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 5,22                 | c | 3,99  | b | 2,53  | a | 2,84                 | b | 2,93  | b  | 2,01  | a |
| 0,5 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 6,03                 | c | 5,75  | b | 2,67  | a | 2,97                 | b | 2,84  | ab | 2,61  | a |
| $b^*$                                                                |                      |   |       |   |       |   |                      |   |       |    |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 6,41                 | a | 7,76  | c | 7,38  | b | 13,80                | b | 11,18 | a  | 14,40 | c |
| 0,5 mg/kg<br>$\text{Na}_2\text{SeO}_3 +$<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 7,44                 | c | 6,03  | a | 7,05  | b | 13,88                | b | 12,18 | a  | 13,88 | b |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Analizuojant laikymo trukmės įtaką šviesumui, reikšmingai skyrėsi tiek žalių, tiek virtų 3 mėn. laikytų mėginių šviesumas. Šie mėginiai buvo tamsesni ( $p < 0,01$ ) nei švieži ar 6 mėn. sandėliuoti.

Kai lesaluose buvo 0,5 mg seleno, pastebėta tendencija, kad tokie mėginiai buvo rausvesni ( $a^*$ ), išskyrus 6 mėn. sandėliuotos žalios mėsos mėginius ir šviežius bei 3 mėn. sandėliuotus virtus mėginius. Tačiau nustatyta, kad laikymo metu rausvumas blanksta ir tiek virti, tiek žali šviežios mėsos mėginiai buvo rausvesni, nei sandėliuoti 6 mėn. ( $p < 0,001$ ). Žalių ir virtų mėginių gelsvumo charakteristika ( $b^*$ ) skyrėsi (3.3.3 lentelė), tačiau negalima pastebėti jos aiškios priklausomybės nuo seleno kiekio lesaluose. Jei šviežios, 3 ir 6 mėn. sandėliuotų mėginių gelsvumas buvo blankesnis ( $p < 0,001$ ) padidėjus seleno kiekiui, tai šviežiuose mėginiuose pastebima atvirkštinė priklausomybė. Virtuose mėginiuose aiškios seleno kiekio įtakos gelsvumui taip pat nenustatyta. Nėra aiški ir laikymo įtaka šiai spalvos charakteristikai, nes matyti nemažas skaitinių verčių svyravimas. Tai gali būti susiję su paklaidomis, atsirandančiomis dėl sunkumų ruošiant identiškus mėginius.

Tiriant žalių kojų raumenų mėginių spalvos charakteristikas (3.3.4 lentelė) galima teigti, kad, padidėjus seleno kiekiui lesaluose, švieži ir 3 mėn. sandėliuoti mėginiai buvo šviesesni ( $p < 0,01$ ) su labiau išreikštu raudonu atspalviu ( $p < 0,01$ ). Gelsvumo charakteristikai neorganinio seleno kiekio įtaka nėra aiški, nes 3 mėn. sandėliuotų mėginių gelsvumas padidėjus seleno kiekiui išryškėjo, o šviežių ir 6 mėn. sandėliuotų – nublanko. Laikymo įtaka žalių mėginių spalvos charakteristikoms taip ir nėra aiški, mat tiek šviesumas, tiek gelsvumas 3 mėn. sandėliuotų mėginių buvo blankiausias ( $p < 0,001$ ).

Virtų kojų raumenų šviesumas (3.3.4 lentelė) skyrėsi tik šviežių mėginių. Padidėjus seleno kiekiui mėginių šviesumas nublanko, analogiškai kaip ir žalių mėginių. Išlaikius mėginius 3 ir 6 mėn., seleno kiekio įtaka virtų mėginių šviesumui nenustatyta.

3 mėn. laikyti mėginiai skyrėsi nuo kitų ir rausvumo charakteristika. Jei šviežių ir 6 mėn. sandėliuotų mėginių rausvumas intensyvėjo didėjant seleno kiekiui, tai 3 mėn. laikytų mėginių – blanko. Tuo tarpu gelsvumo charakteristikai seleno kiekio įtaka buvo aiškiai matyti: padidėjus seleno kiekiui gelsvumas blyško ( $p < 0,001$ ).

**3.3.4 lentelė. Instrumentiniu būdu nustatytos kojų raumenų mėginių spalvos charakteristikos**

| Neorganinio<br>seleno kiekis,<br>mg                                         | Žalia                |   |       |   |       |   | Virta                |    |       |   |       |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|-------|---|-------|---|----------------------|----|-------|---|-------|---|
|                                                                             | Laikymo trukmė, mėn. |   |       |   |       |   | Laikymo trukmė, mėn. |    |       |   |       |   |
|                                                                             | 0                    |   | 3     |   | 6     |   | 0                    |    | 3     |   | 6     |   |
| L*                                                                          |                      |   |       |   |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 51,17                | b | 45,72 | a | 51,50 | b | 76,11                | c  | 65,00 | b | 51,50 | a |
| 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 48,25                | b | 38,84 | a | 52,03 | b | 65,93                | b  | 66,74 | b | 52,03 | a |
| a*                                                                          |                      |   |       |   |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 15,65                | c | 6,39  | a | 11,36 | b | 4,05                 | a  | 4,84  | b | 11,36 | c |
| 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 16,04                | b | 13,30 | a | 13,64 | a | 10,42                | b  | 3,96  | a | 13,64 | c |
| b*                                                                          |                      |   |       |   |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. | 15,86                | c | 6,23  | a | 13,80 | b | 13,39                | ab | 13,10 | a | 13,80 | b |
| 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d.  | 12,28                | b | 6,75  | a | 11,68 | b | 12,84                | c  | 12,39 | b | 11,68 | a |

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Neorganinio seleno kiekis lesaluose, priešingai nei laikymo trukmė, neturėjo reikšmingos įtakos ( $p > 0,05$ ) krūtinės ir kojų raumenų defrostavimo nuostoliams (3.3.5 lentelė). Tačiau ilgiau laikant kojų raumenų mėginius, defrostavimo nuostoliai padidėjo nuo vidutiniškai 3,3 proc. iki maždaug 4,7 proc.

**3.3.5 lentelė. Krūtinės ir kojų raumenų defrostavimo nuostoliai, proc.**

| Neorganinio seleno kiekis, mg                                           | Krūtinėlės           |       |       | Šlaunelės            |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|----------------------|------|------|
|                                                                         | Laikymo trukmė, mėn. |       |       | Laikymo trukmė, mėn. |      |      |
|                                                                         | 0                    | 3     | 6     | 0                    | 3    | 6    |
| 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg<br>vit. E 1–35 d. | –                    | 10,99 | 10,61 | –                    | 3,36 | 5,01 |
| 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg<br>vit. E 1–35 d.  | –                    | 11,04 | 10,79 | –                    | 3,23 | 4,74 |

**3.3.6 lentelė. Krūtinės ir kojų raumenų virimo nuostoliai, proc.**

| Neorganinio seleno kiekis, mg                                           | Krūtinėlės           |       |       | Šlaunelės            |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|                                                                         | Laikymo trukmė, mėn. |       |       | Laikymo trukmė, mėn. |       |       |
|                                                                         | 0                    | 3     | 6     | 0                    | 3     | 6     |
| 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg<br>vit. E 1–35 d. | 25,40                | 30,13 | 29,29 | 33,61                | 33,65 | 31,45 |
| 0,5 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg<br>vit. E 1–35 d.  | 24,97                | 30,32 | 28,32 | 32,72                | 32,40 | 31,04 |

Nenustatyta, kad seleno kiekis būtų turėjęs reikšmingos įtakos virimo nuostoliams. 3 ir 6 mėn. sandėliuotų krūtinės raumenų virimo nuostoliai sudarė apie 30 proc. (3.3.6 lentelė), o šviežių – apie 25 proc. Kojų raumenų virimo nuostoliai šviežių ir 3 mėn. sandėliuotų mėginių sudarė apie 33 proc., o laikytų 6 mėn. – apie 31 proc. Šį skirtumą galima paaiškinti tuo, kad ilgiau laikyti mėginiai nemažai vandens prarado laikymo metu. Tą parodė ir defrostavimo nuostoliai (3.3.6 lentelė).

Instrumentiniai tekstūros tyrimai parodė, kad neorganinio seleno kiekis lesaluose turėjo įtakos mėsos kietumui ( $p<0,05$ ), tąsumui ( $p<0,001$ ), stangrumui ( $p<0,001$ ). Padidėjus seleno kiekiui, šviežios mėsos kietumas, tąsumas ir stangrumas suintensyvėjo, o tiriant atšildytą mėsą, nustatyta priešinga tendencija, t. y. padidėjus seleno kiekiui lesaluose, mėsa tapo ne tokia kieta, stangri ir tąsi (3.3.7 lentelė).

3.3.7 lentelės duomenys rodo, kad žalios mėsos kietumas nepriklausė nuo seleno kiekio lesaluose, ir ši tendencija išliko mėginius laikant. Tačiau matyti aiški tendencija, kad laikomi mėginiai kietėjo.

### 3.3.7 lentelė. Instrumentiniai krūtinėlių tekstūros rodikliai

| Neorganinio seleno kiekis, mg                                     | Laikymo trukmė, mėn. |   |        |   |        |   |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|---|--------|---|--------|---|
|                                                                   | 0                    |   | 3      |   | 6      |   |
| Kietumas, N                                                       |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 33,68                | a | 64,99  | b | 76,97  | b |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 36,15                | b | 55,17  | a | 67,62  | a |
| Riškumas, santykis                                                |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 0,88                 | a | 0,88   | a | 0,82   | a |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 0,89                 | a | 0,84   | a | 0,83   | a |
| Tąsumas, N                                                        |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 12,93                | a | 24,79  | b | 24,73  | b |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 16,22                | b | 19,57  | a | 14,74  | a |
| Tampumas, mm                                                      |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 5,84                 | a | 5,73   | a | 5,99   | a |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 6,28                 | a | 6,32   | a | 5,78   | a |
| Stangrumas                                                        |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 75,61                | a | 156,63 | b | 148,23 | b |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 102,01               | b | 123,68 | a | 85,26  | a |
| Kietumas, WB vertė, N                                             |                      |   |        |   |        |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d. | 24,53                | a | 26,32  | a | 35,21  | a |
| 0,5 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1–35 d.  | 27,02                | a | 22,43  | a | 33,21  | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

### (Kontrolinės grupės, II, III ir IV tiriamosios grupės palyginimai)

Kai lesalų sudėtis buvo keičiama, pridėdant organinio seleno arba skirtingą laikotarpį viščiukus lesinant pakeistais lesalais, šviežių krūtinės raumenų skonio, kvapo ir tekstūros savybės statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p > 0,05$ ) (3.3.8 lentelė). Šviežiuose mėginiuose nebuvo jaučiamas pašalinis skonis ar kvapas, todėl visi mėginiai vertinti kaip vienodai priimtini.

**3.3.8 lentelė.** Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka šviežių krūtinės raumenų juslinėms savybėms

| Savybė                      | Grupės                                                                      |   |                                                                                                  |   |                                                                                                      |   |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +40 mg<br>vit. E 1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit.<br>E 22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 108,25                                                                      | a | 109,25                                                                                           | a | 110,50                                                                                               | a | 109,63                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 107,63                                                                      | a | 103,13                                                                                           | a | 107,13                                                                                               | a | 105,88                                                                                                | a |
| Pašalinis kvapas            | 28,88                                                                       | a | 26,50                                                                                            | a | 27,00                                                                                                | a | 27,38                                                                                                 | a |
| Spalvos intensyvumas        | 46,25                                                                       | a | 42,88                                                                                            | a | 42,63                                                                                                | a | 57,38                                                                                                 | a |
| Kietumas                    | 82,50                                                                       | a | 64,25                                                                                            | a | 77,88                                                                                                | a | 86,50                                                                                                 | a |
| Pluoštiškumas               | 86,25                                                                       | a | 79,13                                                                                            | a | 89,75                                                                                                | a | 92,63                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 50,00                                                                       | a | 63,38                                                                                            | a | 50,88                                                                                                | a | 54,00                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 89,63                                                                       | a | 81,13                                                                                            | a | 89,75                                                                                                | a | 91,50                                                                                                 | a |
| Gurgždumas                  | 76,13                                                                       | a | 73,88                                                                                            | a | 73,13                                                                                                | a | 76,13                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 24,38                                                                       | a | 24,25                                                                                            | a | 22,25                                                                                                | a | 22,00                                                                                                 | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 103,75                                                                      | a | 108,63                                                                                           | a | 104,13                                                                                               | a | 110,38                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 95,38                                                                       | a | 98,00                                                                                            | a | 93,25                                                                                                | a | 100,50                                                                                                | a |
| Viščiuko skonis             | 101,75                                                                      | a | 102,25                                                                                           | a | 102,50                                                                                               | a | 104,25                                                                                                | a |
| Pašalinis skonis            | 23,88                                                                       | a | 24,88                                                                                            | a | 22,38                                                                                                | a | 23,63                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 75,63                                                                       | a | 78,13                                                                                            | a | 78,25                                                                                                | a | 76,88                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtinumumas        | 106,63                                                                      | a | 103,88                                                                                           | a | 104,38                                                                                               | a | 105,00                                                                                                | a |
| Skonio priimtinumumas       | 109,75                                                                      | a | 107,88                                                                                           | a | 104,25                                                                                               | a | 104,38                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtinumumas    | 102,13                                                                      | a | 101,00                                                                                           | a | 88,38                                                                                                | a | 87,38                                                                                                 | a |
| Bendras priimtinumumas      | 104,25                                                                      | a | 105,38                                                                                           | a | 99,50                                                                                                | a | 98,75                                                                                                 | a |

3 mėn. sandėliuotų mėginių juslinės savybės skyrėsi priklausomai nuo naudotų lesalų ar lesinimo trukmės (3.3.9 lentelė). I grupės mėginių virtam viščiukui būdingas kvapas buvo juntamas intensyviau ( $p < 0,05$ ) nei kitų, tačiau tas neturėjo reikšmingos įtakos šios grupės mėginių kvapo priimtinumui.

III grupės krūtinėlių mėginiai, išlaikyti 3 mėn., nuo kitų grupių mėginių skyrėsi mažiausiu kietumu ( $p < 0,01$ ) ir didžiausiu sultingumu ( $p < 0,05$ ). Gali būti, kad vertintojų pajustas sultingumas buvo siejamas ir su minkštumu. Kitomis skonio, kvapo ar tekstūros savybėmis III grupės mėginiai nesiskyrė nuo I ir IV grupių mėginių.

**3.3.9 lentelė. Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka  
3 mėn. sandėliuotų krūtinės raumenų juslinėms savybėms**

| Savybė                      | Grupės                                                                      |    |                                                                                                      |   |                                                                                                      |    |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 117,00                                                                      | a  | 111,63                                                                                               | a | 111,38                                                                                               | a  | 113,88                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 120,25                                                                      | b  | 114,00                                                                                               | a | 110,00                                                                                               | a  | 109,00                                                                                                | a |
| Pašalinis kvapas            | 16,50                                                                       | a  | 17,88                                                                                                | a | 20,25                                                                                                | ab | 22,50                                                                                                 | b |
| Spalvos intensyvumas        | 30,38                                                                       | ab | 23,00                                                                                                | a | 27,88                                                                                                | ab | 33,13                                                                                                 | b |
| Kietumas                    | 83,63                                                                       | b  | 64,63                                                                                                | a | 82,88                                                                                                | b  | 82,75                                                                                                 | b |
| Pluoštiškumas               | 94,75                                                                       | a  | 95,88                                                                                                | a | 96,13                                                                                                | a  | 97,88                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 34,88                                                                       | a  | 51,88                                                                                                | b | 35,00                                                                                                | a  | 45,13                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 88,00                                                                       | ab | 79,75                                                                                                | a | 89,25                                                                                                | ab | 95,75                                                                                                 | b |
| Gurgždumas                  | 51,00                                                                       | a  | 51,63                                                                                                | a | 49,88                                                                                                | a  | 48,25                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 19,75                                                                       | a  | 20,75                                                                                                | a | 20,50                                                                                                | a  | 25,63                                                                                                 | b |
| Bendras skonio intensyvumas | 111,38                                                                      | a  | 112,38                                                                                               | a | 109,88                                                                                               | a  | 113,50                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 108,13                                                                      | a  | 109,25                                                                                               | a | 107,38                                                                                               | a  | 108,25                                                                                                | a |
| Viščiuko skonis             | 117,63                                                                      | a  | 112,75                                                                                               | a | 111,38                                                                                               | a  | 110,88                                                                                                | a |
| Pašalinis skonis            | 17,38                                                                       | a  | 16,88                                                                                                | a | 18,00                                                                                                | a  | 20,63                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 74,75                                                                       | a  | 66,00                                                                                                | a | 71,75                                                                                                | a  | 73,50                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtumas            | 126,13                                                                      | a  | 127,25                                                                                               | a | 124,50                                                                                               | a  | 122,00                                                                                                | a |
| Skonio priimtumas           | 125,50                                                                      | a  | 122,75                                                                                               | a | 123,00                                                                                               | a  | 119,00                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtumas        | 112,63                                                                      | b  | 118,88                                                                                               | b | 108,50                                                                                               | b  | 94,88                                                                                                 | a |
| Bendras priimtumas          | 119,88                                                                      | b  | 123,00                                                                                               | b | 117,38                                                                                               | b  | 106,38                                                                                                | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Labiausiai nuo visų grupių išsiskyrė 3 mėn. laikyti V grupės mėginiai, kurie pasižymėjo didžiausiu pojūčiu burnoje (riebaltingumu). Tai sumažino šių mėginių tekstūros, o kartu – ir bendrą priimtumą (3.3.9 lentelė).

Laikant mėginius 6 mėn., pašalinis kvapas ar skonis neišryškėjo, skirtumų tarp visų keturių grupių juslinių savybių neatsirado, tačiau ženkliai sumažėjo tekstūros priimtumas palyginti su šviežiais ir 3 mėn. sandėliuotais mėginiais (3.3.10 lentelė).

**3.3.10 lentelė. Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka 6 mėn. sandėliuotų krūtinės raumenų juslinėms savybėms**

| Savybė                      | Grupės                                                                      |    |                                                                                                      |   |                                                                                                      |   |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 116,50                                                                      | a  | 114,50                                                                                               | a | 115,00                                                                                               | a | 113,25                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 112,50                                                                      | a  | 110,13                                                                                               | a | 107,75                                                                                               | a | 107,13                                                                                                | a |
| Pašalinis kvapas            | 22,88                                                                       | a  | 33,13                                                                                                | a | 28,13                                                                                                | a | 24,13                                                                                                 | a |
| Spalvos intensyvumas        | 49,50                                                                       | a  | 46,00                                                                                                | a | 43,75                                                                                                | a | 57,13                                                                                                 | a |
| Kietumas                    | 80,88                                                                       | a  | 84,13                                                                                                | a | 66,13                                                                                                | a | 92,75                                                                                                 | a |
| Pluoštiškumas               | 79,75                                                                       | a  | 80,00                                                                                                | a | 69,13                                                                                                | a | 87,38                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 48,88                                                                       | a  | 46,38                                                                                                | a | 47,88                                                                                                | a | 49,38                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 93,88                                                                       | a  | 97,88                                                                                                | a | 89,75                                                                                                | a | 102,75                                                                                                | a |
| Gurgždumas                  | 68,13                                                                       | a  | 65,75                                                                                                | a | 59,75                                                                                                | a | 59,63                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 26,75                                                                       | a  | 29,13                                                                                                | a | 29,25                                                                                                | a | 27,13                                                                                                 | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 105,38                                                                      | a  | 103,63                                                                                               | a | 101,50                                                                                               | a | 100,88                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 88,63                                                                       | a  | 85,63                                                                                                | a | 85,13                                                                                                | a | 87,13                                                                                                 | a |
| Viščiuko skonis             | 103,38                                                                      | a  | 98,13                                                                                                | a | 98,63                                                                                                | a | 98,13                                                                                                 | a |
| Pašalinis skonis            | 24,13                                                                       | a  | 25,88                                                                                                | a | 23,00                                                                                                | a | 25,25                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 62,75                                                                       | a  | 64,63                                                                                                | a | 63,88                                                                                                | a | 64,00                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtumas            | 116,88                                                                      | a  | 112,63                                                                                               | a | 112,75                                                                                               | a | 111,63                                                                                                | a |
| Skonio priimtumas           | 109,13                                                                      | a  | 100,88                                                                                               | a | 105,75                                                                                               | a | 106,75                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtumas        | 91,00                                                                       | ab | 75,63                                                                                                | a | 96,00                                                                                                | b | 75,25                                                                                                 | a |
| Bendras priimtumas          | 101,88                                                                      | a  | 92,13                                                                                                | a | 103,25                                                                                               | a | 92,13                                                                                                 | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Šviežių kojų raumenų juslinėms savybėms lesalai turėjo reikšmingą įtaką (3.3.11 lentelė). IV grupės mėginiuose silpniau buvo juntamas virtam viščiukui būdingas kvapas, intensyviau nei I ir V grupių mėsoje buvo jaučiamas nebūdingas kvapas, todėl šios grupės mėginių kvapas buvo mažiau priimtinas nei I ir V grupių. V grupės mėsa vertinta kaip kiečiausia ( $p < 0,01$ ) ir ilgiausiai kramtoma ( $p < 0,05$ ), tačiau tai nepablogino jos tekstūros priimtumo.

Nepaisant tam tikrų svyravimų vertinant atskiras juslines savybes, visų mėginių skonis ir tekstūra buvo vienodai priimtini.

**3.3.11 lentelė. Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka šviežių kojų raumenų juslinėms savybėms**

| Savybė                      | Grupės                                                                     |    |                                                                                                      |    |                                                                                                      |   |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit.E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 113,38                                                                     | a  | 109,38                                                                                               | a  | 106,25                                                                                               | a | 112,50                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 114,50                                                                     | b  | 104,63                                                                                               | ab | 100,25                                                                                               | a | 112,75                                                                                                | b |
| Pašalinis kvapas            | 23,63                                                                      | a  | 39,38                                                                                                | b  | 37,75                                                                                                | b | 22,25                                                                                                 | a |
| Spalvos intensyvumas        | 65,63                                                                      | b  | 61,75                                                                                                | ab | 52,88                                                                                                | a | 73,50                                                                                                 | b |
| Kietumas                    | 64,38                                                                      | ab | 55,25                                                                                                | a  | 52,88                                                                                                | a | 72,25                                                                                                 | b |
| Pluoštiškumas               | 65,63                                                                      | a  | 64,25                                                                                                | a  | 60,88                                                                                                | a | 71,75                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 83,13                                                                      | a  | 80,63                                                                                                | a  | 81,13                                                                                                | a | 68,50                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 75,13                                                                      | ab | 71,13                                                                                                | a  | 68,88                                                                                                | a | 82,88                                                                                                 | b |
| Gurgždumas                  | 70,38                                                                      | a  | 72,38                                                                                                | a  | 65,50                                                                                                | a | 76,75                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 60,38                                                                      | a  | 55,63                                                                                                | a  | 56,38                                                                                                | a | 60,38                                                                                                 | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 109,75                                                                     | a  | 109,00                                                                                               | a  | 104,38                                                                                               | a | 114,75                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 103,50                                                                     | a  | 101,63                                                                                               | a  | 98,88                                                                                                | a | 104,38                                                                                                | a |
| Viščiuko skonis             | 110,38                                                                     | a  | 106,50                                                                                               | a  | 100,63                                                                                               | a | 110,38                                                                                                | a |
| Pašalinis skonis            | 22,00                                                                      | a  | 29,88                                                                                                | a  | 28,50                                                                                                | a | 24,25                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 80,00                                                                      | a  | 74,63                                                                                                | a  | 77,75                                                                                                | a | 82,75                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtinumumas        | 108,88                                                                     | b  | 94,75                                                                                                | ab | 91,50                                                                                                | a | 112,00                                                                                                | b |
| Skonio priimtinumumas       | 110,75                                                                     | a  | 107,00                                                                                               | a  | 104,50                                                                                               | a | 105,88                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtinumumas    | 116,25                                                                     | a  | 108,88                                                                                               | a  | 109,75                                                                                               | a | 101,88                                                                                                | a |
| Bendras priimtinumumas      | 112,75                                                                     | a  | 103,38                                                                                               | a  | 105,00                                                                                               | a | 109,63                                                                                                | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Sandėliuojant mėginius 3 mėn., I, III ir IV grupės kojų raumenų juslinės savybės nesiskyrė (3.3.12 lentelė). Tik V grupės paukštiena buvo vertinama kaip kietesnė ( $p < 0,01$ ) ir ilgiau kramtoma ( $p < 0,05$ ), tačiau tas neturėjo įtakos šios grupės tekstūros priimtinumui vertinti.

**3.3.12 lentelė.** Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka 3 mėn. sandėliuotų kojų raumenų juslinėms savybėms

| Savybė                      | Grupės                                                                      |    |                                                                                                      |    |                                                                                                      |   |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |    | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 115,63                                                                      | a  | 111,13                                                                                               | a  | 113,25                                                                                               | a | 108,75                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 109,63                                                                      | a  | 109,25                                                                                               | a  | 111,50                                                                                               | a | 106,25                                                                                                | a |
| Pašalinis kvapas            | 22,50                                                                       | a  | 21,63                                                                                                | a  | 20,25                                                                                                | a | 22,63                                                                                                 | a |
| Spalvos intensyvumas        | 71,75                                                                       | a  | 66,88                                                                                                | a  | 68,00                                                                                                | a | 76,25                                                                                                 | a |
| Kietumas                    | 66,75                                                                       | ab | 61,75                                                                                                | ab | 49,50                                                                                                | a | 79,25                                                                                                 | b |
| Pluoštiškumas               | 54,75                                                                       | a  | 65,50                                                                                                | a  | 56,00                                                                                                | a | 66,75                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 67,38                                                                       | a  | 71,25                                                                                                | a  | 79,63                                                                                                | a | 55,50                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 80,13                                                                       | a  | 82,63                                                                                                | a  | 77,38                                                                                                | a | 91,88                                                                                                 | b |
| Gurgždumas                  | 62,25                                                                       | a  | 63,75                                                                                                | a  | 63,50                                                                                                | a | 69,50                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 54,88                                                                       | a  | 54,38                                                                                                | a  | 66,75                                                                                                | a | 50,25                                                                                                 | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 108,00                                                                      | a  | 110,00                                                                                               | a  | 103,38                                                                                               | a | 102,13                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 106,75                                                                      | a  | 106,88                                                                                               | a  | 101,38                                                                                               | a | 98,25                                                                                                 | a |
| Viščiuko skonis             | 103,13                                                                      | a  | 104,88                                                                                               | a  | 103,38                                                                                               | a | 101,50                                                                                                | a |
| Pašalinis skonis            | 21,00                                                                       | a  | 22,63                                                                                                | a  | 21,13                                                                                                | a | 22,25                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 77,25                                                                       | a  | 76,25                                                                                                | a  | 81,13                                                                                                | a | 76,88                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtumas            | 117,25                                                                      | a  | 112,50                                                                                               | a  | 121,63                                                                                               | a | 114,13                                                                                                | a |
| Skonio priimtumas           | 113,88                                                                      | a  | 115,38                                                                                               | a  | 112,63                                                                                               | a | 108,75                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtumas        | 107,00                                                                      | a  | 108,38                                                                                               | a  | 116,50                                                                                               | a | 102,75                                                                                                | a |
| Bendras priimtumas          | 114,50                                                                      | a  | 116,13                                                                                               | a  | 117,13                                                                                               | a | 114,63                                                                                                | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

Po 6 mėn. sandėliavimo lesalų įtaka kojų raumenų mėginių juslinėms savybėms ar priimtinumui nenustatyta ( $p > 0,05$ ) (3.3.13 lentelė).

**3.3.13 lentelė.** Seleno kiekio ir vitamino E lesaluose įtaka 6 mėn. sandėliuotų kojų raumenų įsijūnėms savybėms

| Savybė                      | Grupės                                                                      |   |                                                                                                      |   |                                                                                                      |   |                                                                                                       |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                             | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–35 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>1–21 d. |   | 0,15 mg/kg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg<br>SeMet +<br>40 mg vit. E<br>22–35 d. |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 111,63                                                                      | a | 110,88                                                                                               | a | 108,63                                                                                               | a | 109,00                                                                                                | a |
| Viščiuko kvapas             | 104,50                                                                      | a | 103,38                                                                                               | a | 104,13                                                                                               | a | 102,63                                                                                                | a |
| Pašalinis kvapas            | 26,63                                                                       | a | 25,38                                                                                                | a | 25,38                                                                                                | a | 29,13                                                                                                 | a |
| Spalvos intensyvumas        | 75,75                                                                       | a | 72,25                                                                                                | a | 76,25                                                                                                | a | 86,13                                                                                                 | a |
| Kietumas                    | 72,38                                                                       | a | 61,50                                                                                                | a | 56,75                                                                                                | a | 67,50                                                                                                 | a |
| Pluoštiškumas               | 56,25                                                                       | a | 52,88                                                                                                | a | 56,63                                                                                                | a | 60,00                                                                                                 | a |
| Sultingumas                 | 69,00                                                                       | a | 62,63                                                                                                | a | 74,50                                                                                                | a | 67,75                                                                                                 | a |
| Susikramtymas               | 88,50                                                                       | a | 83,25                                                                                                | a | 81,50                                                                                                | a | 83,63                                                                                                 | a |
| Gurgždumas                  | 61,75                                                                       | a | 52,13                                                                                                | a | 65,38                                                                                                | a | 61,13                                                                                                 | a |
| Pojūtis burnoje             | 59,00                                                                       | a | 62,25                                                                                                | a | 62,75                                                                                                | a | 61,75                                                                                                 | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 104,13                                                                      | a | 99,25                                                                                                | a | 101,38                                                                                               | a | 106,25                                                                                                | a |
| Skonio sodrumas             | 82,75                                                                       | a | 82,50                                                                                                | a | 87,88                                                                                                | a | 86,38                                                                                                 | a |
| Viščiuko skonis             | 91,50                                                                       | a | 90,88                                                                                                | a | 96,25                                                                                                | a | 100,00                                                                                                | a |
| Pašalinis skonis            | 28,38                                                                       | a | 24,63                                                                                                | a | 26,63                                                                                                | a | 26,75                                                                                                 | a |
| Liekamasis skonis           | 66,38                                                                       | a | 63,88                                                                                                | a | 64,00                                                                                                | a | 66,00                                                                                                 | a |
| Kvapo priimtumas            | 108,38                                                                      | a | 105,88                                                                                               | a | 108,50                                                                                               | a | 107,38                                                                                                | a |
| Skonio priimtumas           | 100,88                                                                      | a | 98,25                                                                                                | a | 105,00                                                                                               | a | 108,63                                                                                                | a |
| Tekstūros priimtumas        | 98,38                                                                       | a | 102,13                                                                                               | a | 104,75                                                                                               | a | 107,88                                                                                                | a |
| Bendras priimtumas          | 99,75                                                                       | a | 99,75                                                                                                | a | 107,25                                                                                               | a | 107,00                                                                                                | a |

Lesalų sudėtis ar lesinimo jais trukmė turėjo įtakos krūtinės raumenų spalvos charakteristikoms, vertintoms instrumentiniu būdu (3.3.14 lentelė). Žali I grupės mėginiai buvo šviesesni ( $p < 0,001$ ) nei kitų grupių, vertinant juos šviežius ir sandėliuotus 6 mėn.; išvirus visus mėginius, toks ryškus skirtumas išnyko. I grupės žalių ir virtų šviežių mėginių spalvos rausvumo ir gelsvumo charakteristikos nesiskyrė. Aiškiai matyti tendencija, kad mėginius sandėliuojant, priklausomai nuo laikymo trukmės, žalių mėginių rausvumas blyško, o gelsvumas intensyvėjo.

III ir IV grupės mėginių spalvos charakteristikos daugiau skyrėsi rausvumo intensyvumu a\*. III grupės žali ir sandėliuoti 3 arba 6 mėn. mėginiai buvo rausvesni ir gelsvesni, tačiau išvirus toks skirtumas pranyko.

**3.3.14 lentelė.** Instrumentiniu būdu nustatytos krūtinės raumenų mėginių spalvos charakteristikos

| Grupė                                                                                       | Žalia                |   |       |    |       |   | Virta                |    |       |   |       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|-------|----|-------|---|----------------------|----|-------|---|-------|----|
|                                                                                             | Laikymo trukmė, mėn. |   |       |    |       |   | Laikymo trukmė, mėn. |    |       |   |       |    |
|                                                                                             | 0                    |   | 3     |    | 6     |   | 0                    |    | 3     |   | 6     |    |
| Šviesumas, L*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |    |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit.E 1-35 d.                        | 55,17                | b | 46,87 | b  | 54,13 | c | 78,55                | a  | 74,86 | b | 79,23 | b  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 47,12                | a | 44,84 | b  | 46,36 | a | 80,15                | ab | 75,43 | b | 74,60 | a  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-21 d.  | 44,38                | a | 37,81 | a  | 47,87 | a | 81,69                | b  | 71,56 | a | 79,10 | b  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 46,52                | a | 45,44 | b  | 50,27 | b | 79,18                | a  | 70,07 | a | 74,99 | a  |
| Rausvumas, a*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |    |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E 1-35 d.                       | 5,22                 | b | 3,99  | ab | 2,53  | a | 2,84                 | a  | 2,93  | a | 2,01  | a  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 5,25                 | b | 4,22  | b  | 3,93  | b | 2,73                 | a  | 2,60  | a | 3,70  | bc |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-21 d.  | 3,05                 | a | 3,32  | a  | 2,61  | a | 2,96                 | a  | 3,14  | a | 2,69  | ab |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 5,35                 | b | 3,54  | a  | 2,36  | a | 2,75                 | a  | 3,17  | a | 4,05  | c  |
| Gelsvumas, b*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |    |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E 1-35 d.                       | 6,41                 | b | 7,76  | c  | 7,38  | b | 13,80                | c  | 11,18 | a | 14,40 | c  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 6,89                 | b | 7,20  | bc | 9,54  | c | 13,01                | b  | 11,01 | a | 14,46 | c  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-21 d.  | 4,48                 | a | 4,36  | a  | 4,75  | a | 11,93                | a  | 11,89 | b | 12,44 | a  |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 7,03                 | b | 6,37  | b  | 4,84  | a | 12,84                | b  | 11,29 | a | 13,20 | b  |

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Kojų raumenų šviesumas L\* tiek žalių, tiek virtų mėginių buvo panašus (3.3.15 lentelė), ir lesalai šiai charakteristikai turėjo mažai įtakos, išskyrus tam tikras išimtis. V grupės švieži mėginiai buvo šviesesni nei kitų grupių, tačiau po sandėliavimo šis skirtumas išnyko. Virti švieži III ir V grupės

mėginiai buvo šviesesni, nei I ir IV grupių, tačiau sandėliuotiems mėginiams toks skirtumas nenustatytas.

**3.3.15 lentelė. Instrumentiniu būdu nustatytos kojų raumenų mėginių spalvos charakteristikos**

| Mėginys                                                                                     | Žalia                |   |       |    |       |   | Virta                |    |       |   |       |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|-------|----|-------|---|----------------------|----|-------|---|-------|---|
|                                                                                             | Laikymo trukmė, mėn. |   |       |    |       |   | Laikymo trukmė, mėn. |    |       |   |       |   |
|                                                                                             | 0                    |   | 3     |    | 6     |   | 0                    |    | 3     |   | 6     |   |
| Šviesumas, L*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit.E 1-35 d.                        | 51,17                | a | 45,72 | a  | 51,50 | a | 76,11                | b  | 65,00 | a | 51,50 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 49,86                | a | 49,04 | a  | 52,48 | a | 68,72                | a  | 65,56 | a | 52,48 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-21 d.  | 52,55                | a | 48,34 | a  | 52,91 | a | 76,08                | b  | 58,33 | a | 52,91 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 55,87                | b | 46,13 | a  | 54,77 | a | 71,66                | a  | 66,48 | a | 54,77 | a |
| Rausvumas, a*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit.E 1-35 d.                        | 15,65                | b | 6,39  | a  | 11,36 | a | 4,05                 | a  | 4,84  | b | 11,36 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 15,36                | b | 10,01 | b  | 12,48 | a | 6,70                 | b  | 5,30  | c | 12,48 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-21 d.  | 11,97                | a | 7,17  | a  | 12,37 | a | 4,66                 | a  | 5,35  | c | 12,37 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 11,98                | a | 11,48 | b  | 11,73 | a | 6,83                 | b  | 3,52  | a | 11,74 | a |
| Gelsvumas, b*                                                                               |                      |   |       |    |       |   |                      |    |       |   |       |   |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit.E 1-35 d.                        | 15,86                | c | 6,23  | a  | 13,80 | a | 13,39                | bc | 13,10 | b | 13,80 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 1-35 d.  | 12,42                | b | 8,95  | b  | 12,36 | a | 13,67                | c  | 12,27 | a | 12,36 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit.E 1-21 d.   | 9,06                 | a | 7,44  | ab | 11,42 | a | 12,36                | a  | 12,47 | a | 11,42 | a |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg<br>vit. E 22-35 d. | 12,88                | b | 10,60 | c  | 13,26 | a | 12,72                | ab | 12,30 | a | 13,26 | a |

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Išlaikius mėginius 6 mėn., visų tirtų grupių kojų raumenų rausvumo charakteristika a\* buvo tokia pati. Tiriant šviežius mėginius, nustatyti tam tikri a\* svyravimai, bet, kaip ir gelsvumo charakteristikai b\*, aiški tendencija neišryškėjo.

Tiriamųjų mėginių defrostavimo nuostoliams lesalai įtakos neturėjo (3.3.16 lentelė). Tačiau nustatyta, kad sandėliuojant kojų raumenis 6 mėn., defrostavimo nuostoliai padidėjo palyginti su 3 mėn. sandėliuotais mėginiais.

**3.3.16 lentelė. Krūtinės ir kojų raumenų mėginių defrostavimo nuostoliai, proc.**

| Grupė                                                                                    | Krūtinėlės           |       |       | Šlaunelės            |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|----------------------|------|------|
|                                                                                          | Laikymo trukmė, mėn. |       |       | Laikymo trukmė, mėn. |      |      |
|                                                                                          | 0                    | 3     | 6     | 0                    | 3    | 6    |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E 1-35 d.                        | –                    | 10,99 | 10,61 | –                    | 3,36 | 5,01 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1-35 d.  | –                    | 10,17 | 10,28 | –                    | 3,48 | 4,06 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1-21 d.  | –                    | 10,89 | 10,27 | –                    | 3,81 | 4,93 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 22-35 d. | –                    | 11,07 | 10,05 | –                    | 3,94 | 5,67 |

Visų grupių mėginių virimo nuostoliai buvo panašūs (3.3.17 lentelė) ir siekė apie 30 proc. Vadinasi, lesalai neturėjo reikšmingos įtakos vandens rišlumo gebos savybėms.

**3.3.17 lentelė. Krūtinės ir kojų raumenų mėginių virimo nuostoliai, proc.**

| Grupė                                                                                    | Krūtinėlės           |       |       | Šlaunelės            |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|                                                                                          | Laikymo trukmė, mėn. |       |       | Laikymo trukmė, mėn. |       |       |
|                                                                                          | 0                    | 3     | 6     | 0                    | 3     | 6     |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E 1–35 d.                    | 25,40                | 30,13 | 29,29 | 33,61                | 33,65 | 31,45 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–35 d.  | 24,41                | 25,61 | 28,02 | 28,09                | 30,83 | 32,62 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–21 d.  | 27,33                | 27,83 | 28,74 | 29,40                | 33,33 | 33,94 |
| 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 22–35 d. | 28,30                | 26,95 | 29,61 | 32,34                | 33,10 | 33,37 |

Krūtinės raumenų tekstūros tyrimai instrumentiniu metodu parodė (3.3.18 lentelė), kad švieži I grupės mėginiai buvo minkštesni nei kitų grupių; sandėliuotų 3 ir 6 mėn. I ir V grupių virtos mėsos mėginių kietumas nesiskyrė.

Ilgai išlaikyta III ir IV grupės mėginių mėsa skyrėsi tik stangrumu. Sandėliuotos 6 mėn. III grupės mėsa buvo labiau stangri nei IV grupės.

**3.3.18 lentelė. Instrumentiniai krūtinėlių tekstūros rodikliai**

| Laikymo trukmė, mėn. | Grupės                                                             |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                      | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E 1–35 d. |    | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–35 d. |    | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 1–21 d. |    | 0,15 mg/kg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 0,35 mg/kg SeMet +40 mg vit. E 22–35 d. |    |
| Kietumas , N         |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 33,68                                                              | a  | 38                                                                                   | b  | 38,19                                                                                | b  | 41,27                                                                                 | b  |
| 3                    | 64,99                                                              | b  | 57,18                                                                                | a  | 67,42                                                                                | a  | 81,075                                                                                | b  |
| 6                    | 76,97                                                              | ab | 62,68                                                                                | a  | 73,36                                                                                | a  | 80,37                                                                                 | b  |
| Riškumas, santykis   |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 0,88                                                               | a  | 0,88                                                                                 | a  | 0,85                                                                                 | a  | 0,87                                                                                  | a  |
| 3                    | 0,88                                                               | a  | 0,87                                                                                 | a  | 0,85                                                                                 | a  | 0,83                                                                                  | a  |
| 6                    | 0,82                                                               | a  | 0,85                                                                                 | a  | 0,88                                                                                 | a  | 0,8                                                                                   | a  |
| Tąsumas, N           |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 12,93                                                              | a  | 15,34                                                                                | b  | 17,28                                                                                | b  | 15,63                                                                                 | b  |
| 3                    | 24,79                                                              | a  | 19,24                                                                                | a  | 25,66                                                                                | a  | 26,45                                                                                 | a  |
| 6                    | 24,73                                                              | b  | 21,95                                                                                | ab | 16,2                                                                                 | a  | 18,78                                                                                 | a  |
| Tampumas, mm         |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 5,84                                                               | a  | 6,24                                                                                 | a  | 6,18                                                                                 | a  | 6,15                                                                                  | a  |
| 3                    | 5,73                                                               | ab | 5,99                                                                                 | ab | 6,63                                                                                 | a  | 5,29                                                                                  | a  |
| 6                    | 5,99                                                               | a  | 5,4                                                                                  | a  | 5,07                                                                                 | a  | 5,56                                                                                  | a  |
| Stangrumas           |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 75,61                                                              | a  | 95,71                                                                                | ab | 106,85                                                                               | b  | 96,28                                                                                 | ab |
| 3                    | 156,63                                                             | c  | 115,51                                                                               | a  | 124,05                                                                               | ab | 151,99                                                                                | b  |
| 6                    | 148,23                                                             | c  | 118,73                                                                               | bc | 82,15                                                                                | a  | 104,62                                                                                | b  |
| WB vertė, N          |                                                                    |    |                                                                                      |    |                                                                                      |    |                                                                                       |    |
| 0                    | 24,53                                                              | a  | 32,68                                                                                | a  | 22,7                                                                                 | a  | 28,16                                                                                 | a  |
| 3                    | 26,32                                                              | a  | 26,14                                                                                | a  | 25,73                                                                                | a  | 28,88                                                                                 | a  |
| 6                    | 35,21                                                              | a  | 37,13                                                                                | a  | 36,51                                                                                | a  | 38,34                                                                                 | a  |

a, b, c – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p < 0,05$ ).

3 ir 6 mėn. išlaikyta V grupės mėsa buvo kietesnė už III ir IV grupių mėginius (3.3.18 lentelė).

Visų mėginių žalios mėsos kietumas (WB vertė) buvo vienodas tiek šviežių, tiek laikytų mėginių, ir šiam rodikliui pašarai įtakos neturėjo. Ilgėjant laikymo trukmei, pastebėta šios vertės didėjimo tendencija. Šviežių mėginių ji buvo mažesnė, nei 6 mėn. išlaikytų.

### 3.4. Organinio ir neorganinio seleno priedo bei skirtingo vitamino E kiekio įtaka viščiukų broilerių produktyvumui, fiziologinei būklei bei mėsos kokybei

Analizuojant viščiukų broilerių augimo dinamiką (3.4.1 lentelė) galima pastebėti, kad augimo pradžioje, t. y. 8 amžiaus dieną, į kombinuotuosius lesalus įmaišius 0,5 mg neorganinio seleno ir 40 mg vitamino E (II tiriamoji grupė), viščiukų broilerių svoris sumažėjo 5 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ).

**3.4.1 lentelė.** *Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių kūno masei, g*

| Bandymo tarpsnis dienomis | Kontrolinė grupė                                      | I tiriamoji grupė                                          | II tiriamoji grupė                                    | III tiriamoji grupė                                        | IV tiriamoji grupė                                    | V tiriamoji grupė                                          |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                           | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E/kg | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup><br>R397+40 mg vit. E/kg | 0,5 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E/kg | 0,5 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup><br>R397+40 mg vit. E/kg | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>70 mg vit. E/kg | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup><br>R397+70 mg vit. E/kg |
| 1                         | 48,32±0,07                                            | 48,38±0,09                                                 | 48,16±0,11                                            | 48,30±0,08                                                 | 48,21±0,09                                            | 48,28±0,08                                                 |
| 8                         | 160,40±1,31                                           | 175,92<br>±1,64*                                           | 153,08±1,45*                                          | 175,89±1,63*                                               | 173,63±1,70*                                          | 172,15±1,48*                                               |
| 21                        | 966,45±11,44                                          | 1020,7<br>5±6,80*                                          | 998,42±8,65*                                          | 1062,06±7,23*                                              | 1055,42±8,33*                                         | 1016,92±6,62*                                              |
| 35                        | 2406,02±25,12                                         | 2508,36<br>±24,35*                                         | 2530,09<br>±20,60*                                    | 2589,59<br>±17,05*                                         | 2589,80<br>±21,44*                                    | 2531,4<br>5±16,55*                                         |

\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p<0,05$ .

Likusių tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kūno svoris buvo 7–10 proc. didesnis palyginti su kontroline grupe. Duomenys statistiškai patikimi ( $p<0,05$ ).

21 viščiukų broilerių amžiaus dieną į lesalus įmaišius skirtingą tiek organinio, tiek neorganinio seleno kiekį bei vitaminą E, viščiukų kūno svoris padidėjo 3–10 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ) (3.4.1 lentelė).

Paskutinę bandymo dieną, t. y. 35 viščiukų broilerių amžiaus dieną, visų tiriamųjų grupių paukščių svoris buvo 4–8 proc. didesnis palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ).

**3.4.2 lentelė.** Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių lesalų sąnaudoms 1 kg priesvorio gauti, kg

| Bandy-<br>mo<br>tarpsnis<br>dieno-<br>mis | Kontrolinė<br>grupė                                                | I tiriamoji<br>grupė                                      | II tiriamoji<br>grupė                                              | III tiriamoji<br>grupė                                    | IV tiriamoji<br>grupė                                              | V tiriamoji<br>grupė                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                           | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkose <sup>®</sup> R397<br>+40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Alkose <sup>®</sup> R397<br>+40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkose <sup>®</sup> R397<br>+70 mg<br>vit. E/kg |
| 1–8                                       | 1,52±0,08                                                          | 1,47±0,02                                                 | 1,48±0,22                                                          | 1,49±0,19                                                 | 1,46±0,06                                                          | 1,47±0,07                                                 |
| 9–21                                      | 1,69±0,06                                                          | 1,55±0,03                                                 | 1,56±0,01                                                          | 1,55±0,07                                                 | 1,58±0,04                                                          | 1,58±0,02                                                 |
| 22–35                                     | 2,43±0,13                                                          | 2,31±0,18                                                 | 2,15±0,12                                                          | 2,21±0,05                                                 | 2,19±0,11                                                          | 2,12±0,15                                                 |
| 1–35                                      | 1,81±0,15                                                          | 1,78±0,04                                                 | 1,73±0,06                                                          | 1,75±0,10                                                 | 1,74±0,06                                                          | 1,72±0,03                                                 |

Bandymo pradžioje, t. y. 1–7 viščiukų broilerių amžiaus dieną, organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E veikiamos lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti buvo 2–4 proc. mažesnės nei kontrolinės grupės ( $p>0,05$ ) (3.4.2 lentelė). 8–21 dieną visų tiriamų grupių paukščių lesalų sąnaudos buvo 7–8 proc. mažesnės palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Paskutinį viščiukų broilerių auginimo tarpsnį, t. y. 22–35 amžiaus dieną, tiriamųjų grupių viščiukų lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio ženkliai sumažėjo – 5–13 proc. palyginti su kontroline grupe. Duomenys statistiškai nepatikimi.

Bandymo laikotarpiu nuo 1 iki 35 amžiaus dienos, į kombinuotuosius lesalus dedant tiek organinio, tiek neorganinio seleno ir vitamino E, lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti sumažėjo 2–5 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ).

Analizuojant viščiukų broilerių gaištamumo duomenis pirmuoju jų auginimo tarpsniu (1–8 amžiaus dienomis), nustatyta, kad organinis ir neorganinis Se bei vitaminas E broilerių išsaugojimui esminės įtakos neturėjo (3.4.3 lentelė). Antruoju bandymo periodu, t. y. 9–21 amžiaus dieną, viščiukų broilerių gaištamumas visose tiriamosiose grupėse buvo 2,5–4,5 proc. mažesnis palyginti su kontroline grupe ( $p>0,05$ ). Paskutiniu bandymo periodu, 22–35 viščiukų broilerių amžiaus dieną, organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedas mažino broilerių gaištamumą 1–8 proc. palyginti su kontroline grupe. Statistiškai patikimų skirtumų nenustatyta.

Dėl neorganinio ir organinio seleno bei vitamino E poveikio viščiukų broilerių gaištamumas tiriamosiose grupėse buvo 2–4 proc. mažesnis už kontrolinės grupės. Visose grupėse nugaišusių paukščių skaičius neviršijo

leistinų normų, nurodytų Ross 308 linijų derinio viščiukų broilerių auginimo rekomendacijose [163].

**3.4.3 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių išsaugojimui, proc.**

| Viščiukų broilerių auginimo tarpsnis | Kontrolinė grupė                                          | I tiriamoji grupė                    | II tiriamoji grupė                                        | III tiriamoji grupė                  | IV tiriamoji grupė                                        | V tiriamoji grupė                    |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                      | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkosei®R397 +40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Alkosei®R397 +40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkosei®R397 +70 mg vit. E/kg |
| 1–8                                  | 99,0                                                      | 99,0                                 | 99,0                                                      | 100,0                                | 99,0                                                      | 100,0                                |
| 9–21                                 | 94,5                                                      | 99,0                                 | 97,0                                                      | 98,0                                 | 100,0                                                     | 98,0                                 |
| 22–35                                | 92,0                                                      | 93,0                                 | 99,0                                                      | 97,5                                 | 97,0                                                      | 100,0                                |
| 1–35                                 | 95,0                                                      | 97,0                                 | 98,0                                                      | 98,5                                 | 99,0                                                      | 99,0                                 |

Viščiukų broilerių kraujo rezultatai pateikti 3.4.4 lentelėje. Analizuojant duomenis apie bendro baltymo koncentraciją kraujyje, didžiausi pokyčiai nustatyti II ir III tiriamosiose grupėse, t. y. 22 proc. ir 11 proc. didesnė, o I tiriamojoje grupėje 6 proc. mažesnė palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ ).

Didžiausi cholesterolio koncentracijos pokyčiai nustatyti I ir III tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje, atitinkamai 15 proc. ( $p < 0,05$ ) ir 10 proc. ( $p > 0,05$ ) mažesni palyginti su kontroline grupe. DTL- cholesterolio koncentracija I ir III tiriamosios grupės viščiukų kraujyje buvo 18 proc. ( $p < 0,05$ ) ir 13 proc. ( $p < 0,05$ ) mažesnė palyginti su kontroline grupe.

Kombinuotuosius lesalus papildžius 0,5 mg neorganiniu selenu ir 40 mg vitaminu E bei 0,5 mg organiniu selenu ir 40 mg vitaminu E, MTL-cholesterolio koncentracija kraujyje padidėjo 23 ir 14 proc. ( $p > 0,05$ ). Likusių grupių viščiukų šis rodiklis sumažėjo nuo 1 iki 21 proc. ( $p > 0,05$ ).

Trigliceridų koncentracija viščiukų broilerių kraujyje visose tiriamosiose grupėse turėjo tendenciją mažėti, išskyrus I tiriamąją grupę, kur trigliceridų koncentracija buvo 4 proc. didesnė už kontrolinės grupės ( $p > 0,05$ ).

Didžiausi aspartataminotransferazės (GOT) kiekio pokyčiai nustatyti III ir IV tiriamosios grupės viščiukų broilerių kraujyje, atitinkamai 60 ir 55 proc. daugiau palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ) (3.4.4 lentelė).

### 3.4.4 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių kraujo rodikliams

| Rodiklis                  | Kontrolinė grupė<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E/kg | I tiriamaoji grupė<br>0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+<br>40 mg vit. E/kg | II tiriamaoji grupė<br>0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E/kg | III tiriamaoji grupė<br>0,5 mg Alkose <sup>®</sup> R397+<br>40 mg vit. E/kg | IV tiriamaoji grupė<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg vit. E/kg | V tiriamaoji grupė<br>0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+<br>70 mg vit. E/kg |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Bendras baltymas, g/l     | 41,04±1,60                                                                       | 38,54±2,36                                                                | 49,93±6,82                                                                          | 45,44±3,15                                                                  | 42,94±3,59                                                                          | 41,94±1,94                                                                |
| Cholesterolis, mmol/l     | 4,45±0,37                                                                        | 3,77±0,36*                                                                | 4,37±0,71                                                                           | 4,00±0,35                                                                   | 4,09±0,29                                                                           | 4,39±0,11                                                                 |
| DTL-cholesterolis, mmol/l | 3,11±0,29                                                                        | 2,55±0,15*                                                                | 2,94±0,21                                                                           | 2,70±0,23*                                                                  | 2,77±0,94                                                                           | 3,09±0,06                                                                 |
| MTL-cholesterolis, mmol/l | 0,91±0,16                                                                        | 0,72±0,14                                                                 | 1,12±0,52                                                                           | 1,04±0,21                                                                   | 0,82±0,15                                                                           | 0,90±0,11                                                                 |
| Trigliceridai, mmol/l     | 1,08±0,28                                                                        | 1,12±0,30                                                                 | 0,75±0,18                                                                           | 0,64±0,17                                                                   | 1,00±0,25                                                                           | 0,90±0,11                                                                 |
| GOT, U/l                  | 256,21±21,00                                                                     | 346,20±51,83                                                              | 372,34±63,61                                                                        | 409,83±43,87*                                                               | 396,89±60,95*                                                                       | 280,33±37,41                                                              |
| GPT, U/l                  | 2,50±0,46                                                                        | 2,78±0,84                                                                 | 2,48±0,95                                                                           | 2,88±1,00                                                                   | 4,30±1,11*                                                                          | 1,42±0,76                                                                 |
| Tirotropinas, mIU/l       | 0,01±0,00                                                                        | 0,01±0,00                                                                 | 0,01±0,00                                                                           | 0,01±0,00                                                                   | 0,01±0,00                                                                           | 0,01±0,00                                                                 |
| Tioksinas, nmol/l         | 12,79±2,20                                                                       | 14,21±2,18                                                                | 11,19±3,90                                                                          | 11,64±1,76                                                                  | 12,62±1,95                                                                          | 11,52±1,95                                                                |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant duomenis apie GPT (alaninaminotransferazės) koncentraciją tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje, didžiausias pokytis nustatytas IV tiriamaioje grupėje. Šios grupės paukščių kraujyje GPT koncentracija buvo 72 proc. didesnė palyginti su kontroline grupe (p<0,05).

Tirotropino koncentracija kraujyje nekito. Tioksino kiekis kraujyje statistiškai patikimų skirtumų neturėjo.

Analizuojant duomenis apie viščiukų broilerių širdies masę su riebalais (3.4.5 lentelė) nustatyta, kad minėtas rodiklis visose tiriamosiose grupėse buvo mažesnis 18–29 proc. palyginti su kontroline grupe, išskyrus V tiriamaią grupę, kur šis rodiklis padidėjo 3 proc. (p>0,05). Širdies masė be riebalų ir kepenų masė visose tiriamosiose grupėse sumažėjo atitinkamai 5–31 proc. ir 5–18 proc. palyginti su kontroline grupe.

Skrandžio masė be kutikulos su ir be riebalų visose tiriamosiose grupėse padidėjo atitinkamai 25–48 proc. ir 26–53 proc. palyginti su kontroline grupe. Liaukinio skrandžio masė I tiriamosios grupės viščiukų broilerių padidėjo 48 proc. (p<0,05). Likusių grupių viščiukų šis rodiklis turėjo tendenciją mažėti nuo 1 proc. iki 16 proc. palyginti su kontroline grupe.

### 3.4.5 lentelė. Viščiukų broilerių vidaus organai

| Rodiklis                                      | Kontrolinė grupė                                          | I tiriamoji grupė                    | II tiriamoji grupė                                        | III tiriamoji grupė                  | IV tiriamoji grupė                                        | V tiriamoji grupė                    |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                               | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkosel® R397+40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Alkosel® R397+40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkosel® R397+70 mg vit. E/kg |
| Širdies masė su riebalais, g                  | 16,44±1,88<br><b>100</b>                                  | 13,13±0,55<br><b>80</b>              | 12,82±1,86<br><b>78</b>                                   | 13,43±1,09<br><b>82</b>              | 11,67±1,09*<br><b>71</b>                                  | 16,94±2,40<br><b>103</b>             |
| Širdies masė be riebalų, g                    | 14,49±1,63<br><b>100</b>                                  | 10,96±0,35*<br><b>76</b>             | 10,75±1,22<br><b>74</b>                                   | 9,98±0,92*<br><b>69</b>              | 10,27±0,63*<br><b>71</b>                                  | 13,71±0,73<br><b>95</b>              |
| Kepenų masė, g                                | 66,22±3,42<br><b>100</b>                                  | 58,47±10,25<br><b>88</b>             | 54,58±5,94<br><b>82</b>                                   | 61,34±3,81<br><b>93</b>              | 60,43±2,90<br><b>91</b>                                   | 62,75±3,02<br><b>95</b>              |
| Skrandžio (be kutikulos) su riebalais masė, g | 20,70±1,03<br><b>100</b>                                  | 27,49±4,53<br><b>133</b>             | 26,83±2,33<br><b>130</b>                                  | 30,57±0,91*<br><b>148</b>            | 26,70±1,44*<br><b>129</b>                                 | 25,85±2,23*<br><b>125</b>            |
| Skrandžio (be kutikulos) be riebalų masė, g   | 14,95±0,96<br><b>100</b>                                  | 21,60±2,54*<br><b>144</b>            | 20,92±1,70<br><b>140</b>                                  | 22,84±1,36*<br><b>153</b>            | 18,90±1,51*<br><b>126</b>                                 | 20,34±1,52*<br><b>136</b>            |
| Liaukinis skrandis, g                         | 10,02±1,35<br><b>100</b>                                  | 14,78±2,05*<br><b>148</b>            | 9,35±1,12*<br><b>93</b>                                   | 9,87±0,79<br><b>99</b>               | 8,42±0,45<br><b>84</b>                                    | 10,13±1,20<br><b>101</b>             |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Skirtingo kiekio organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedas viščiukų broilerių kombinuotuosiuose lesaluose padidino tiriamųjų grupių skerdenos išeigą (3.4.6 lentelė) 1,72–4,12 proc. palyginti su kontroline grupe (p<0,05).

Analizuojant viščiukų broilerių krūtinės raumenų išeigos rezultatus matyti, kad 0,5 mg neorganinio seleno ir 40 mg vitamino E viščiukų broilerių lesaluose sumažino raumenų išeigą 1,36 palyginti su kontroline grupe (p>0,05). Likusiose tiriamosiose grupėse, šis rodiklis padidėjo nuo 0,98 proc. (p>0,05) iki 2,46 proc. (p<0,05) palyginti su kontroline grupe.

IV tiriamosios grupės paukščių kombinuotuosiuose lesaluose buvo 0,3 mg neorganinio seleno ir 70 mg vitamino E. Šios grupės viščiukų broilerių kojų raumenų išeiga sumažėjo 0,18 proc. (p>0,05). Likusių tiriamųjų grupių šis rodiklis padidėjo 0,01–0,92 proc. palyginti su kontroline grupe. Duomenys statistiškai nepatikimi (p>0,05).

**3.4.6 lentelė. Skirtingo organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E kiekio įtaka viščiukų broilerių skerdenos išeigai, proc.**

| Rodiklis                 | Kontrolinė grupė<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E/kg | I tiriamoji grupė<br>0,3 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg | II tiriamoji grupė<br>0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg vit. E/kg | III tiriamoji grupė<br>0,5 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg | IV tiriamoji grupė<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg vit. E/kg | V tiriamoji grupė<br>0,3 mg Alkosel®<br>R397+70 mg vit. E/kg |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Visiškai skردenos išeiga | 70,15±2,52                                                                       | 73,99±1,05*                                                  | 71,87±0,74*                                                                        | 72,09±1,03*                                                    | 74,27±1,16*                                                                        | 74,27±0,85*                                                  |
| Krūtinės raumenų išeiga  | 24,41±0,43                                                                       | 26,15±1,17                                                   | 23,05±1,66                                                                         | 26,87±1,05*                                                    | 25,39±1,10                                                                         | 26,01±1,14                                                   |
| Kojų raumenų išeiga      | 18,02±0,81                                                                       | 18,94±0,86                                                   | 18,71±0,64                                                                         | 18,27±0,57                                                     | 17,84±0,86                                                                         | 18,03±0,69                                                   |
| Riebalų išeiga           | 2,00±0,78                                                                        | 1,03±0,21                                                    | 1,16±0,32                                                                          | 0,90±0,16                                                      | 0,73±0,13                                                                          | 0,84±0,08                                                    |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Skirtingo organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E kiekio įtaka viščiukų broilerių riebalų išeigą visose tiriamosiose grupėse sumažino nuo 0,84 proc. iki 1,27 proc. palyginti su kontroline grupe (p>0,05).

Analizuojant duomenis apie organinio ir neorganinio seleno ir vitamino E įtaką viščiukų broilerių krūtinės raumenų pH (3.4.7 lentelė) po 0 val., didžiausi pokyčiai pastebėti IV tiriamojoje grupėje. Čia viščiukų broilerių krūtinės raumenų pH buvo 0,26 punkto didesnė palyginti su kontroline grupe (p<0,05). Likusiose tiriamosiose grupėse statistiškai patikimų skirtumų nenustatyta.

Analizuodami lentelėje pateiktus neorganinio ir organinio seleno bei vitamino E įtakos viščiukų broilerių krūtinės raumens pH duomenis matome, kad, praėjus 24 val. po skerdimo, krūtinės raumenyje pH vertė I tiriamosios grupės viščiukų buvo 0,14 (p>0,05), likusių grupių – 0,20–0,27 punkto didesnė (p<0,05) už kontrolinės grupės.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad jau po 48 val. viščiukų broilerių krūtinės raumenys buvo visiškai subrendę.

Analizuojant pH dinamiką viščiukų broilerių krūtinės raumenyse po 72 val. nustatyta, kad pH 0,12–0,28 punkto padidėjo visų tiriamųjų grupių paukščių krūtinės raumenyse.

**3.4.7 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių krūtinės raumenų mėsos brendimui**

| Bandymo tarpsnis, val. | Kontrolinė grupė                                          | I tiriamoji grupė                                | II tiriamoji grupė                                        | III tiriamoji grupė                              | IV tiriamoji grupė                                        | V tiriamoji grupė                                |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                        | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 70 mg vit. E/kg |
| 0                      | 5,73±0,10                                                 | 5,72±0,14                                        | 5,88±0,05                                                 | 5,88±0,11                                        | 5,99±0,09*                                                | 5,84±1,05                                        |
| 24                     | 5,66±0,04                                                 | 5,80±0,06                                        | 5,93±0,07*                                                | 5,86±0,05*                                       | 5,91±0,05*                                                | 5,90±0,05*                                       |
| 48                     | 5,55±0,06                                                 | 5,75±0,06*                                       | 5,77±0,05*                                                | 5,73±0,05*                                       | 5,77±0,06*                                                | 5,79±0,07*                                       |
| 72                     | 5,61±0,05                                                 | 5,77±0,06*                                       | 5,89±0,04*                                                | 5,83±0,06*                                       | 5,86±0,05*                                                | 5,73±0,13                                        |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant duomenis apie Se ir vitamino E įtaką viščiukų broilerių šlaunelių raumenų pH po 0 val., didžiausi pokyčiai pastebėti IV tiriamojoje grupėje, kur pH buvo 0,26 (p>0,05) didesnis palyginti su kontroline grupe (3.4.8 lentelė). Rezultatuose gautuose Po 24 val. labiausiai pH pakito V tiriamosios grupės viščiukų šlaunelių raumenyse – 0,19 (p<0,05) palyginti su kontroline grupe. Po 48 val. didžiausias pokytis nustatytas IV tiriamojoje grupėje – 0,19 palyginti su kontroline grupe (p>0,05). Po 72 val. didžiausi pokyčiai nustatyti IV tiriamojoje grupėje, t. y. pH buvo 0,17 punkto didesnis nei kontrolinės grupės (p<0,05). Likusių grupių viščiukų broilerių šlaunelių raumens pH kito nežymiai.

**3.4.8 lentelė. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių šlaunelių raumenų mėsos brendimui**

| Bandymo tarpsnis, val. | Kontrolinė grupė                                          | I tiriamoji grupė                                | II tiriamoji grupė                                        | III tiriamoji grupė                              | IV tiriamoji grupė                                        | V tiriamoji grupė                                |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                        | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg | 0,5 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 40 mg vit. E/kg | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 70 mg vit. E/kg |
| 0                      | 5,79±0,06                                                 | 5,80±0,06                                        | 5,93±0,13                                                 | 5,90±0,09                                        | 6,05±0,13                                                 | 5,59±0,04                                        |
| 24                     | 5,82±0,03                                                 | 5,85±0,04                                        | 5,95±0,13                                                 | 5,90±0,11                                        | 5,97±0,07*                                                | 6,01±0,06*                                       |
| 48                     | 5,70±0,01                                                 | 5,79±1,91                                        | 5,83±0,13                                                 | 5,83±0,12                                        | 5,89±0,08                                                 | 5,88±0,08*                                       |
| 72                     | 5,79±0,02                                                 | 5,85±0,04                                        | 5,90±0,12                                                 | 5,88±0,09                                        | 5,96±0,07*                                                | 5,94±0,07                                        |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Analizuojant tiek krūtinėlių, tiek šlaunelių raumenų mėginius praėjus 24 val. po skerdimo, nustatytas MDA kiekio skirtumas buvo statistiškai nepatikimas. Lyginant malonildialdehidų (MDA) kiekį (3.4.9 lentelė) tarp atskirų raumenų grupių nustatyta, kad viščiukų broilerių šlaunelėse MDA susidaro daugiau nei krūtinėlėse, bet patikimi skirtumai gauti lyginant tik kontrolinės ir II tiriamosios grupių krūtinėlių ir šlaunelių raumenyse nustatytą MDA kiekį ( $p < 0,05$ ).

**3.4.9 lentelė.** Se bei vitamino E įtaka MDA kaupimuisi viščiukų broilerių mėsoje,  $\mu\text{mol/kg}$

| Grupė                                                               | Praėjus 24 val. po skerdimo |                     | Praėjus 3 mėn. po skerdimo |                     |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
|                                                                     | Krūtinės raumenyse          | Šlaunelės raumenyse | Krūtinės raumenyse         | Šlaunelės raumenyse |
| (Kontrolinė)<br>0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +40 mg vit. E/kg   | 0,40±0,13                   | 0,69±0,18           | 0,29±0,07                  | 0,47±0,13           |
| (I tiriamoji)<br>0,3 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg            | 0,59±0,34                   | 0,65±0,25           | 0,36±0,22*                 | 0,41±0,17           |
| (II tiriamoji)<br>0,5 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +40 mg vit. E/kg | 0,42±0,08*                  | 0,64±0,15*          | 0,44±0,17*                 | 0,59±0,26*          |
| (III tiriamoji)<br>0,5 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg          | 0,43±0,14                   | 0,75±0,35           | 0,24±0,07*                 | 0,50±0,31           |
| (IV tiriamoji)<br>0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +70 mg vit. E/kg | 0,41±0,21                   | 0,64±0,19           | 0,33±0,25*                 | 0,52±0,28           |
| (V tiriamoji)<br>0,3 mg Alkosel®R397+<br>70 mg vit. E/kg            | 0,34±0,18                   | 0,47±0,21           | 0,15±0,03*                 | 0,37±0,16*          |

\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p < 0,05$ .

Lyginant malonildialdehidų kiekį tarp tyrimo etapų nustatyta, kad minėto rodiklio koncentracija praėjus 3 sandėliavimo mėn. buvo 44,2 proc. mažesnė III ir net 55,9 proc. – V tiriamosios grupės krūtinėlės mėginiuose palyginti su kontroline ( $p < 0,05$ ). Visi kiti tiek krūtinėlėse, tiek šlaunelėse nustatyti malondialdehido kiekio skirtumai atitiko aritmetinę paklaidą ir nebuvo statistiškai patikimi.

Alfa tokoferolio kaupimasis tiriamųjų grupių viščiukų broilerių krūtinėlės ir šlaunelės raumenyse ženkliai skyrėsi nuo kontrolinės grupės (3.4.10 lentelė). I, II ir III tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo mažesnis atitinkamai 5,92 mg/kg; 6,08 mg/kg ir 6,01 mg/kg palyginti su kontroline grupe.

**3.4.10 lentelė.** Se ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių vitamino E kaupimuisi viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse, mg/kg

| Grupė                                                                      | Krūtinėlė             |                        | Šlaunelės             |                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
|                                                                            | $\alpha$ -tokoferolis | $\gamma$ - tokoferolis | $\alpha$ -tokoferolis | $\gamma$ - tokoferolis |
| (Kontrolinė)<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E/kg   | 14,29±2,25            | 1,81±0,11              | 22,45±5,35            | 2,02±0,29              |
| (I tiriamoji)<br>0,3 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg                   | 8,37±1,60*            | 1,78±0,09              | 13,72±6,27*           | 1,87±0,16              |
| (II tiriamoji)<br>0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +40 mg vit. E/kg | 8,21±1,91*            | 1,54±0,06*             | 12,33±1,03*           | 1,81±0,12*             |
| (III tiriamoji)<br>0,5 mg Alkosel®R397+<br>40 mg vit. E/kg                 | 8,28±2,35*            | 1,70±0,13              | 13,91±3,58*           | 1,94±0,41              |
| (IV tiriamoji)<br>0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +70 mg vit. E/kg | 15,11±4,49            | 1,70±0,21              | 20,81±4,94            | 1,85±0,14              |
| (V tiriamoji)<br>0,3 mg Alkosel®R397+<br>70 mg vit. E/kg                   | 38,02±5,84*           | 1,65±0,08*             | 56,22±12,43*          | 1,71±0,19              |

\*Duomenys statistiškai patikimi; p<0,05.

Analogiški tyrimų rezultatai gauti ir analizuojant alfa tokoferolio kaupimąsi šlaunelės raumenyse. I tiriamosios grupės kaupimosi rodiklis buvo 8,73 mg/kg, II – 10,12 mg/kg, III – 8,54 mg/kg mažesnis palyginti su kontroline grupe (p<0,05). Šie duomenys statistiškai patikimi (p<0,05). V tiriamajoje grupėje, kur į viščiukų broilerių kombinuotuosius lesalus buvo įmaišyta 0,3 mg Alkosel® ir 70 mg vitamino E, alfa tokoferolio viščiukų broilerių krūtinėlės raumenyse susikaupė 23,72 mg/kg, o šlaunelės raumenyse – 33,77 mg/kg daugiau nei kontrolinės grupės (p<0,05).

Analizuojant gama tokoferolio kiekį viščiukų broilerių krūtinėlės raumenyse nustatyta, kad mažiausiai jo susikaupė II (0,5 mg Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>+40 mg vit. E/kg) ir V (0,3 mg Alkosel®R397+70 mg vit. E/kg) tiriamųjų grupių paukščių krūtinėlės raumenyse, atitinkamai 0,27 mg/kg ir 0,16 mg/kg mažiau palyginti su kontroline grupe (p<0,05). Likusių tiriamųjų grupių šie duomenys buvo statistiškai nepatikimi.

Gama tokoferolių visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių šlaunelių raumenyse susikaupė 0,08–0,31 mg/kg mažiau palyginti su kontroline grupe. II tiriamajoje grupėje, kur viščiukų broilerių kombinuotuosiuose lesaluose buvo 0,5 mg Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> ir 40 mg vitamino E, tyrimų rezultatai buvo statistiškai patikimi (p<0,05).

Analizuojant seleno kaupimąsi viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse nustatyta (3.4.11 lentelė), kad seleno koncentracija broilerių krūtinės raumenyse visose tiriamosiose grupėse didėjo 0,22–0,88 mg/kg, išskyrus IV tiriamąją grupę, kur į viščiukų broilerių kombinuotuosius lesalus buvo įdėta 0,3 mg natrio selenito ir 70 mg vitamino E ( $p<0,05$ ). Šioje grupėje analizuojamas rodiklis sumažėjo 0,11 mg/kg palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ). Tokia pati tendencija išliko ir viščiukų broilerių šlaunelių raumenyse. IV tiriamojoje grupėje seleno kiekis buvo mažesnis 0,09 mg/kg, likusiose tiriamosiose grupėse šis rodiklis buvo 0,09–0,88 mg/kg didesnis palyginti su kontroline grupe ( $p<0,05$ ).

**3.4.11 lentelė.** Se bei vitamino E įtaka seleno kaupimuisi viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse, mg/kg

| Parametrai | Kontrolinė grupė                                      | I tiriamoji grupė                                              | II tiriamoji grupė                                    | III tiriamoji grupė                                             | IV tiriamoji grupė                                    | V tiriamoji grupė                                               |
|------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|            | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E/kg | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup><br>R397+<br>40 mg vit. E/kg | 0,5 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>40 mg vit. E/kg | 0,5 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R3<br>97+<br>40 mg vit. E/kg | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ +<br>70 mg vit. E/kg | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R<br>397+<br>70 mg vit. E/kg |
| Krūtinėlė  | 0,52±0,08                                             | 1,32±0,10*                                                     | 0,78±0,14*                                            | 1,40±0,11*                                                      | 0,41±0,04*                                            | 0,74±0,07*                                                      |
| Šlaunelės  | 0,47±0,07                                             | 1,15±0,10*                                                     | 0,78±0,13*                                            | 1,35±0,14*                                                      | 0,38±0,07*                                            | 0,56±0,10*                                                      |

\*Duomenys statistiškai patikimi;  $p<0,05$ .

Žalia krūtinėlių mėsa skyrėsi savo šviesumo ( $L^*$ ), rausvumo ( $a^*$ ) bei gelsvumo ( $b^*$ ) vertėmis, nustatytomis instrumentiniu metodu (3.4.12 lentelė). Pastebėta tendencija: mėginiai, kuriuose vitamino E buvo 40 mg /kg, buvo tamsesni už tuos, kuriuose vitamino E buvo 70 mg/kg. Tuo tarpu seleno tipas (organinės ar neorganinės kilmės) įtakos žalios mėsos šviesumo vertei neturėjo.

Lesaluose didėjant neorganinio seleno kiekiui, žalios mėsos rausvumas ( $a^*$ ) šviesėjo ( $p<0,05$ ), o padidėjus vitamino E kiekiui nuo 40 iki 70 mg – rausvumas taip pat blyško ( $p<0,001$ ). Žalios mėsos gelsvumo koordinatei ( $b^*$ ) seleno kiekio įtaka buvo analogiška rausvumo pokyčiams: didėjant seleno kiekiui gelsvumas blanko ( $p<0,01$ ), o padidėjus vitamino E kiekiui liko nepakitęs (3.4.12 lentelė).

**3.4.12 lentelė.** Instrumentiniu būdu nustatytos šviežios mėsos krūtinės raumenų mėginių spalvos charakteristikos

| Spalvos              | Lesalų priedas                                                     |                |                                               |                |                                                                    |                |                                               |                |                                                                    |                |                                                   |                |    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|----------------|----|
|                      | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |                | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+40 mg<br>vit. E/kg |                | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |                | 0,5 mg<br>Alkosel®<br>R397+40 mg<br>vit. E/kg |                | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg |                | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |                |    |
| Charak-<br>teristika | Žalia mėsa                                                         |                |                                               |                |                                                                    |                |                                               |                |                                                                    |                |                                                   |                |    |
|                      | L*                                                                 | 52,92<br>±2,40 | b                                             | 47,68<br>±1,37 | a                                                                  | 49,68<br>±2,48 | a                                             | 48,45<br>±1,52 | a                                                                  | 55,03<br>±0,68 | b                                                 | 54,43<br>±1,36 | b  |
|                      | a*                                                                 | 3,18±0,71      | d                                             | 1,04<br>±0,23  | a                                                                  | 2,29<br>±0,80  | c                                             | 1,31<br>±0,48  | ab                                                                 | 1,12<br>±0,65  | a                                                 | 2,00<br>±0,10  | bc |
|                      | b*                                                                 | 7,68±0,83      | c                                             | 4,09<br>±0,53  | ab                                                                 | 5,18<br>±0,64  | b                                             | 3,39<br>±0,34  | a                                                                  | 7,24<br>±1,88  | c                                                 | 6,84<br>±0,50  | c  |
|                      | Virta mėsa                                                         |                |                                               |                |                                                                    |                |                                               |                |                                                                    |                |                                                   |                |    |
|                      | L*                                                                 | 79,35<br>±1,31 | b                                             | 80,60<br>±0,91 | bc                                                                 | 79,46<br>±1,80 | b                                             | 76,49<br>±3,06 | a                                                                  | 81,20<br>±2,46 | bc                                                | 83,08<br>±0,24 | c  |
|                      | a*                                                                 | 3,43±0,42      | d                                             | 2,37<br>±0,64  | bc                                                                 | 1,89<br>±0,41  | b                                             | 3,11<br>±0,96  | cd                                                                 | 0,91<br>±0,66  | a                                                 | 1,56<br>±0,23  | ab |
|                      | b*                                                                 | 11,19<br>±0,19 | a                                             | 14,05<br>±0,03 | e                                                                  | 11,92<br>±0,50 | b                                             | 13,65<br>±0,64 | de                                                                 | 12,77<br>±0,47 | c                                                 | 13,14<br>±0,44 | cd |

a, b, c, d – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Didinant lesaluose organinio seleno kiekį, žalios mėsos rausvumo (a\*) ir gelsvumo (b\*) vertės reikšmingai nesiskyrė (p>0,05), o padidėjus vitamino E kiekiui, rausvumo ir gelsvumo vertės buvo didesnės (p<0,05).

Virtos mėsos šviesumas svyravo neženkliai, ir iš visos mėginių grupės tamsiausias buvo su didžiausiu organinio seleno kiekiu (3.4.12 lentelė).

Didinant lesaluose neorganinio seleno kiekį, virta mėsa buvo mažiau rausva (p<0,05), tačiau gelsvesnė, tuo tarpu padidinus vitamino E kiekį, mėsos rausvumas tapo mažiau intensyvus (p<0,001), o gelsvumas – intensyvesnis (p<0,001).

Lyginant šviežių krūtinėlių ir šlaunelių mėsos virimo nuostolius, nustatyta bendra tendencija: esant tam pačiam seleno ir vitamino E kiekiui, vietoje neorganinio seleno naudojant organinės kilmės seleną, virimo nuostoliai yra mažesni (p<0,001) (3.4.13 lentelė).

**3.4.13 lentelė.** Krūtinės ir kojų raumenų virimo nuostoliai priklausomai nuo priedų kiekio lesaluose, proc.

| Mėginys    | Lesalų priedas                                                     |                                                   |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|            | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |
| Krūtinėlės | 26,61                                                              | 21,73                                             | 33,01                                                              | 29,37                                             | 30,20                                                              | 25,33                                             |
| Šlaunelės  | 34,26                                                              | 28,55                                             | 36,31                                                              | 30,99                                             | 37,60                                                              | 26,18                                             |

Instrumentiniai žalios mėsos tekstūros tyrimai (3.4.14 lentelė, žalios mėsos kietumas išreikštas WB verte) parodė, kad, padidėjus vitamino E kiekiui, mėsa tapo minkštesnė tiek naudojant organinį, tiek neorganinį seleną. Tuo tarpu seleno kiekio padidėjimas nuo 0,3 iki 0,5 mg reikšmingos įtakos mėsos kietumui neturėjo.

**3.4.14 lentelė.** Instrumentiniu būdu nustatytos šviežių krūtinės raumenų mėginių tekstūros charakteristikos

| Spalvos<br>Charakte-<br>ristika | Lesalų priedas                                                     |    |                                                   |    |                                                                    |    |                                                   |    |                                                                    |   |                                                   |   |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------|---|
|                                 | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |    | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |    | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |    | 0,5 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |    | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg |   | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |   |
| Žalia mėsa                      |                                                                    |    |                                                   |    |                                                                    |    |                                                   |    |                                                                    |   |                                                   |   |
| Kietumas,<br>WB vertė,<br>N     | 29,05                                                              | b  | 34,36                                             | b  | 25,93                                                              | ab | 26,58                                             | ab | 24,11                                                              | a | 24,31                                             | a |
| Virta mėsa                      |                                                                    |    |                                                   |    |                                                                    |    |                                                   |    |                                                                    |   |                                                   |   |
| Kietumas, N                     | 55,18                                                              | a  | 57,74                                             | a  | 58,11                                                              | a  | 69,97                                             | a  | 52,79                                                              | a | 59,18                                             | a |
| Rišlumas,<br>santykis           | 0,76                                                               | a  | 0,81                                              | a  | 0,85                                                               | a  | 0,82                                              | a  | 0,82                                                               | a | 0,82                                              | a |
| Tamprumas,<br>mm                | 4,77                                                               | ab | 4,61                                              | ab | 5,41                                                               | b  | 5,08                                              | ab | 5,68                                                               | b | 4,34                                              | a |
| Stangrumas                      | 69,39                                                              | a  | 72,27                                             | a  | 71,14                                                              | a  | 102,53                                            | b  | 105,70                                                             | b | 57,50                                             | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Išvirta mėsa tapo kietesnė (3.4.14 lentelė), bet kietumas bei rišlumas reikšmingai nesiskyrė.

Didinant neorganinio seleno priedo kiekį, virtos mėsos tamprumas ir stangrumas nepasikeitė (p>0,05). Padidinus vitamino E kiekį, mėginiai tapo stangresni (p<0,001).

Nei organinis selenas, nei vitamino E kiekis mėginių tamprumui reikšmingos įtakos nedarė, tuo tarpu stangrumui seleno kiekis turėjo reikšmingos ( $p<0,001$ ) įtakos. Padidinus organinio seleno kiekį, mėginiai tapo stangresni.

Juslinės krūtinėlių mėsos savybės mažai priklausė nuo naudotų priedų kiekio (3.4.15 lentelė). Reikšmingi skirtumai tarp mėginių nustatyti tik vertinant spalvą, sultingumą ir pašalinį skonį, kai lesaluose naudotas organinis selenas. Padidinus jo kiekį, mėginių spalva buvo intensyvesnė ( $p<0,05$ ), buvo jaučiamas silpnas, bet nebūdingas prieskonis, o padidėjus vitamino E kiekiui, atsirado silpnas, bet pašalinis prieskonis. Kitos kvapo, skonio ir tekstūros savybės nepriklausė nuo seleno tipo.

**3.4.15 lentelė.** Seleno ir vitamino E kiekio lesaluose įtaka šviežių krūtinės raumenų juslinėms savybėms

| Spalvos charakteristika     | Lesalų priedas                                     |    |                                                         |   |                                                    |    |                                                         |    |                                                    |    |                                                         |    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------|----|
|                             | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E/kg |    | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 40 mg vit. E/kg |    | 0,5 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |    | 0,3 mg $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ + 70 mg vit. E/kg |    | 0,3 mg <i>Alkosel</i> <sup>®</sup> R397+70 mg vit. E/kg |    |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 114,50                                             | a  | 111,13                                                  | a | 114,00                                             | a  | 112,63                                                  | a  | 110,00                                             | a  | 111,75                                                  | a  |
| Viščiuko kvapas             | 105,25                                             | a  | 105,38                                                  | a | 110,38                                             | a  | 104,38                                                  | a  | 106,88                                             | a  | 102,38                                                  | a  |
| Pašalinis kvapas            | 26,13                                              | a  | 24,50                                                   | a | 23,13                                              | a  | 27,38                                                   | a  | 22,50                                              | a  | 27,25                                                   | a  |
| Spalvos intensyvumas        | 40,75                                              | ab | 31,13                                                   | a | 43,25                                              | ab | 52,75                                                   | b  | 40,75                                              | ab | 40,88                                                   | ab |
| Kietumas                    | 53,13                                              | a  | 49,88                                                   | a | 61,00                                              | a  | 64,50                                                   | a  | 66,75                                              | a  | 52,63                                                   | a  |
| Pluoštiškumas               | 65,13                                              | a  | 63,38                                                   | a | 73,25                                              | a  | 74,00                                                   | a  | 77,50                                              | a  | 62,25                                                   | a  |
| Sultingumas                 | 51,88                                              | ab | 65,75                                                   | b | 40,75                                              | a  | 46,00                                                   | ab | 48,63                                              | ab | 63,75                                                   | b  |
| Susikramtymas               | 82,25                                              | a  | 80,13                                                   | a | 85,88                                              | a  | 86,75                                                   | a  | 86,00                                              | a  | 79,00                                                   | a  |
| Gurgždumas                  | 60,13                                              | a  | 66,88                                                   | a | 61,75                                              | a  | 60,63                                                   | a  | 63,63                                              | a  | 59,88                                                   | a  |
| Pojūtis burnoje             | 28,13                                              | a  | 28,25                                                   | a | 24,63                                              | a  | 24,00                                                   | a  | 25,63                                              | a  | 27,00                                                   | a  |
| Bendras skonio intensyvumas | 104,75                                             | a  | 104,25                                                  | a | 102,00                                             | a  | 101,88                                                  | a  | 104,13                                             | a  | 105,13                                                  | a  |
| Skonio sodrumas             | 93,63                                              | a  | 95,00                                                   | a | 90,63                                              | a  | 85,75                                                   | a  | 90,88                                              | a  | 89,75                                                   | a  |
| Viščiuko skonis             | 99,38                                              | a  | 103,00                                                  | a | 96,88                                              | a  | 91,75                                                   | a  | 96,88                                              | a  | 98,00                                                   | a  |
| Pašalinis skonis            | 21,38                                              | a  | 20,00                                                   | a | 21,63                                              | a  | 26,75                                                   | b  | 22,25                                              | a  | 26,50                                                   | b  |
| Liekamasis skonis           | 67,13                                              | a  | 65,25                                                   | a | 67,75                                              | a  | 68,13                                                   | a  | 65,63                                              | a  | 66,75                                                   | a  |
| Kvapo priimtinumumas        | 113,25                                             | a  | 115,63                                                  | a | 116,00                                             | a  | 109,38                                                  | a  | 114,00                                             | a  | 115,50                                                  | a  |
| Skonio priimtinumumas       | 106,25                                             | a  | 113,50                                                  | a | 107,00                                             | a  | 99,50                                                   | a  | 105,13                                             | a  | 111,75                                                  | a  |
| Tekstūros priimtinumumas    | 105,00                                             | a  | 113,00                                                  | a | 104,38                                             | a  | 93,88                                                   | a  | 97,63                                              | a  | 108,63                                                  | a  |
| Bendras priimtinumumas      | 106,88                                             | a  | 113,63                                                  | a | 109,00                                             | a  | 98,25                                                   | a  | 102,63                                             | a  | 112,88                                                  | a  |

a, b – vidurkiaiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p<0,05$ ).

**3.4.16 lentelė. Seleno ir vitamino E kiekio lesaluose įtaka šviežių kojų raumenų juslinėms savybėms**

| Spalvos charakteristika     | Lesalų priedas                                            |   |                                                    |   |                                                           |   |                                                    |    |                                                           |   |                                                    |    |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------|----|
|                             | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkose <sup>l</sup> ® R397+ 40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg Alkose <sup>l</sup> ® R397+ 40 mg vit. E/kg |    | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkose <sup>l</sup> ® R397+ 70 mg vit. E/kg |    |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 116,63                                                    | a | 111,88                                             | a | 114,63                                                    | a | 115,13                                             | a  | 114,00                                                    | a | 113,25                                             | a  |
| Viščiuko kvapas             | 109,13                                                    | a | 102,38                                             | a | 109,63                                                    | a | 104,75                                             | a  | 104,25                                                    | a | 103,13                                             | a  |
| Pašalinis kvapas            | 22,50                                                     | a | 24,25                                              | a | 22,5                                                      | a | 26,13                                              | a  | 26,25                                                     | a | 26,50                                              | a  |
| Spalvos intensyvumas        | 84,50                                                     | a | 63,00                                              | a | 70,88                                                     | a | 63,00                                              | a  | 61,38                                                     | a | 65,75                                              | a  |
| Kietumas                    | 68,63                                                     | b | 49,25                                              | a | 70,75                                                     | b | 59,25                                              | ab | 70,13                                                     | b | 60,75                                              | ab |
| Pluoštiškumas               | 54,38                                                     | a | 46,25                                              | a | 59,50                                                     | a | 51,75                                              | a  | 51,38                                                     | a | 56,63                                              | a  |
| Sultingumas                 | 66,63                                                     | a | 81,63                                              | a | 69,13                                                     | a | 75,00                                              | a  | 65,25                                                     | a | 79,50                                              | a  |
| Susikramtymas               | 83,63                                                     | a | 79,75                                              | a | 82,75                                                     | a | 83,00                                              | a  | 84,13                                                     | a | 83,63                                              | a  |
| Gurgždumas                  | 62,38                                                     | a | 57,75                                              | a | 63,50                                                     | a | 61,88                                              | a  | 62,50                                                     | a | 67,25                                              | a  |
| Pojūtis burnoje             | 60,63                                                     | a | 61,25                                              | a | 63,63                                                     | a | 60,50                                              | a  | 66,00                                                     | a | 68,75                                              | a  |
| Bendras skonio intensyvumas | 104,00                                                    | a | 106,00                                             | a | 105,75                                                    | a | 106,13                                             | a  | 107,38                                                    | a | 107,75                                             | a  |
| Skonio sodrumas             | 90,75                                                     | a | 89,63                                              | a | 96,13                                                     | a | 90,13                                              | a  | 95,13                                                     | a | 94,13                                              | a  |
| Viščiuko skonis             | 95,75                                                     | a | 98,38                                              | a | 103,75                                                    | a | 97,75                                              | a  | 104,25                                                    | a | 98,38                                              | a  |
| Pašalinis skonis            | 27,50                                                     | a | 24,75                                              | a | 23,63                                                     | a | 28                                                 | a  | 22,38                                                     | a | 22,88                                              | a  |
| Liekamasis skonis           | 64,25                                                     | a | 61,75                                              | a | 68,13                                                     | a | 63,63                                              | a  | 65,50                                                     | a | 67,25                                              | a  |
| Kvapo priimtinumumas        | 112,63                                                    | a | 114,00                                             | a | 117,75                                                    | a | 113,13                                             | a  | 115,25                                                    | a | 111,38                                             | a  |
| Skonio priimtinumumas       | 104,88                                                    | a | 108,88                                             | a | 113,5                                                     | a | 106,63                                             | a  | 110,00                                                    | a | 106,00                                             | a  |
| Tekstūros priimtinumumas    | 103,38                                                    | a | 110,63                                             | a | 112,75                                                    | a | 108,5                                              | a  | 110,50                                                    | a | 104,50                                             | a  |
| Bendras priimtinumumas      | 103,25                                                    | a | 110,00                                             | a | 112,88                                                    | a | 106,63                                             | a  | 112,88                                                    | a | 107,38                                             | a  |

a, b – vidurkia, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Šlaunelių mėginių juslinės savybės nepriklausė nuo naudotų lesalų priedų kiekio bei sudėties ir skyrėsi tik kietumu (3.4.16 lentelė). Naudojant lesa-

luose organinį seleną, padidėjus jo ir vitamino E kiekiui, reikšminga įtaka mėginių juslinėms savybėms (kvapui, spalvai, tekstūrai ir skoniui) nenustatyta ( $p>0,05$ ). Naudojant neorganinį seleną, padidinus jo ir vitamino E kiekį, šlaunelių mėsa vertinta kaip kietesnė, tuo tarpu kvapo, skonio ir kitos tekstūros savybės nepakito ( $p>0,05$ ).

Naudojant lesaluose neorganinį seleną (3.4.17 lentelė), žalia mėsa buvo šviesesnė, kai vitamino E kiekis buvo 40 mg, bet nuo seleno kiekio nepriklausė. Tuo tarpu padidinus vitamino E kiekį, žalios mėsos šviesumas ( $L^*$ ) buvo blankesnis. Kitoms spalvos koordinatėms ( $a^*$ ) ir ( $b^*$ ) seleno ir vitamino E kiekis įtakos nedarė. Virti mėsos mėginiai, padidėjus seleno kiekiui, tapo šviesesni ( $p<0,05$ ) ir mažiau rausvi. Didinant vitamino E kiekį, spalvos charakteristikos nesiskyrė.

**3.4.17 lentelė.** Instrumentiniu būdu nustatytos 3 mėn. sandėliuotų krūtinės raumenų mėginių spalvos charakteristikos

| Spalvos<br>charak-<br>teristika | Lesalų priedas                                                     |   |                                                                      |    |                                                                    |        |                                                                      |   |                                                                    |    |                                                                      |    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------|----|
|                                 | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |   | 0,3 mg<br><i>Alkosei</i> <sup>®</sup><br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |    | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |        | 0,5 mg<br><i>Alkosei</i> <sup>®</sup><br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |   | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg |    | 0,3 mg<br><i>Alkosei</i> <sup>®</sup><br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |    |
| Žalia mėsa                      |                                                                    |   |                                                                      |    |                                                                    |        |                                                                      |   |                                                                    |    |                                                                      |    |
| L*                              | 53,45<br>±1,31                                                     | d | 49,48<br>±1,01                                                       | b  | 53,47±2,02                                                         | d      | 51,41<br>±0,47                                                       | c | 46,14<br>±1,26                                                     | a  | 52,92<br>±1,11                                                       | cd |
| a*                              | 4,58<br>±0,99                                                      | c | 4,42±2,08                                                            | c  | 2,43±0,15                                                          | b<br>c | 0,89<br>±0,51                                                        | a | 3,31<br>±0,55                                                      | bc | 2,96<br>±0,29                                                        | ab |
| b*                              | 8,44<br>±1,35                                                      | a | 7,80±2,06                                                            | a  | 6,62±0,77                                                          | a      | 7,11<br>±0,82                                                        | a | 7,30<br>±0,58                                                      | a  | 7,97<br>±0,74                                                        | a  |
| Virta mėsa                      |                                                                    |   |                                                                      |    |                                                                    |        |                                                                      |   |                                                                    |    |                                                                      |    |
| L*                              | 76,96<br>±1,97                                                     | a | 80,68<br>±0,23                                                       | bc | 80,10±0,30                                                         | b      | 81,79<br>±0,84                                                       | c | 77,79<br>±0,46                                                     | a  | 80,28<br>±0,51                                                       | b  |
| a*                              | 3,53<br>±0,81                                                      | d | 1,95±0,53                                                            | ab | 2,61±0,52                                                          | b<br>c | 1,75<br>±0,30                                                        | a | 3,16<br>±0,34                                                      | cd | 2,33<br>±0,34                                                        | ab |
| b*                              | 13,19<br>±0,11                                                     | a | 13,46<br>±0,36                                                       | ab | 13,42±0,38                                                         | a<br>b | 12,88<br>±0,41                                                       | a | 14,35<br>±1,29                                                     | b  | 13,24<br>±0,54                                                       | a  |

a, b, c, d – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p<0,05$ ).

Padidinus lesaluose organinio seleno ar vitamino E kiekį, žalia mėsa buvo šviesesnė, tačiau mažiau rausva ( $p<0,05$ ) (3.4.17 lentelė). Išvirus mėsą skirtumo tarp spalvos charakteristikų, priklausomai nuo seleno ar vitamino E kiekio, nenustatyta.

Išlaikius mėginius 3 mėn. šaldiklyje, nustatyti defrostacijos nuostoliai svyravo gana smarkiai, t. y. nuo 3 iki 17 proc. (3.4.18 lentelė). Šlaunelių mėginių jie buvo mažesni.

Šlaunelių mėsos virimo nuostoliai buvo mažesni (3.4.18 lentelė), kai, esant tam pačiam seleno ir vitamino E kiekiui, neorganinis selenas pakeistas organiniu. Krūtinėlių mėginiais ši tendencija nenustatyta, kai seleno kiekis lesaluose buvo 0,3 mg.

**3.4.18 lentelė.** *Krūtinės ir kojų raumenų virimo ir defrostacijos nuostoliai, priklausomai nuo priedų kiekio lesaluose, proc.*

| Mėginiai                 | Lesalų priedas                                                     |                                                   |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                          | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,5 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |
| Virimo nuostoliai        |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |
| Krūtinėlės               | 28,02                                                              | 28,88                                             | 32,59                                                              | 28,22                                             | 33,28                                                              | 34,42                                             |
| Šlaunelės                | 31,71                                                              | 30,76                                             | 36,74                                                              | 30,71                                             | 34,70                                                              | 28,40                                             |
| Defrostacijos nuostoliai |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |                                                                    |                                                   |
| Krūtinėlės               | 7,97                                                               | 8,26                                              | 8,30                                                               | 4,90                                              | 17,19                                                              | 8,29                                              |
| Šlaunelės                | 3,07                                                               | 5,10                                              | 4,35                                                               | 3,25                                              | 4,64                                                               | 4,24                                              |

Naudojant lesaluose neorganinį seleną, žalios mėsos kietumas nesiskyrė keičiant priedų kiekį (3.4.19 lentelė). Išvirus mėsą, skirtumo tarp mėginių kietumo, tamprumo ir stangrumo nenustatyta ( $p>0,05$ ).

**3.4.19 lentelė.** *Instrumentiniu būdu nustatytos krūtinės raumenų mėginių tekstūros charakteristikos*

| Spalvos<br>Charakte-<br>ristika | Lesalų priedas                                                     |        |                                                   |   |                                                                    |        |                                                   |   |                                                                    |   |                                                   |   |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------|---|
|                                 | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |        | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |   | 0,5 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>40 mg<br>vit. E/kg |        | 0,5 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>40 mg<br>vit. E/kg |   | 0,3 mg<br>Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> +<br>70 mg<br>vit. E/kg |   | 0,3 mg<br>Alkosel®<br>R397+<br>70 mg<br>vit. E/kg |   |
| Žalia mėsa                      |                                                                    |        |                                                   |   |                                                                    |        |                                                   |   |                                                                    |   |                                                   |   |
| Kietumas,<br>WB vertė, N        | 28,285                                                             | a<br>b | 24,95                                             | a | 31,36                                                              | a<br>b | 23,625                                            | a | 21,79                                                              | a | 34,535                                            | b |
| Virta mėsa                      |                                                                    |        |                                                   |   |                                                                    |        |                                                   |   |                                                                    |   |                                                   |   |
| Kietumas, N                     | 52,03                                                              | a      | 79,28                                             | a | 77,33                                                              | a      | 58,95                                             | a | 76,29                                                              | a | 82,45                                             | a |
| Riškumas,<br>santykis           | 0,84                                                               | a      | 0,85                                              | a | 0,85                                                               | a      | 0,81                                              | a | 0,87                                                               | a | 0,84                                              | a |
| Tamprumas,<br>mm                | 6,17                                                               | a      | 5,62                                              | a | 5,67                                                               | a      | 5,20                                              | a | 5,64                                                               | a | 6,21                                              | a |
| Stangrumas                      | 104,96                                                             | a      | 144,09                                            | a | 106,34                                                             | a      | 94,33                                             | a | 144,18                                                             | a | 161,75                                            | a |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje ( $p<0,05$ ).

Padidinus lesaluose organinio seleno kiekį, žalios mėsos kietumas nepakito, o padidinus vitamino E kiekį, mėsa tapo kietesnė ( $p < 0,05$ ). Virtos mėsos mėginiuose tekstūros savybių intensyvumas svyravo gana smarkiai, tačiau reikšmingo skirtumo nenustatyta.

3 mėn. išlaikius užšaldytus krūtinėlių mėginius, juslinėms savybėms reikšmingos seleno kilmės ir kiekio įtakos nenustatyta (3.4.20 lentelė). Vitamino E kiekis taip pat neturėjo reikšmingos įtakos juslinėms savybėms. Visi mėginiai liko vienodai priimtini.

**3.4.20 lentelė. Seleno ir vitamino E kiekio lesaluose įtaka krūtinės raumenų juslinėms savybėms**

| Spalvos charakteristika     | Lesalų priedas                                            |   |                                                  |   |                                                           |   |                                                  |   |                                                           |   |                                                  |   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|---|
|                             | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkosei <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg Alkosei <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkosei <sup>®</sup> R397+70 mg vit. E/kg |   |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 112                                                       | a | 109,13                                           | a | 110,25                                                    | a | 112,13                                           | a | 111,75                                                    | a | 112,75                                           | a |
| Viščiuko kvapas             | 98,38                                                     | a | 94,13                                            | a | 99,5                                                      | a | 93,13                                            | a | 97                                                        | a | 97,5                                             | a |
| Pašalinis kvapas            | 24,88                                                     | a | 27,88                                            | a | 25,13                                                     | a | 29,88                                            | a | 24,38                                                     | a | 27                                               | a |
| Spalvos intensyvumas        | 40,38                                                     | a | 39                                               | a | 39,88                                                     | a | 39,63                                            | a | 37                                                        | a | 45,13                                            | a |
| Kietumas                    | 64,25                                                     | a | 57,5                                             | a | 63                                                        | a | 58,38                                            | a | 72,38                                                     | a | 60                                               | a |
| Pluoštiškumas               | 91,13                                                     | a | 86,13                                            | a | 87,13                                                     | a | 85,38                                            | a | 93,5                                                      | a | 84,5                                             | a |
| Sultingumas                 | 51,13                                                     | a | 61,63                                            | a | 49,5                                                      | a | 47,13                                            | a | 40,13                                                     | a | 41                                               | a |
| Susikramtymas               | 84,63                                                     | a | 81,13                                            | a | 81,38                                                     | a | 83,75                                            | a | 88,25                                                     | a | 85,75                                            | a |
| Gurgždumas                  | 64                                                        | a | 71,75                                            | a | 64,75                                                     | a | 67,25                                            | a | 66,88                                                     | a | 67                                               | a |
| Pojūtis burnoje             | 28,5                                                      | a | 30,63                                            | a | 26,63                                                     | a | 28,25                                            | a | 25,5                                                      | a | 25,38                                            | a |
| Bendras skonio intensyvumas | 103,88                                                    | a | 103,63                                           | a | 102,88                                                    | a | 105,63                                           | a | 103,25                                                    | a | 103,25                                           | a |
| Skonio sodrumas             | 84,88                                                     | a | 85,88                                            | a | 80,5                                                      | a | 89,5                                             | a | 87,38                                                     | a | 87                                               | a |
| Viščiuko skonis             | 91,38                                                     | a | 94,63                                            | a | 86,38                                                     | a | 93,25                                            | a | 91,38                                                     | a | 91,75                                            | a |
| Pašalinis skonis            | 23,75                                                     | a | 25                                               | a | 21,88                                                     | a | 25,88                                            | a | 21,13                                                     | a | 22,63                                            | a |
| Liekamasis skonis           | 82,38                                                     | a | 82,25                                            | a | 83,38                                                     | a | 82                                               | a | 80,75                                                     | a | 83,63                                            | a |
| Kvapo priimtinumai          | 107                                                       | a | 108,25                                           | a | 109,63                                                    | a | 108,88                                           | a | 113,5                                                     | a | 107                                              | a |
| Skonio priimtinumai         | 108,25                                                    | a | 109,25                                           | a | 104,63                                                    | a | 108,5                                            | a | 109,5                                                     | a | 107,25                                           | a |
| Tekstūros priimtinumai      | 110,38                                                    | a | 112,38                                           | a | 105,75                                                    | a | 107,63                                           | a | 103,5                                                     | a | 106,63                                           | a |
| Bendras priimtinumai        | 109,38                                                    | a | 111,13                                           | a | 106,25                                                    | a | 108,75                                           | a | 108,38                                                    | a | 107,25                                           | a |

3 mėn. sandėliuojant šlaunelių mėginius šaldiklyje, skonio ir kvapo savybėms reikšminga seleno kilmės ir kiekio įtaka nenustatyta (3.4.21 lentelė). Naudojant organinį seleną visos juslinės savybės liko to paties intensyvumo, net padidėjus seleno ar vitamino E kiekiui.

**3.4.21 lentelė. Seleno ir vitamino E kiekio lesaluose įtaka kojų raumenų įsijūnėms savybėms**

| Spalvos charakteristika     | Lesalų priedas                                            |   |                                                 |   |                                                           |    |                                                 |    |                                                           |   |                                                  |    |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------|----|
|                             | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |   | 0,5 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 40 mg vit. E/kg |    | 0,5 mg Alkose <sup>®</sup> R397+40 mg vit. E/kg |    | 0,3 mg Na <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub> + 70 mg vit. E/kg |   | 0,3 mg Alkose <sup>®</sup> R397+ 70 mg vit. E/kg |    |
| Bendras kvapo intensyvumas  | 117,88                                                    | a | 112,5                                           | a | 113,13                                                    | a  | 110,25                                          | a  | 111,5                                                     | a | 112,63                                           | a  |
| Viščiuko kvapas             | 104,75                                                    | a | 105                                             | a | 102,25                                                    | a  | 101,13                                          | a  | 100                                                       | a | 102,5                                            | a  |
| Pašalinis kvapas            | 24,13                                                     | a | 23,5                                            | a | 21,63                                                     | a  | 21,13                                           | a  | 21,88                                                     | a | 21,13                                            | a  |
| Spalvos intensyvumas        | 92,25                                                     | b | 67,5                                            | a | 77,63                                                     | ab | 80,5                                            | ab | 71,63                                                     | a | 81,88                                            | ab |
| Kietumas                    | 60,63                                                     | a | 50,88                                           | a | 72,13                                                     | a  | 54,88                                           | a  | 62,13                                                     | a | 57                                               | a  |
| Pluoštiškumas               | 63,75                                                     | a | 63,25                                           | a | 72                                                        | a  | 67,63                                           | a  | 68,25                                                     | a | 63,25                                            | a  |
| Sultingumas                 | 82,75                                                     | b | 86                                              | b | 61,63                                                     | a  | 77,38                                           | b  | 62,5                                                      | a | 81,5                                             | b  |
| Susikramtymas               | 84                                                        | a | 78,25                                           | a | 90                                                        | a  | 85,75                                           | a  | 88,25                                                     | a | 82                                               | a  |
| Gurgždumas                  | 71,13                                                     | a | 67,5                                            | a | 71,5                                                      | a  | 69                                              | a  | 74                                                        | a | 67,63                                            | a  |
| Pojūtis burnoje             | 83,25                                                     | a | 75,25                                           | a | 70,75                                                     | a  | 76,13                                           | a  | 68,88                                                     | a | 80,63                                            | a  |
| Bendras skonio intensyvumas | 104,38                                                    | a | 104,75                                          | a | 106,75                                                    | a  | 106,13                                          | a  | 104,25                                                    | a | 107                                              | a  |
| Skonio sodrumas             | 92,75                                                     | a | 98,38                                           | a | 97,88                                                     | a  | 94,38                                           | a  | 94,5                                                      | a | 97                                               | a  |
| Viščiuko skonis             | 99,13                                                     | a | 101,38                                          | a | 102,63                                                    | a  | 97,25                                           | a  | 99,38                                                     | a | 99,88                                            | a  |
| Pašalinis skonis            | 28                                                        | a | 24,5                                            | a | 22,25                                                     | a  | 26,63                                           | a  | 22,38                                                     | a | 24,38                                            | a  |
| Liekamasis skonis           | 84,75                                                     | a | 82,25                                           | a | 87,75                                                     | a  | 82,63                                           | a  | 84,5                                                      | a | 84,25                                            | a  |
| Kvapo priimtumas            | 109,5                                                     | a | 115,5                                           | a | 114,88                                                    | a  | 113,38                                          | a  | 114,75                                                    | a | 115,75                                           | a  |
| Skonio priimtumas           | 107                                                       | a | 112,63                                          | a | 109,63                                                    | a  | 105,88                                          | a  | 111,75                                                    | a | 110,5                                            | a  |
| Tekstūros priimtumas        | 110,5                                                     | a | 117,88                                          | a | 111                                                       | a  | 111,5                                           | a  | 115,75                                                    | a | 115                                              | a  |
| Bendras priimtumas          | 109,5                                                     | a | 113,88                                          | a | 111,38                                                    | a  | 108,75                                          | a  | 112,5                                                     | a | 112,88                                           | a  |

a, b – vidurkiai, lentelės eilutėse pažymėti skirtingomis raidėmis, statistiškai reikšmingai skiriasi tarpusavyje (p<0,05).

Naudojant neorganinį seleną ir padidinus seleno ar vitamino E kiekį, mėginiai buvo įvertinti kaip mažiau intensyvios spalvos ir mažiau sultingi (3.4.21 lentelė), tačiau priimtinumui tas neigiamos įtakos neturėjo.

#### 4. REZULTATŲ APTARIMAS

Seleno priedai paukščiams ir gyvuliams naudojami įvairių formų – kaip mielės, dumbliai *Chlorella*, augalų daigai bei kopūstai, tačiau dažniausiai naudojami organinio ir neorganinio seleno junginiai [114, 137, 144, 22, 81, 128, 140]. Selenas yra biologiškai aktyvus tik tada, kai įeina į baltymų struktūrą [108]. Selenas, kaip gliutatio peroksidazės komponentas, gyvūnų organizme gali apsaugoti ląsteles ir jų membranas nuo žalos, kurią sukelia oksidacija. Seleno ir metionino svarba paukščių mityboje yra ženkli. Seleno poveikį paukščių organizmui stiprina pirmiausia metioninas ir selenas. Metioninas tiesiogiai daro įtaką baltymų medžiagų apykaitai [8].

Organinis selenas, esantis pašarinėse žaliavose, dažniausiai esti seleno metionino formos, todėl jo medžiagų apykaitos kelias yra toks pats, kaip ir metionino, t. y. aktyvi pernaša per žarnyno membranas ir aktyvus jo kaupimasis kepenų bei raumenų audiniuose [121]. Metioninas dalyvauja metilo grupės medžiagų apykaitoje ir kitų aminorūgščių, turinčių sieros junginių, sintezėje, pirmiausia – cisteino. Cisteinas reikalingas gliutatio peroksidazės ir taurino sintezei – svarbiems junginiams ląstelių apsaugai nuo oksidacinio streso [79].

Natūralūs antioksidantai, kaip antai selenas, vitaminas E, teigiamai veikia paukščių sveikatingumą, produktyvumą bei reprodukcines savybes [52]. Lesalų papildymas selenu gali teigiamai veikti paukštienos kokybę bei tinkamumo vartoti trukmę [54].

Organinio ir neorganinio seleno bei skirtingas vitamino E kiekis esminės įtakos broilerių augimo intensyvumui ir gaištamumui nedarė. Lesalų sąnaudos tiriamosiose grupėse buvo 1–3 proc. mažesnės nei kontrolinėje ( $p>0,05$ ). Atliktų tyrimų rezultatai atitiko [24] atliktų bandymų rezultatus, kurie parodė, kad organinis selenas lesaluose neturėjo poveikio galutiniam viščiukų broilerių svoriui. Bandymo rezultatai parodė teigiamą organinio seleno įtaką galutiniam viščiukų broilerių svoriui, tačiau, neorganiniu Se papildžius lesalus, toks teigiamas poveikis nenustatytas [130, 33]. Tyrimais įrodyta, kad, lesalus papildžius didesniu vitamino E kiekiu, padidėja naminių paukščių produktyvumas [64].

Viščiukus broilerius lesinant lesalais, kuriuose selenas sudarė 0,5 mg, dvylikapirštės žarnos chimuse sausųjų medžiagų kiekis buvo 1,22 proc., o aklosios ir tiesiosios žarnų chimuse atitinkamai 1,9 proc. ir 0,16 proc. didesnis palyginti su kontrole grupe, kur selenas sudarė 0,15 mg/kg lesalų ( $p>0,05$ ). Į lesalus įmaišius daugiau vitamino E (40 mg/kg iki 200 mg/kg lesalų), taip pat nustatytas didesnis atskirų virškinamojo trakto dalių chimuso sausųjų medžiagų kiekis.

Bakterinių fermentų alfa gliukozidazės ir alfa galaktozidazės aktyvumas turėjo tendenciją mažėti visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių aklosios žarnos turinyje. Potencialiai žalingo bakterinio fermento beta gliukuronidazės aktyvumas sumažėjo atitinkamai 0,02 mg/g ir 0,36 mg/g 0,5 mg Se+100 mg vitamino E ir 0,5 mg Se+150 mg vitamino E įtakoje, o veikiamas 0,5 mg Se+200 mg vitamino E, jo aktyvumas nepakito palyginti su kontroline grupe. Didėjant vitamino E (nuo 40 mg/kg iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, viščiukų broilerių fermentinių baltymų kiekis turėjo tendenciją didėti nuo 0,08 mg/g iki 0,24 mg/g.

Tiek kontrolinės, tiek tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujo parametrai atitiko fiziologines normas. Panašias tendencijas nurodo ir kiti mokslininkai [67, 138, 20]. Viščiukai broileriai, kaip ir kiti gyvūnai, turi apsaugines sistemas, saugančias juos nuo mikroorganizmų, parazitų, grybų, virusų bei svetimų molekulių invazijos. Apsauginės sistemos remiasi efektyvia imuninės sistemos veikla. Mokslininkai, remdamiesi *in vitro* tyrimų rezultatais nurodo, kad selenas ir vitaminas E yra vieni iš imuninę sistemą stimuliuojančių veiksnių [123].

Padidintas iki 0,5 mg seleno kiekis lesaluose turėjo statistiškai reikšmingą poveikį šio elemento kaupimuisi viščiukų broilerių krūtinės raumenyse. Seleno kiekis visų tiriamųjų grupių viščiukų krūtinės raumenyse padidėjo nuo 0,03 mg/kg iki 11,85 mg/kg ( $p<0,05$ ).

Paukštieną papildyti alfa tokoferoliais ir selenu nėra sudėtinga, tačiau ši procesą stabdo didesnis polinesočiųjų riebalų rūgščių lesaluose kiekis, nuo kurio jo atsidėjimas pradeda mažėti [48]. Tai įrodo, kad vitaminas E gali apsaugoti mėsą nuo oksidacijos [26, 76]. Priešingai vitaminui E, selenas mėsoje gali atsidėti gana dideliais kiekiais [154]. Audiniuose šio elemento kiekį galima padidinti net 3 arba 4 kartus. Krūtinėlių ir šlaunelių raumenys, papildyti selenu, gali patenkinti net iki 60 proc. rekomenduojamos seleno dozės žmogui per parą. Jokio nepageidaujamo poveikio mėsos, papildytos selenu ir vitaminu E, kokybei nebuvo pastebėta.

Mokslininkai nustatė, kad alfa tokoferolio kaupimasis viščiukų broilerių šlaunelių ir krūtinėlių raumenyse priklauso ne tik nuo įdėto kiekio, bet ir nuo laiko: į tiriamųjų penkių grupių lesalus 1, 2, 3, 4, 5 bandymų savaites buvo maišoma 200 mg alfa tokoferolio acetato kg lesalų, o į kontrolinę – 30 mg/kg lesalų. Paskerdus viščiukus paaiškėjo, kad tiriamųjų grupių viščiukų broilerių šlaunelių ir krūtinėlių raumenyse alfa tokoferolis kaupėsi visą bandymo laikotarpį, t. y. nuo 1 iki 5 bandymo savaitės [15].

Selenas, o ypač organinis, gali pagerinti paukštienos kokybę ir pailginti jos laikymo trukmę, mažinti drėgmės nuostolius [37]. Didinant seleno kiekį lesaluose, gerėja raumenų būklė [23]. Maksimalus priesvoris ir geriausios lesalų sąnaudos gauamos tada, kai viščiukų broilerių lesalus į maišoma

0,50 mg Se/kg ir 300 TV/kg vitamino E [129]. Tačiau vis dar nepakanka duomenų apie seleno poveikį lipidų oksidaciniams procesams viščių broilerių organizme [110]. Vitaminas E pašaruose yra daug paveiklesnis, nei tokoferoliai, tiesiogiai įvesti į paskersto broilerio mėsą [82]. Tyrimais nustatyta, kad laisvųjų radikalų susidarymo procesą kontroliuoja antioksidantų sistema, sudaryta iš vitaminų A, C, E, beta karotino, seleno, cinko, likopeno ir gliutatio [125].

Viščių broilerių krūtinės ir kojų raumenų pH vertėms visais brendimo tarpsniais selenas ir vitaminas E esminės įtakos neturėjo. Kiti tyrėjai paskelbė, kad viščių broilerių krūtinės raumenų pH vertė svyravo tarp 5,81 ir 5,86 vnt. po 24 val. mėsos brendimo [133].

Didėjant vitamino E (nuo 40 iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, riebalų rūgščių kiekis viščių broilerių krūtinės raumenyse turėjo tendenciją didėti: margarino rūgšties padidėjo nuo 0,02 proc. iki 0,04 proc., oleino – nuo 0,52 proc. iki 1,89 proc., linolo – nuo 1,01 proc. iki 2,25 proc., linoleno nuo 0,15 proc. iki 0,21 proc., o arachido riebalų rūgšties – nuo 0,01 proc. iki 0,03 proc. palyginti su kontroline grupe. Kitų riebalų rūgščių kiekis, veikiamas seleno ir skirtingo vitamino E kiekio, palyginti su kontroline grupe sumažėjo.

Skirtingas seleno kiekis lesaluose neturėjo reikšmingos įtakos viščių krūtinės raumenų daugumos tirtųjų juslinių ir tekstūrinių savybių intensyvumui. Šie rezultatai atitinka kitų mokslininkų gautus tyrimų rezultatus [52], kai buvo nustatyta, kad seleno ir omega-3 riebalų rūgščių priedai lesaluose nepakeitė mėginių juslinių savybių intensyvumo. Tyrėjai mano [52], kad silpnas pašalinis skonis, nebūdingas virtiems viščių raumenims, gali atsirasti dėl kraujo likučių skerdienoje ar kitų skerdenos paruošimo ypatumų. Kadangi tiriant viščių kojų raumenų spalvos charakteristikas statistiškai patikimų rezultatų gauti nepavyksta [46], o tekstūros tyrimams neįmanoma paruošti pakankamo dydžio mėginių, nes šių raumenų struktūra nėra pakankamai vienalytė, mėginių spalvos ir tekstūros charakteristikos instrumentiniu būdu nebuvo tirtos.

Organinio ir neorganinio seleno priedai bei vitaminas E viščių broilerių kombinuotuosiuose lesaluose, lesinant minėtais lesalų priedais skirtingais broilerių auginimo periodais, ženkliai įtakos viščių broilerių produktyvumui, lesalų konversijai bei išsaugojimui neturėjo, tačiau 35 auginimo dieną, tiriamųjų grupių broileriai svėrė 3 proc. mažiau palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ).

Mūsų tyrimo rezultatai yra atitinka [98] taip pat [139] rezultatus. Pastarasis ištyrė, kad naudojant dviejų tipų Se šaltinius (organinį ir neorganinį), viščių broilerių kūno svoris buvo didesnis už kontrolinės grupės viščių. Daugeliu tyrimų įrodyta, kad viščių broilerių kūno svoris padidėjo

racioną papildžius organiniu selenu. Nustatyta, kad didesnis svoris buvo tų viščiukų, kurių tėvai buvo lesinami didesniu seleno kiekiu [113]. Paukščių, kurių tėvų pulkai buvo lesinami mažesniu seleno kiekiu, priauglio masė priaugo mažiau [50].

Mokslininkai paskelbė, kad skirtingas seleno (tiek natrio selenito, tiek selenometionino) kiekis (0–0,5 ppm) nedarė įtakos viščiukų broilerių produktyvumui. Taip pat nustatė, kad lesalus papildžius 0,1 ppm seleno, viščiukų broilerių produktyvumo rodikliams teigiamas poveikis negautas [23]. Tačiau kiti tyrėjai pastebi, kad 0,2 ppm natrio selenito ir seleno mišinys neturėjo įtakos viščiukų broilerių svoriui ar lesalų sąnaudoms [37].

Analizuojant seleno priedų ir vitamino E įtaką, lesinant minėtais lesalų priedais skirtingais broilerių auginimo periodais, atskirų virškinamojo trakto segmentų pH dinamikai, sausųjų medžiagų ir trumpųjų grandinių riebalų rūgščių koncentracijai ženklios įtakos nenustatyta. Tik atskirose virškinamojo trakto segmento dalyse – aklosios žarnos (*cecum*) turinyje sausųjų medžiagų koncentracija I, III ir IV tiriamosiose grupėse didėjo nuo 2,38 proc. iki 6,79 proc. ( $p < 0,05$ ). II tiriamosios grupės viščiukų broilerių tiesiosios žarnos turinyje (*intestinum crassum*) šis rodiklis sumažėjo 5,38 proc. ( $p < 0,05$ ).

Analizuojant viščiukų broilerių kraujo plazmos baltymų sudėtį nustatyta, kad seleno ir vitamino E priedai, lesinant jais skirtingais broilerių auginimo periodais, padidino bendro baltymo ir gama globulinų koncentraciją. Kitiems kraujo plazmos rodikliams esminė įtaka nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

Naudojant tik neorganinio seleno ir organinio bei neorganinio seleno priedus ir vitamino E 40 mg/kg lesalų visą viščiukų broilerių auginimo laikotarpį, jų kraujo serume padidėjo tik gliukoperoksidazės aktyvumas – 6,86 mU/ml ( $p < 0,005$ – $p < 0,001$ ). Naudojant neorganinio ir organinio seleno priedus visą viščiukų broilerių auginimo laikotarpį ir paskutiniąsias auginimo dienas (22–35 d.) minėtus priedus bei vitaminą E mg/kg, laisvo tiroksino kiekis padidėjo atitinkamai 15,65 pmol/l ir 16,27 pmol/l palyginti su kontroline grupe. Analogiški tyrimo rezultatai gauti ir analizuojant laisvo trijodtironino kiekį viščiukų broilerių kraujyje ( $p > 0,05$ ).

Daugiausia seleno –1,506 mg/kg – viščiukų broilerių krūtinės raumenyse susikaupė naudojant lesaluose 0,15 mg/kg neorganinio ir 0,35 mg/kg organinio seleno priedus bei vitaminą E 40 mg/kg per visą jų auginimo laikotarpį; mažiausiai – 0,866 mg/kg – naudojant minėtus priedus 22–35 dieną ( $p < 0,05$ ).

Daugiausia vitamino E viščiukų broilerių krūtinės raumenyse susikaupė naudojant neorganinį ir organinį seleną bei vitaminą E 40 mg/kg lesalų per 1–21 auginimo dieną – 0,063 mg/kg ( $p > 0,05$ ). Didelė vitamino E koncentracija mėsoje yra naudinga, nes gali pailginti mėsos galiojimo laiką, mat

mėsos, riebalų gedimą tokoferolio koncentracija stabdo [109]. Lyginant su anksčiau atliktais tyrimais [120] įrodyta, kad lesalų papildymas selenu padidina alfa tokoferolio kiekį viščiukų broilerių mėsoje.

Seleno ir vitamino E priedai skirtingais broilerių auginimo periodais statistiškai patikimos įtakos MDA koncentracijai šviežių viščiukų broilerių krūtinės raumenyse nepadarė. Sandėliuojant viščiukų broilerių krūtinės raumenis 3 mėn., nustatyta mažėjanti MDA koncentracija visose tiriamosiose grupėse. Seleno ir vitamino E priedai po 6 mėn. broilerių krūtinės raumenų sandėliavimo statistiškai patikimos įtakos MDA koncentracijai neturėjo. Manonildialdehidai yra nepageidaujamas lipidų oksidacijos produktas. Jų kiekis yra vienas svarbiausių rodiklių, vertinant mėsos kokybę po skerdimo [105].

Daug tyrimų atlikta nustatant, kaip TBARS (lipidų oksidacijos laipsnis) veikia viščiukų broilerių mėsos kokybę [36, 21, 95]. Maisto produktuose riebalų ir lipidų kiekis, priklausomai nuo laikymo sąlygų, gali pakisti dėl oksidacinių procesų. Riebalų oksidacijos greitis priklauso nuo riebalų, riebalų rūgščių kiekio ir specialių laikymo sąlygų [158]. Malondialdehidai, kaip lipidų gedimo produktas, buvo nustatyti mėsoje. Oksidacinio proceso metu tiobarbiturinė rūgštis reaguoja su malondialdehidais [66].

Organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedai, nepriklausomai nuo jų naudojimo laikotarpio, jokios įtakos, sandėliuojant viščiukų broilerių krūtinės raumenis 3 mėn., omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių santykiui neturėjo.

Organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedai, nepriklausomai nuo jų naudojimo laikotarpio, įtakos viščiukų broilerių mėginių (krūtinėlės ir kojų raumenų) jusliniams ir tekstūros profilams, spalvos charakteristikoms, defrostavimo ar virimo nuostoliams neturėjo. Nustatytus atskirų jausminių savybių skirtumus reiktų sieti su užšaldytų mėginių laikymo trukme, o ne lesalų priedų įtaka. Tačiau seleno ir vitamino E priedai, priklausomai nuo laikotarpio lesinant broilerius, turėjo įtakos šviežios mėsos spalvai. Tiek šviežios, tiek 3 mėn. sandėliuotos paukštienos tiriamųjų grupių mėginiai buvo tamsesni ir rausvesni. Išvirus mėginius šis skirtumas išnyko.

Panašūs duomenys gauti ir tiriant vištų, lesintų selenu papildytais lesalais, mėsą [147], kai nustatyta, kad seleno kiekį padidinus iki 0,6 mg/kg, rausvumo vertė  $a^*$  reikšmingai pakyla palyginti su mėginiais, kur buvo 0,3 mg seleno/kg lesalų.

Skirtingi organinio ar neorganinio seleno priedai bei vitamino E kiekis padidino visų tiriamųjų grupių viščiukų broilerių svorį 4–8 proc., o lesalų sąnaudas 1 kg priesvorio gauti sumažino 2–5 proc. palyginti su kontroline grupe. Minėti lesalų priedai viščiukų broilerių gaištamumui esminės įtakos neturėjo.

Naudojant skirtingą organinio ar neorganinio seleno bei vitamino E kiekį, tiek kontrolinės, tiek tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujo parametrai fiziologines normas atitiko.

Naudojant skirtingą seleno ir vitamino E kiekį, visiškai skrostos skerdenos išėiga padidėjo 1,72–4,12 proc. ( $p < 0,05$ ), o abdominalinių riebalų – sumažėjo 0,84–1,27 proc. ( $p > 0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

Skirtingas seleno ir vitamino E kiekis didino vandenilio jonų koncentraciją viščiukų broilerių krūtinės ir kojų raumenyse ( $p > 0,05$ – $p < 0,05$ ). Pagal viščiukų broilerių krūtinėlės ir šlaunelių pH tyrimo duomenis galima teigti, kad po 24 val. mėsa buvo visiškai subrendusi.

Malonildialdehidų koncentracija šviežiuose ir 3 mėn. sandėliuotos krūtinėlių ir šlaunelių raumenyse buvo kintanti. Tiesioginė seleno ir vitamino E priedų įtaka nenustatyta lyginant su kontroline grupe ( $p > 0,05$ – $p < 0,05$ ).

Didžiausias alfa tokoferolio kiekio padidėjimas viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse gautas naudojant viščiukų lesinimui 0,3 mg/kg seleno metionino ir 70 mg/kg vitamino E ( $p < 0,05$ ).

Daugiausia seleno viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse susikaupė naudojant maksimalų – 0,5 mg/kg lesalų – seleno kiekį. Naudojant natrio selenitą, seleno krūtinės raumenyse susikaupė 0,26 mg/kg, šlaunelės – 0,31 mg/kg. Naudojant seleno metioniną, seleno krūtinės ir šlaunelių raumenyse susikaupė 0,88 mg/kg daugiau palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ).

Nustatyta, kad esant analogiškam seleno ir vitamino E kiekiui ir naudojant organinį seleną vietoje neorganinio, šviežių mėginių virimo nuostoliai yra mažesni. Palaikius krūtinėlių mėginius šaldiklyje, ši tendencija aiškiai išreikšta nebuvo. Analogiškai duomenys gauti ir kituose darbuose: nustatyta, kad kai broilerių lesaluose yra apie 0,3 ppm organinės kilmės seleno [99], reikšmingai sumažėja „lašėjimo“ nuostoliai. Tyrimai rodo, kad broilerių lesaluose vietoje neorganinės būklės Cu, Zn, Fe, Mn ir Se naudojant organinės būklės priedus (proteinatų pavidalu), jų kiekį galima sumažinti trečdaliu. Šis lesalų priedų sumažėjimas neturėjo reikšmingos įtakos broilerių produktyvumui (paukščių svorio priaugimui, pašarų pasisavinamumui) [100].

Nustatyta, kad, vertinant WB verte, mėsa yra kietesnė, jei paukštis buvo stambesnis ar mėsa ilgiau brandinta po skerdimo [2]. Panašią tendenciją savo tyrimais nustatė ir kiti mokslininkai, kurie teigia, kad mėsos tekstūros savybėms įtaką turėjo ne tik paukščio linija, lytis, bet ir paukščio svoris bei stambumas [16]. Ankstesnių mūsų tyrimų metu mėginiai buvo ruošiami iš didesnių krūtinėlių, ir tas galėjo turėti įtakos kietumo skaitinių verčių pokyčiams [80].

Šviežių mėsos mėginių juslinės savybės nepriklausė nuo seleno tipo ir kiekio. Nors po 3 mėn. sandėliavimo kai kurios juslinės mėginių savybės priklausė nuo seleno ir vitamino E kiekio lesaluose, tas neturėjo neigiamos įtakos mėginių priimtinumui.

Apibendrinę tyrimų rezultatus nustatėme, kad organinio ir neorganinio seleno bei skirtingas vitamino E kiekis, organinio ir neorganinio seleno bei vitamino priedai, lesinant viščiukus broilerius skirtingais auginimo periodais, neturėjo įtakos produktyvumui. Tuo tarpu tik organinio ar neorganinio seleno ir skirtingas vitamino E kiekis didino viščiukų broilerių masę net iki 8 proc. Pirmieji bandymai parodė, kad organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedai gali daryti minimalią įtaką broilerių produktyvumui. Tai susiję su paukščių fiziologine būkle, imuninėmis savybėmis, tėvų pulkų sveikatingumo būkle ir iš dalies – su laikymo sąlygomis.

## IŠVADOS

1. Analizuojant organinio ir neorganinio seleno bei skirtingo vitamino E kiekio įtaką viščiukams broileriams nustatyta:

1.1. Viščiukų broilerių lesaluose esant seleno kiekiui 0,5 mg/kg lesalų, vitamino E didinimas nuo 40 iki 200 mg/kg lesalų, esminės įtakos broilerių augimo intensyvumui, lesalų konversijai bei gaištamumui neturėjo.

1.2. Skirtingas seleno ir vitamino E kiekis įtakos viščiukų broilerių pH, sausųjų medžiagų kiekiui atskiruose virškinamojo trakto dalyse esminės įtakos neturėjo.

1.3. Didėjant vitamino E (nuo 40 mg/kg iki 200 mg/kg lesalų) kiekiui, viščiukų broilerių fermentinių baltymų kiekis turėjo tendenciją didėti nuo 0,08 mg/g iki 0,24 mg/g.

1.4. Tiek tiriamųjų, tiek kontrolinės grupių viščiukų broilerių kraujo parametrai atitiko fiziologines normas, išskyrus glutationo peroksidazės koncentraciją broilerių kraujo plazmoje. Didinant vitamino E kiekį nuo 40 iki 200 mg/kg lesalų, šis rodiklis didėjo nuo 1,09–5,95 proc. ( $p < 0,05$ ).

1.5. Seleno kiekis visų tiriamųjų grupių viščiukų krūtinės raumenyse buvo 0,03 mg/kg didesnis palyginti su kontrolinės grupės mėginiais ( $p < 0,05$ ). Didinant vitamino E kiekį viščiukų broilerių lesaluose, šio priedo kiekis broilerių krūtinės raumenyse didėjo nuo 0,52 mg/kg iki 11,85 mg/kg ( $p < 0,05$ ).

1.6. Viščiukų broilerių mėsos brendimui ir riebalų rūgščių sudėčiai krūtinės raumenyse skirtingas seleno ir vitamino E kiekis esminės įtakos nedarė.

1.7. Nenustatyta, kad neorganinis selenas ir skirtingas vitamino E kiekis lesaluose darytų reikšmingą įtaką kitoms juslinėms ir tekstūrinėms savybėms bei virimo nuostoliams, išskyrus tai, kad viščiukų broilerių lesalus papildžius 200 mg vitamino E, viščiukų kojų raumenų mėginiuose atsirado neintensyviai jaučiamas nebūdingas kvapas.

2. Analizuojant organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E įtaką viščiukams broileriams, lesinant minėtais lesalų priedais skirtingais broilerių auginimo periodais, nustatyta:

2.1. Organinio ir neorganinio seleno priedai bei vitaminas E viščiukų broilerių kombinuotuosiuose lesaluose ženklios įtakos viščiukų broilerių produktyvumui, lesalų konversijai bei išsaugojimui neturėjo, tačiau 35 auginimo dieną tiriamųjų grupių broileriai svėrė 3 proc. mažiau nei kontrolinės grupės ( $p < 0,05$ ).

2.2. Analizuojant seleno priedų ir vitamino E įtaką atskirų virškinamojo trakto segmentų pH dinamikai, sausųjų medžiagų ir trumpųjų grandinių riebalų rūgščių koncentracijai, ženklios įtakos nenustatyta, tik atskirose virškinamojo trakto segmento dalyse – aklosios žarnos (*cecum*) turinyje sausųjų medžiagų koncentracija I, III ir IV tiriamosiose grupėse didėjo nuo 2,38 proc. iki 6,79 proc. ( $p < 0,05$ ), o II grupės viščiukų tiesiosios žarnos turinyje (*intestinum crassum*) šis rodiklis sumažėjo 5,38 proc. ( $p < 0,05$ ).

2.3. Analizuojant viščiukų broilerių kraujo plazmos baltymų sudėtį nustatyta, kad seleno ir vitamino E priedai padidino bendro baltymo ir gama globulinų koncentraciją. Kitiems kraujo plazmos rodikliams esminė įtaka nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

2.4. Analizuojant lipidų koncentraciją viščiukų broilerių kraujyje nustatyta, kad seleno ir vitamino E priedai mažino DTL-cholesterolio koncentraciją 0,1–0,35 mmol/l ( $p > 0,05$ ), išskyrus III tiriamąją grupę, kurioje minėtas rodiklis padidėjo 0,10 mmol/l ( $p > 0,05$ ). Kiti parametrai atitiko fiziologines normas ir esminių pokyčių nenustatyta.

2.5. Naudojant tik neorganinio seleno ir organinio bei neorganinio seleno priedus ir vitamino E 40 mg/kg lesaluose per visą viščiukų broilerių auginimo laikotarpį, jų kraujo serume padidėjo tik gliukoperoksidazės aktyvumas – 6,86 mU/ml ( $p < 0,005$ – $p < 0,001$ ). Naudojant neorganinio ir organinio seleno priedus visą viščiukų broilerių auginimo laikotarpį ir paskutiniąsias auginimo dienas (22–35 d.) minėtus priedus bei vitamino E mg/kg, laisvo tiroksino kiekis padidėjo atitinkamai 15,65 pmol/l ir 16,27 pmol/l palyginti su kontroline grupe. Analogiški tyrimo rezultatai gauti ir analizuojant laisvo trijodtironino kiekį viščiukų broilerių kraujyje ( $p > 0,05$ ).

2.6. Daugiausia susikaupusio seleno – 1,51 mg/kg – viščiukų broilerių krūtinės raumenyse nustatyta naudojant lesaluose 0,15 mg/kg neorganinio ir 0,35 mg/kg organinio seleno priedus bei vitamino E 40 mg/kg visą auginimo laikotarpį; mažiausiai – 0,87 mg/kg – naudojant minėtus priedus 22–35 dienų laikotarpiu ( $p < 0,05$ ). Daugiausia vitamino E susikaupė viščiukų broilerių krūtinės raumenyse naudojant neorganinį ir organinį seleną bei vitamino E 40 mg/kg lesalų per 1–21 d. – 0,06 mg/kg ( $p > 0,05$ ).

2.7. Seleno ir vitamino E priedai skirtingais broilerių auginimo periodais statistiškai patikimos įtakos MDA koncentracijai viščiukų broilerių šviežioje krūtinės raumenyse nepadarė. Sandėliuojant viščiukų broilerių krūtinės raumenis 3 mėn., nustatyta mažėjanti MDA koncentracija visose tiriamosiose grupėse. Mažiausia MDA koncentracija broilerių krūtinės raumenyse – 0,56  $\mu$ mol/kg – nustatyta naudojant neorganinio ir organinio seleno bei vitamino E 40 mg/kg lesalų 22–35 auginimo dieną ( $p > 0,05$ ). Seleno ir vitamino E priedai 6 mėn. sandėliuotų broilerių krūtinės raumenims statistiškai patikimos įtakos MDA koncentracijai neturėjo.

2.8. Suminis viščiukų broilerių šviežių krūtinės raumenų n-3 riebalų rūgščių kiekis tiriamosiose grupėse padidėjo 0,32 – 0,85 proc. palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ). Analizuojant duomenis n-6 riebalų rūgščių kiekio, jis padidėjo nuo 1,32 proc. ( $p > 0,05$ ) iki 3,14 proc. ( $p < 0,05$ ). Optimaliausias omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių santykis 7,68 gautas visą viščiukų broilerių auginimo laikotarpį naudojant 0,5 mg neorganinio seleno ir vitamino E 40 mg/kg lesalų ( $p > 0,05$ ).

2.9. Organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedai, nepriklausomai nuo jų naudojimo laikotarpio, jokios įtakos sandėliuojant viščiukų broilerių krūtinės raumenis 3 mėn., omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių santykiui neturėjo.

2.10. Organinio ir neorganinio seleno bei vitamino E priedai, nepriklausomai nuo jų naudojimo laikotarpio, viščiukų broilerių mėginių (krūtinės ir kojų raumenų) jusliniams ir tekstūros profilams, spalvos charakteristikoms, defrostavimo ar virimo nuostoliams įtakos nedarė. Nustatytus atskirų jauslių savybių skirtumus reiktų sieti su užšaldytų mėginių laikymo trukme, o ne lesalų priedų įtaka. Tačiau seleno ir vitamino E priedai, priklausomai nuo jo naudojimo laikotarpio lesinant broilerius, darė įtaką šviežios mėsos spalvai. Tiek šviežios, tiek 3 mėn. sandėliuotos paukštienos tiriamųjų grupių mėginiai buvo tamsesni ir rausvesni. Išvirus mėginius šis skirtumas išnyko.

3. Lesint viščiukus broilerius tik organiniu ar neorganiniu seleno priedu bei skirtingu vitamino E kiekiu, nustatyta:

3.1. Viso bandymo laikotarpiu (35 dienas) viščiukų broilerių kūno masė 8 proc. padidėjo dėl 0,5 mg/kg organinio seleno ir 40 mg/kg vitamino E bei neorganinio seleno 0,3 mg/kg ir 70 mg/kg vitamino E įtakos, o 4 proc. padidėjo dėl 0,3 mg/kg organinio seleno ir 40 mg/kg vitamino E palyginti su kontroline grupe ( $p < 0,05$ ). Naudojant 0,5 mg/kg neorganinio seleno ir 40 mg/kg vitamino E bei 0,3 mg/kg organinio seleno ir 70 mg/kg vitamino E, nustatytos 4–5 proc. mažesnės lesalų sąnaudos 1 kg priesvorio gauti palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ ).

3.2. Naudojant maksimalų natrio selenito kiekį 0,5 mg/kg lesalų ir 40 mg/kg vitamino E bei organinio seleno 0,5 mg/kg lesalų ir 40 mg/kg vitamino E, tiriamosiose grupėse bendro baltymo kiekis padidėjo atitinkamai 8,89 g/l ir 4,40 g/l palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ ). Analizuojant bendro cholesterolio ir DTL-cholesterolio koncentraciją nustatyta, kad naudojant seleno ir vitamino E priedus gautos minėtų rodiklių mažėjimo tendencijos, atitinkamai nuo 0,06 iki 0,68  $\mu\text{mol/l}$  ( $p > 0,05$ – $p < 0,05$ ) ir nuo 0,02 iki 0,56  $\mu\text{mol/l}$  palyginti su kontroline grupe ( $p > 0,05$ – $p < 0,05$ ). Naudojant seleno ir vitamino E priedus, aspartataminotransferazės (GOT)

kiekis tiriamųjų grupių viščiukų broilerių kraujyje padidėjo nuo 24,12 iki 153,62 U/l ( $p>0,05$ – $p<0,05$ ).

3.3. Naudojant seleno ir vitamino E priedus, visiškai skrostos skerdenos išeiga padidėjo 1,72–4,12 proc. ( $p<0,05$ ), o abdominalinių riebalų sumažėjo 0,84–1,27 proc. ( $p>0,05$ ) palyginti su kontroline grupe.

3.4. Seleno ir vitamino E priedai didino vandenilio jonų koncentraciją viščiukų broilerių krūtinės ir kojų raumenyse ( $p>0,05$ – $p<0,05$ ). Pagal viščiukų broilerių krūtinėlės ir šlaunelių pH tyrimo duomenis galima teigti, kad po 24 val. mėsa buvo galutinai subrendusi.

3.5. Malonildialdehidų koncentracija šviežių ir 3 mėn. sandėliuotų krūtinėlių ir šlaunelių raumenyse buvo kintanti ir tiesioginė seleno bei vitamino E priedų įtaka nenustatyta lyginant su kontroline grupe ( $p>0,05$ – $p<0,05$ ).

3.6. Daugiausia alfa tokoferolio padidėjo viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse, kai viščiukai buvo lesinami 0,3 mg/kg seleno metionino ir 70 mg/kg vitamino E ( $p<0,05$ ).

3.7. Daugiausia seleno viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse susikaupė, kai buvo naudojamas maksimalus 0,5 mg/kg lesalų seleno kiekis. Naudojant natrio selenitą, seleno krūtinės raumenyse buvo 0,26 mg/kg, šlaunelėse – 0,31 mg/kg. Naudojant seleno metioniną, seleno viščiukų krūtinės ir šlaunelių raumenyse susikaupė 0,88 mg/kg daugiau nei kontrolinės grupės ( $p<0,05$ ).

3.8. Nustatyta, kad esant analogiškam seleno ir vitamino E kiekiui ir naudojant organinį seleną vietoje neorganinio, šviežių mėginių virimo nuostoliai yra mažesni. Palaikius mėginius šaldiklyje, krūtinėlių mėginiuose ši tendencija aiškiai išreikšta nebuvo.

3.9. Šviežių mėsos mėginių juslinės savybės nepriklausė nuo seleno tipo ir kiekio. Nors po 3 mėn. sandėliavimo kai kurios juslinės mėginių savybės priklausė nuo seleno ir vitamino E kiekio lesaluose, tas nedarė neigiamos įtakos mėginių priimtinumui.

## PASIŪLYMAI

Norint padidinti seleno ir vitamino E kaupimąsi viščiukų broilerių krūtinės raumenyse bei pagerinti paukštienos maistinę vertę, tikslinga visą viščiukų broilerių auginimo laiką naudoti 0,15 mg natrio selenito (neorganinio seleno) ir 0,35 mg seleno metionino (organinio seleno) (*Alkosel® R397*) bei 70 mg/kg lesalų vitamino E. Maksimalus seleno kaupimasis viščiukų broilerių krūtinės ir šlaunelių raumenyse pasiekiamas naudojant 0,5 mg/kg lesalų organinio seleno.

## LITERATŪRA

1. Abdullah R., Koyama H., Miyazaki K., Nara M., Murakami M. Selenium supplementation and blood rheological improvement in Japanese adults. *Biol Trace Elem Res* 2006; 112 (1):87–96.
2. Abdullah A.Y., Matarneh S. K. Broiler performance and the effects of carcass weight, broiler sex, and postchill carcass aging duration on breast fillet quality characteristics. *Journal of Applied poultry research* 2010; 19:46–58.
3. Adugna S., Alemu L. A. M., Kelemu T., Tekola H., Kibret B., Genet S. Medical Biochemistry. *EPHTI J* 2004; 1–253.
4. Ahmed K., Ahmed R. Biochemistry II. General Medicine 2009;1–52.
5. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Arlington, Virginia, USA, 1990.
6. Arthur J. R. The glutathione peroxidases. *Cell Mol Life Sci* 2000; 57:1825–1835.
7. Asghar A., Gray J. I., Booren A. M., Gomaa E. A., Abouzied M. M, Miller E. R. et al. Effect of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and on pork quality. *J Sci Food Agric* 1991;57:3–41.
8. Baker D. H. Comparative species utilization and toxicity of sulfur amino acids. *J Nutr* 2006; 136(6):1670S-1675S.
9. Balevi T., Coskun B., Aktumsek A. Use of oil industry by-products in broiler diets. *Reveu Med. Vet* 2001;152:805–810.
10. Barroeta A. C. Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poultry Science Journal* 2007; 63(2): 277–284.
11. Bartov I., Bornstein S. Stability of abdominal fat and meat of broilers: Combined effect of dietary vitamin E and synthetic antioxidants. *Poultry Science* 1981; 60:1840–1845.
12. Bartov I., Weisman Y., Wax E. Effects of high concentrations of dietary vitamin E and ethoxyquin on the performance of laying hens. *British Poultry Science* 1991; 32:525–534.
13. Bou R., Guardiola F., Barroeta A. C., Codony R. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poultry Science* 2005; 84: 1129–1140.
14. Bou R., Guardiola F., Grau A., Grimpa S., Manich A., Barroeta A. C., et al. Influence of dietary fat sources, alpha tocopherol, and ascorbic

- acid supplementation on dark chicken meat. *Poultry Science* 2001; 80:800–807.
15. Brandon S., Morrissey P. A., Buckley D. J., Frigg M. Influence of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate on the oxidative stability of chicken tissues. *Proceedings of 11th European Symposium on The Quality of Poultry Meat*, Tours, France: World Poultry Science Association 1993. P. 397–403.
  16. Brewer V. B., Kuttappan V. A., Emmert J. L., Meullenet JFC, Owens CM. Processing, Products, and Food Safety: Big-bird programs: Effect of strain, sex, and debone time on meat quality of broilers *Poult Sci* 2012; 91:248–254.
  17. Brigelius-Flohe R., Traber M. G. Vitamin E: function and metabolism. *FASEB J* 1999;13:1145.
  18. Brown K. M., Arthur J. R. Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public Health Nutr* 2001; 4:593–599.
  19. Burk R. F., Hill K. E. Selenoprotein P: An Extracellular Protein with Unique Physical Characteristics and a Role in Selenium Homeostasis. *Annu Rev Nutr* 2005; 25:215–235.
  20. Chantiratikul A., Aengwanich W., Chinrasri O., Chantiratikul P. Plasma selenium concentration and glutathione peroxidase activity in red blood cells of laying hens fed sodium selenite or zinc-L-selenomethionine. *Int J Poult Sci* 2008; 7:692–695.
  21. Cherian G., Selvaraj R., K., Goeger M. P., Stitt P. A. Muscle fatty acid composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different cultivars of sorghum. *Poult Sci* 2002; 81:1415–1420.
  22. Chinrasri O., Chantiratikul ., Thosaikham W., Atiwetin P., Chumpawadee S., Saenthaweesuk S. et al. Effect of selenium-enriched bean sprout and other selenium sources on productivity and selenium concentration in eggs of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 2009; 22:1661–1666.
  23. Choct M., Naylor A. J. The effect of dietary selenium and vitamin E levels on performance of male broilers. *Asian-australas. J Anim Sci* 2004; 17:1000–1006.
  24. Choct M., Naylor A. J., Reinke N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *Brit Poult Sci* 2004; 45:677–683.
  25. Close B., Banister K., Baumans Bernoth E. M., Bromage N., Bunyan J., Erhardt W. et al. *Laboratory Animals* 1997; 31(2):1–32.
  26. Cortinas L., Villaverde C., Baucells M. D., Guardiola F., Barroeta A. C. Interaction between dietary unsaturation and  $\alpha$ -tocopherol levels:

- Vitamin E content in thigh meat. XVI Eur. Symp. Qual. Poult. Meat, St. Brieuc, France; 2003.
27. Culioli J., Berri C., Mourot J. Muscle foods: consumption, composition and quality. *Sci Aliments* 2003; 23:13–34.
  28. Cummings J. H., Englyst H. N. Fermentation in the human large intestine and the available substrates. *Am J Clin Nutr* 1987; 45:124–125.
  29. Debut M., Berri C., Baeza E., Sellier N., Arnould C., Guemene D., et al. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poult Sci* 2003; 82:1829–1838.
  30. DeWinne A., Dirinck P. Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. *J Agric Food Chem* 1996; 44:1691–1696.
  31. DeWinne A., Dirinck P. Studies on vitamin E and meat quality. 3. Effect of feeding high vitamin E levels to pigs on the sensory and keeping quality of cooked ham. *J Agric Food Chem* 1997; 45:4309–4317.
  32. Djouzi Z., Andneux C. Compared effects of three oligosaccharides on metabolism of intestinal microflora in rats inoculated with human faecal flora. *British Journal of Nutrition* 1997; 78:313–324.
  33. Dlouhá G., Ševčíková S., Dokoupilová A., Zita L., Heindl J., Skřivan M. Effect of dietary selenium sources on growth performance, breast muscle selenium, glutathione peroxidase activity and oxidative stability in broilers. *Czech J Anim Sci* 2008; 53(6):265–269.
  34. Dokoupilova A. Selenium content in tissue and meat quality in rabbits fed selenium yeast. *Czech J Anim Sci* 2007; 6:165–169.
  35. Draper H. H., Hadley M. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods in Enzymology* 1990; 186:421–430.
  36. Du M., Ahn D. U. Effect of dietary conjugated linoleic acid on growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. *Poult Sci* 2002; 81:428–433.
  37. Edens F. W., Parkhurst C. R., Havenstein G. B., Sefton A. E. Housing and selenium influences on feathering in broilers. *J Appl Poultry Res* 2001; 10:128–134.
  38. Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas (EB) Nr. 1831/2003, priimtas 2003 m. rugsėjo 22d. dėl priedų, skirtų naudoti gyvūnų mityboje. Europos Sąjungos oficialus leidinys 03/40.
  39. Fairweather-Tait S. J., Bao Y., Broadley M. R., Collings R., Ford D., Hesketh J. E., et al. Selenium in Human Health and Disease. *Antioxidants & Redox Signaling* 2011; 14:1338–1345.

40. Farrell D. J. The hearty egg is good for you. *World Poultry Misset* 1995; 11:27–29.
41. Farrell P., Roberts R. VitaminE. In: Shils M, Olson JA, Shike M. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 8th ed. Philadelphia, PA: Lea and Febiger; 1994. P. 326–341.
42. Fisher K. Schweinefleischqualität bei Fütterung nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus. In: BAFF (Hrsg.): *Fleisch im Umfeld von Ökologie und Nachhaltigkeit*. Kulmbacher Reihe 17; 2000.
43. Folch J., Less M., Sloane-Stanley GHA simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 1957; 226:497–509.
44. *Food Law Practice Guidance*; 2012. P. 241–1.
45. Ford E .S., Sowell A. Serum alpha-tocopherol status in the United States population: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol* 1999;150(3):290–300.
46. Garmienė G., Jasutienė I., Zaborskienė G, Saikauskienė V. Viščiukų broilerių skirtingų erdvių kokybės lyginamasis įvertinimas. *Maisto chemija ir technologija* 2008;1:21–26.
47. Golubkina N. A., Papazyan T.T. Selenium distribution in eggs of avian species. *Comp Biochem Physiol B* 2006; 145:384–388.
48. Grashorn M. A. Enrichment of eggs and poultry meat with biologically active substances by feed modifications and effects on the final quality of the product. *Polish Journal of Food and Nutritional Science* 2005; 14/55(1):15–20.
49. Guo Y., Tang Q., Yuan J., Jiang Z. Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. *Animal Feed Science and Technology* 2001; 89:165–173.
50. Hanafy M. M., El-Sheikh A. M. H., Abdalla E. A. The effect of organic selenium supplementation on productive and physiological performance in a local strain of chicken. 1-The effect of organic selenium (sel-plex™) on productive, reproductive and physiological traits of bandarah local strain. *Egypt Poult Sci* 2009;29:1061–1084.
51. Hansen L. L, Bejerholm C., Claudi-Magnussen C., Andersen H. J. Effects of organic feeding including roughage on pig performance, technological meat quality and the eating quality of the pork. In: T. Alfö Idig, W. Lockeretz, & U. Niggli *Proceeding 13<sup>th</sup> International IFOAM Scientific Conference* (p 288). 28–31 August 2000. IFOAM 2000—The World grows Organic. Session Number 2.1. Quality of organic products.

52. Haug A., Eich-Greatorex S., Bernhoft A., Wold Jens P., Hetland H., Christophersen O. A., et al. Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids in Health and Disease* 2007; 6:29.
53. Honikel K. O. Water-holding capacity of meat. In Pas MF, Everts ME, Haagsman HP. (Eds.), *Muscle development of livestock animals: Physiology, genetics and meat quality*. Cambridge, MA: CABI Publishing; 2004. P. 389–400.
54. Hosseini-Mansoub N. Influence of organic selenium source on performance and selenium and vitamin E contents in male broilers. *Scholars Research Library*; 2011. P. 497.
55. Hussain M. I., Khan S. A., Chaudhary Z. I., Aslam A., Ashraf K., Rai M. F. Effect of organic and inorganic selenium with and without vitamin E on immune system of broiler. *Pakistan Vet J* 2004; 24:1–3.
56. Jacobsen K., Engberg R. M., Andersen J. O., Jensen S. K., Lauridsen C., Sorensen P., et al. Supplementation of broiler diets with all-rac-alpha- or a mixture of natural source RRR-alpha-, gamma-, delta-tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers in vivo and at slaughter. *Poult Sci* 1995; 74:1984–1994.
57. Jensen C., Guidera J., Skovgaard I. M., Staun H., Skibsted L. H., Krogh Jensen S., et al. Effects of dietary alfa-tocopheryl acetate supplementation on alfa-tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. *Meat Science* 1997; 45(4):491–500.
58. Jensen C., Skibsted L. H., Jackobsen K. Supplementation of broiler diets with all-rac- $\alpha$ - or a mixture of natural source rrr- $\alpha$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -tocopherol acetate. 2. effect on the oxidative stability of raw and precooked meat products. *Poultry Science* 1995; 74:2048–2056.
59. Jeroch H., Eder K., Schöne F., Hirche F., Böttcher W., Seskeviciene J., et al. Amounts of essential fatty acids,  $\alpha$ -tocopherol, folic acid, selenium and iodine in designer eggs. *International symposium on physiology of livestock*, Lithuanian Veterinary Academy; 2002. P. 31–32.
60. Jeroch H., Šeškevičienė J., Kulpys J. Žemės ūkio gyvulių ir paukščių mitybos fiziologinės reikmės. Kaunas; 2004. P. 158.
61. Jump D. B., Clarke SD. Coordinate regulation of glycolytic and lipogenic gene expression by polyunsaturated fatty acids. *J Lipid Res* 1994; 35:1076–1084.
62. Juškiewicz J., Zduńczyk Z., Jankowski J., Król B. Caecal metabolism in young turkeys fed diets supplemented with oligosaccharides // *Archiv für Geflügelkunde* 2002; 5:206–210.

63. Kanis E, De Greef KH, Hiemstra A, van Arendonk JAM. Breeding for societally important traits in pigs. *Journal of Animal Science* 2005;83: 948-957.
64. Khan R. U., Naz S., Nikousefat Z., Tufarelli V., Javdani M., Rana N., et al. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal* 2011; 67:471-474.
65. Kim Y. S., Jhon D. Y., Lee K. Y. Involvement of ROS and JNK1 in selenite-induced apoptosis in Chang liver cells. *Exp Mol Med* 2004; 36:157-164.
66. King A. G., Zeidler G. Tomato pomace may be a good source of vitamin E in broiler diets. *California Agric* 2004; 1(58):235-242.
67. Klaus A. M., Fuhrmann H., Sallmann H. Peroxidative and antioxidative metabolism of the broiler chicken as influenced by dietary linoleic acid and vitamin E. *Archiv für Geflügelkunde* 1995; 59:135-144.
68. Kouba M. Quality of organic animal products. *Livestock Production Science* 2003; 80:33-40.
69. Krauskopf K. B. Introduction to geochemistry. In *Apenndix 3 Second addition*. McGraw-Hill. USA;1982. P. 546.
70. Lauridsen C., Jensen S. K. Influence of supplementation of all-rac- $\alpha$ -tocopheryl acetate preweaning and vitamin C postweaning on  $\alpha$ -tocopherol and immune responses of piglets. *J Anim Sci* 2005; 83:1274-1286.
71. Leeson S., Namkung H., Caston L., Durosoy S., Schlegel P. Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens. *Poultry Science* 2008; 87:2605-2612.
72. Leng L., Bobcek R., Kuricova S., Boldizarova K., Gresakova L., Sevcikova Z., et al. Comparative metabolic and immune responses of chickens fed diets containing inorganic selenium and *Sel-Plex<sup>TM</sup>* organic selenium. In: *Proc. Alltech's 19th Ann. Symp.*, Nottingham University Press, Nottingham, UK; 2003:131-145.
73. Lietuvos Respublikos gyvūnų globos, laikymo ir naudojimo įstatymas Nr. 8-500. Valstybės žinios. 1997. Nr. 108.
74. Lietuvos Respublikos valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos įsakymas „Dėl gyvūnų, skirtų eksperimentiniams ir kitiems mokslo tyrimams, laikymo, priežiūros ir naudojimo reikalavimų patvirtinimo“. Valstybės žinios. 2009. Nr. 8-287.
75. Lopez-Alonso M., Miranda M., Castillo C., Hernandez J., Garcia-Vaquero M., Benedito J. L. Toxic and essential metals in liver, kidney and muscle of pigs at slaughter in Galicia, north-west Spain. *Food Addit Contam* 2007; 24:943-954.

76. Lopez-Ferrer S., Baucells M. D., Barroeta A. C., Grashorn M. A. n-3 Enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: Fish oil. *Poult Sci* 2001; 80:741–752.
77. Lyons M. P., Papazyan T. T, Surai P. F. Selenium in food chain and animal nutrition: lesson from nature-review. *Asian-Aust J Anim Sci* 2007; 20:1135–1155.
78. Mahan D. C. Selenium metabolism in animals: what role does selenium yeast have? *Biotechnology in the Feed Industry*. In: *Proceedings from Alltech's 11<sup>th</sup> Annual Symp.*, Nottingham, Nottingham Unites Press 1995; 257–267.
79. Métayer S., Seiliez I., Collin A., Duchêne S., Mercier Y., Geraert P. A, et al. Mechanisms through which sulfur amino acids control protein metabolism and oxidative status. *J Nutr Biochem* 2008; 19:207–215.
80. Miezeleiene A., Alencikiene G., Gruzauskas R., Barstys T. The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 2011; 15(1):61–69.
81. Mikulski D., Jankowski J., Zdunczyk Z., Wroblewska M., Sartowska K., Majewska T. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences* 2009; 18:518–530.
82. Mitsumoto M., Arnold R. N., Schaefer D. M., Cassens R. G. Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *J Anim Sci* 1993; 71:1812–1816.
83. Montagne L., Pluske J., Hampson A. A review of interaction between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim Feed Sci Tech* 2003; 108:95–117.
84. Moreiras O., Carbajal A., Cabrera L., Cuadrado M. *Tablas de composicion de alimentos*; 2005.
85. Muir W. I., Husband A. J., Bryden WL. Dietary supplementation with vitamin E modulates avian intestinal immunity. *British Journal of Nutrition* 2002; 87:579–585.
86. NRC – National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. 9th ed. National Academy Press Washington, D. C., USA; 1994.
87. NRC - National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. 10<sup>th</sup> ed. National Academy Press Washington, D. C., USA; 2004.
88. Naumann C., Bassler R. *Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*. VDLUFA – Verlag, Darmstadt, 1993.

89. Oksbjerg N., Strudsholm K., Linddahl G., Hermansen J. E. Meat quality of fully or partly outdoor reared pigs in organic production. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A. Animal Science* 2005; 55: 106–112.
90. Olivieri O., Girelli D., Stanzial A. M., Rossi L., Bassi A., Corrocher R. Selenium, zinc, and thyroid hormones in healthy subjects: low T3/T4 ratio in the elderly is related to impaired selenium status. *Biol Trace Elem Res* 1996; 51:31–41.
91. Papp L. V., Lu J., Holmgren A., Khanna K. K. From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health. *Antioxid. Redox Signal* 2007; 9 (7):775–806.
92. Pappas A. C., Zoidis E., Fegeros K., Surai P. F., Zervas G. Cadmium toxicity and the antioxidant system. Nova Science Publishers, New York, (In press); 2010a.
93. Pappas A. C., Zoidis E., Fegeros K., Surai P. F., Zervas G. Relation of cadmium to other elements and the antioxidant system. In: Parvau PG Cadmium in the Environment, Nova Science Publishers, New York; 2010b. P. 263–295.
94. Pappas A. C., Zoidis E., Surai P. F. Zervas G. Selenoproteins and maternal nutrition *Comp Bioch Physiol B* 2008; 151:361–372.
95. Pattersen M. K., Mielnik M. B., Eie T., Skrede G., Nilsson A. Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions. *Poult Sci* 2004; 83:1240–1248.
96. Pavlata L., Illek J., Pechova A. Blood and tissue selenium concentrations in calves treated with inorganic or organic selenium compounds – a comparison. *Acta Vet Brno* 2001; 70:19–26.
97. Payne R. L., Lavergne T. K., Southern L. L. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. *Poult Sci* 2005; 84:232–237.
98. Payne R. L., Southern L. L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poult Sci* 2005; 84(6):898–902.
99. Perić L., Milošević N., Žikić D., Kanački Z., Džinić N., Nollet L., et al. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. *J Appl Poult Res* Fall 2009; 18:403–409.
100. Perić L., Nollet L., Milošević N., Žikić D. Effect of Bioplex and Sel-Plex substituting inorganic trace mineral sources on performance of broilers. *Arch Geflugelkd* 2006; 71(3):122–129.
101. Postiglione M. P., Parlato R., Rodriguez-Mallon A., Rosica A., Mithbaokar P., Maresca M., et al. Role of the thyroid-stimulating hormone receptor signaling in development and differentiation of the thyroid

- gland. Proceedings of the National Academy of Sciences US 2002; 99(24):15462–15467.
102. Potthast K. Chemie der Fette und Fettbegleitstoffe. Beitrage zur Chemische und Physik des Fleisches. Kulmbach; 2002. S. 19–20.
  103. Praškevičius A., Ivanovienė L., Stasiūnienė N., Burneckienė J., Rodovičius H., Lukoševičius L. ir kt.. Biochemija; 2003. P. 726–753.
  104. Prohaszka L. Antibacterial mechanism of volatile fatty acids in the intestinal tract of pigs against Escherichia coli. Zentralbl. Veterinar-med. Reihe B 1986; 33:166.
  105. Racan Ricci A. M. C., Menten J. F. M., Regitone M. A. B., Torres E. A. F. S., Pino L. M., Pedroso A. A. Effects of dietary oxidized poultry offal fat on the performance and oxidative stability of dark chicken meat during chilled storage. Brazil J Pout Sci 2008; 10:29–35.
  106. Rayman M. P. Selenoproteins and human health: Insights from epidemiological data. Biochimica et Biophysica Acta 2009; 1790:1533–1540.
  107. Renerre M., Poncet K., Mercier Y., Gatellier P., Metro B. Influence of dietary fat and vitamin E on antioxidant status of muscles of turkey. J of Agric and Food Chemistry 1999; 47:237–244.
  108. Rotruck J. T., Pope A. L., Ganther H. E., Swanson A. B., Hafeman D. G., Hoekstra W. G. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. Poult Sci 1973; 179:588–590.
  109. Ruiz J. A., Guerrero L., Arnau J., Guardia M. D., Esteve E. Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or  $\beta$ -carotene as antioxidants and different supplemental fats. Poult Sci 2001; 80:976–982.
  110. Ryu Y. C., Rhee M. S., Lee K. M., Kim B. C. Effects of different levels of dietary supplementation selenium on performance, lipid oxidation, and colour stability of broiler chicks. Poult Sci 2005; 84: 809–815.
  111. Schrauzer G. N., Surai P. F. Selenium in human and animal nutrition: Resolved and unresolved issues. A partly historical treatise in commemoration of the fiftieth anniversary of the discovery of the biological essentiality of selenium, dedicated to the memory of Klaus Sshwarz (1914-1978) on the occasion of the thirtieth anniversary of his death. Critical rev in Biotech 2009; 29(1):2–9.
  112. Schwarz K., Foltz C. M. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. J Am Chem Soc 1957; 79:3292.
  113. Sefton A. E, Edens F. W. Sel-Plex improves broiler breeder performance. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry.

- Proceedings of the 20th Annual Symposium (Suppl. 1), Lexington, Kentucky, USA; 2004. P. 32.
114. Seo T. C., Spallholz J. E., Yun H. K., Kim S. W. Selenium- enriched garlic and cabbage as a dietary selenium source for broilers. *Journal of Medicinal Food* 2008; 11:687–692.
  115. Shand P. J., Sofos J. N., Schmidt G. R. K-carrageenan, sodium chloride and temperature affect yield and texture of structured beef roll. *J Food Sci* 1994; 28:183–192.
  116. Sheard P. R., Nute G. R., Richardson R. I., Wood J. D. Effects of breed and marination on the sensory attributes of pork from Large White and Hampshire-sired pigs. *Meat Science* 2005; 70:699–707.
  117. Sheldon B. W., Curtis P. A., Dawson P. L., Ferket P. R. Effect of dietary vitamin E on oxidative stability, flavour, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. *Poultry Science* 1997; 76:634–641.
  118. Shurson G. C., Salzer T. M., Koehler D. D., Whitney M. H. Effect of metal specific amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. *Animal feed science and technology* 2011; 163:201.
  119. Skřivan M., Dlouhá G., Mašata O., Ševčíková S. Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science* 2008; 53:306–311.
  120. Skřivan M., Ševčíková S., Dlouhá G., Tůmová E., Ledvinka Z. Enhancement of vitamin E and A in animal products. Patent Application. Office of Industrial Proprietorship, Czech Republic; 2006.
  121. Smet K., Raes K., Huyghebaert G., Haak L., Arnouts S., de Smet S. Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poult Sci* 2008; 87:1682–1688.
  122. Surai P. F. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Br Poult Sci* 2000; 41:235–243.
  123. Surai P. F. Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press; 2003a.
  124. Surai P. F. Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press, Nottingham; 2006.
  125. Surai P. F. Selenium in poultry nutrition. Antioxidnt properties, deficiency and toxicity. *World Poult Sci* 2002; 58:431–450.
  126. Surai P. F. Selenium-vitamin E interactions: does 1 + 1 equal more than 2?, *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*,

- Proceeding of Alltech's 19th Annual Symposium, Nottingham University Press, Nottingham, UK; 2003b. P. 59–76.
127. Suter P. M. Checkliste Ernährung. Georg Thieme Verlag. Stuttgart. New York; 2002.
  128. Svoboda M., Saláková A., Fajt Z., Kotrbáček V., Fícek R., Drábek J. Efficacy of Se-enriched alga *Chlorella* spp. and Se-enriched yeast on tissue selenium retention and carcass characteristics in finisher pigs. *Acta Veterinaria Brno* 2009b; 78:579–587.
  129. Swain B. K., Johri T. S., Majumdar S. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. *Brit Poult Sci* 2000; 41:287–292.
  130. Ševčíková S., Skřivan M., Dlouhá G., Koucký M. The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech J Anim Sci* 2006; 51:449–457.
  131. Šimek L., Zemanová D. Výživa vysokoprodukčních dojnic, *Zemědělec* 2003 ;48:10–11.
  132. Tietz N. W. Clinical Guide to Laboratory Tests 3rd ed AACC; 1995.
  133. Tomović V., Džinić N., Petrović L., Perić L., Žikić D. The influence of source and level of selenium in chicken feed on breast meat quality. 52 nd International Congress of Meat Science and Technology; 2006. P. 95.
  134. Topping D. L., Clifton M. Short-chain fatty acids and human colonic function:roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiol Rev* 2001; 81:1031–1064.
  135. Traber M. G., Packer L. Vitamin E: beyond antioxidant function. *American Journal of Clinical Nutrition* 1995 ;62:1501–1509.
  136. Traulsen H., Steinbrenner H., Buchczyk D. P., Klotz L. O., Sies H. Se protects low-density lipoprotein against oxidation. *Free Radic Res* 2004; 38:123–128
  137. Trávníček J., Racek J., Trefil L., Rodinová H., Kroupová V., Illek J., et al. Activity of glutathione peroxidase (GSH-Px) in the blood of ewes and their lambs receiving the selenium-enriched unicellular alga *Chlorella*. *Czech Journal of Animal Science* 2008; 53:292–298.
  138. Upton J. R. The Effects of Selenium Supplementation on Performance and Antioxidant Enzyme Activity in Broiler Chickens Master's Thesis; 2002.
  139. Upton J. R., Edens F. W., Ferket P. R. Selenium Yeast Effect on Broiler Performance. *Int J Poult Sci* 2008; 7:798–805.
  140. Upton J. R., Edens F. W., Ferket P. R. The effects of dietary oxidized fat and selenium source on performance, glutathione peroxidase, and

- glutathione reductase activity in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 2009; 18:193–202.
141. Valsta L. M., Tapaninen H., Männistö S. In Press. Meat fats in nutrition – a review. *J Meat Sci* 2005; 70:525–530.
  142. Van Oeckel M. J., Warnants N., Boucqué C. V. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Science* 1999; 51(4):313–320.
  143. Verleyen T., Van Dyck S., Vanbrabant J., Adams C. A. Dietary antioxidants protect meat quality. *Feed Mix* 2004; 12(4):16–19.
  144. Wang Y. B., Xu B. H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 2008; 144:306–314.
  145. Watanabe C. Modification of mercury toxicity by selenium: Practical importance? *Tohoku Journal of Experimental Medicine* 2000; 196(2):71–77.
  146. Watts D. L. The Nutritional Relationships of Selenium. *J Orthomolecular Med* 1994; 9(2):111–117.
  147. Wang Z. G., Pan X. J., Peng Z. Q., Zhao R. Q., Zhou G. H. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage *Poult Sci* 2009; 88:1096–1101.
  148. Weber H., Antipatis C. Proceeding of 2nd International Virtual Conference on Pork Quality. Concordia. SC. Brasil; 2001.
  149. Wenk C., Leonhardt M., Scheeder M. Monogastric nutrition and potential for improving muscle quality. In: *Antioxidants in Muscle foods*, New York; 2000. P. 199–227.
  150. Whanger P. D. Selenium and its relationship to cancer: an update. *Brit J Nutr* 2004; 91:11–28.
  151. Windisch W. M., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phyto-genic products as feed additives for swine and poultry. *J Anim Sci* 2007; 4:59.
  152. Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Richardson R. J., Sheard P. R. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society* 1999; 58:363–370.
  153. Yaroshenko F. O., Dvorska J. E., Surai P. F., Sparks N. H. C. Selenium/ vitamin E enriched eggs: nutritional quality and stability during storage. Poster presented at Alltech's 19th Annual Symposium on Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Lexington, Ky, May 12–14; 2003.

154. Yaroshenko F. O., Surai P. F., Yaroshenko Y. F., Karadas F., Sparks N. H. C. Theoretical background and commercial application of production of Se-enriched chicken. Proc. XXII World's Poult. Congr., Istanbul, Turkey; 2004.
155. Yoneda S., Ohmichi M., Suzuki K. T. Role of selenoprotein P in mechanisms of detoxification of inorganic mercury by selenium. *Jpn J Tox Env Health* 1997; 43:26–26.
156. Yoon L., Werner T. M., Butler J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poultry Science* 2007; 86:727–730.
157. Zabulyte D., Uleckiene S., Drebigas V., Semaska V., Jonauskiene I. Investigation of combined effect of chromium (VI) and sodium fluoride in experiments on rats. *Trace Elem. Electrol* 2009; 26:67–71.
158. Zanini S. F., Colnago G. L., Bastos M. R., Pessotti B. M. S., Casagrande F. P., Gill V. R. Oxidative stability and total lipids on thigh and breast meat of broilers fed diets with two fat sources and supplemented with conjugated linoleic acid. *LWT-Food Sci Technol* 2006; 39:717–723.
159. Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Jankowski J., Koncicki A. Performance and caecal adaptation of turkeys to diets without or with antibiotic and with different levels of mannanoligosaccharide. *Arch Anim Nutr* 2004;58:367-378.
160. Zhao G. P., Han M. J., Zheng M. Q., Zhao J., Chen P., Wen J. Effects of dietary vitamin E on immunological stress of layers and their offspring. In *Proceedings of the 19th European Symposium on Quality of Poultry Meat, 13th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*, Turku, Finland, 21-25 June; 2009. P. 1–15.
161. Зинченко И. Л. Минерально-витаминное питание коров / И. Л. Зинченко, И. Е. Погорелова М.: Колос, 1980; 89–167.
162. Guide for the dissection of Poultry Carcasses chicken, duck turkey (2000). INRA ISBN 2-7380-0941-7.
163. <http://www.aviagen.com/ss/ross-308/>( prieiga per internetą).
164. [www.litlex.lt](http://www.litlex.lt). (prieiga per internetą).
165. Barštys T. Seleno ir vitamino E įtaka viščiukų broilerių produktyvumui, virškinimo procesams bei paukštienos kokybei. 2009. Prieiga per internetą: <[http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2009~D\\_20090610\\_130008-04855/DS.005.0.02.ETD](http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2009~D_20090610_130008-04855/DS.005.0.02.ETD)>.

## PRIEDAI

**1 lentelė.** Kombinuotųjų lesalų sudėtis ir maistingumas, proc. (bandymo su organiniu ir neorganiniu selenu bei skirtingu vitamino E kiekiu)

| Pašarinės žaliavos ir priedai | Kiekis |
|-------------------------------|--------|
| Kviečiai                      | 40,67  |
| Kvietiniai miltai             | 5,00   |
| Sojų rupiniai                 | 26,50  |
| Kukurūzai                     | 15,00  |
| Žuvų miltai                   | 1,50   |
| Sojų aliejus                  | 5,40   |
| Druska                        | 0,15   |
| Pašarinis kalkakmenis         | 1,26   |
| Monokalcio fosfatas           | 1,22   |
| Natrio bikarbonatas           | 0,21   |
| Raudonieji kraujo kūneliai    | 1,50   |
| Premiksas                     | 0,50   |
| Vitaminas E                   | 0,033  |
| Selenas                       | 0,018  |
| Opticube                      | 0,10   |
| Euroguard SV Liquid           | 0,30   |
| Maxiban                       | 0,05   |
| BHT                           | 0,010  |
| DL-metioninas                 | 0,280  |
| Treoninas                     | 0,070  |
| Rovabio MAX LC                | 0,020  |
| L-lizinas HCl                 | 0,160  |
| Kemzyne dry                   | 0,025  |
| Santoquin                     | 0,020  |
| <b>Maistinė vertė, proc.</b>  |        |
| Apykaitos energija (MJ/kg)    | 13,21  |
| Baltymingumas*                | 21,94  |
| Žali riebalai*                | 7,65   |
| Žali pelenai                  | 3,03   |
| Žalia ląsteliena              | 2,52   |
| Metioninas+cistinas           | 0,95   |
| Metioninas                    | 0,59   |
| Cistinas                      | 0,36   |
| Lizinas                       | 1,25   |
| Treoninas                     | 0,85   |
| Triptofanas                   | 0,27   |
| Kalcis*                       | 0,90   |
| Fosforas*                     | 0,68   |
| Natris                        | 0,17   |
| Kalis                         | 0,80   |
| Chloras                       | 0,20   |

|                  |      |
|------------------|------|
| Magnis           | 0,17 |
| Linolinė rūgštis | 2,06 |
| Natrio chloridas | 0,18 |

\*Analizuotos vertės.

1 kg premikso yra: vitamino A – 2400000 TV; vitamino D – 7000000 TV; vitamino E – 8000 mg; vitamino K – 700 mg; vitamino B<sub>1</sub> – 500 mg; vitamino B<sub>2</sub> – 1600 mg; vitamino B<sub>6</sub> – 1000 mg; biotino – 30000 mg; pantoteno rūgšties – 2800 mg; nikotino rūgšties – 9000 mg; cholino chlorido – 120000 mg; vitamino B<sub>12</sub> – 6000 mg; folio rūgšties – 300 mg; cinko – 14000 mg; vario – 2000 mg; geležies – 12000 mg; mangano – 13000 mg; jodo – 200 mg; seleno – 30 mg; kobalto – 40 mg; etokskvino – 19800 mg; kapsokvino – 30000 mg.

**2 lentelė.** Kombinuotųjų lesalų sudėtis ir maistingumas, proc. (bandymo su organiniu ir neorganiniu selenu bei vitaminu E, įmaišant šiuos priedus į kombinuotuosius lesalus skirtingais broilerių auginimo periodais)

| Pašarinės žaliavos ir priedai                      | I grupė | III grupė |
|----------------------------------------------------|---------|-----------|
| Kviečiai                                           | 43,634  | 43,595    |
| Sojų rupiniai                                      | 19,201  | 19,214    |
| Kukurūzai                                          | 25,000  | 25,000    |
| Kraujo miltai                                      | 3,000   | 3,000     |
| Augalinis aliejus                                  | 3,105   | 3,115     |
| Kalcio karbonatas                                  | 1,183   | 1,183     |
| Monokalcio fosfatas                                | 1,096   | 1,096     |
| Hemoglobino miltai                                 | 1,000   | 1,000     |
| L-lizinas                                          | 0,365   | 0,365     |
| Žuvų taukai                                        | 0,500   | 0,500     |
| Premix-Nr 7 broil starter 0,5 % + be mikroelementų | 0,500   | 0,500     |
| Metioninas hidroksi-analogas                       | 0,415   | 0,415     |
| Natrio sulfatas                                    | 0,170   | 0,170     |
| Druska                                             | 0,200   | 0,200     |
| Treoninas                                          | 0,110   | 0,110     |
| Pentacid liquid                                    | 0,100   | 0,100     |
| Cholino chloridas 75 %                             | 0,080   | 0,080     |
| Neubabond gum Dry                                  | 0,070   | 0,070     |
| Kokcisan 120G                                      | 0,060   | 0,060     |
| Lysoforte                                          | 0,050   | 0,050     |
| Vitaminas C                                        | 0,020   | 0,020     |
| Rovabio MAX LC                                     | 0,020   | 0,020     |
| Santoquin 66 %                                     | 0,020   | 0,020     |
| Mikroelementų mišinys Broiler starter 0,1 %        | 0,100   | 0,100     |
| Alkosel-R397                                       | –       | 0,017     |
| <b>Maistinė vertė, proc.</b>                       |         |           |
| Apykaitos energija, MJ/kg                          | 12,98   | 12,98     |
| Sausosios medžiagos                                | 87,57   | 87,57     |
| Baltymingumas*                                     | 21,00   | 21,00     |
| Žali riebalai*                                     | 6,02    | 6,03      |
| Žali pelenai                                       | 3,95    | 3,95      |

|                                               |        |        |
|-----------------------------------------------|--------|--------|
| Žalia ląsteliena                              | 2,36   | 2,36   |
| Metioninas+cistinas                           | 0,96   | 0,96   |
| Metioninas                                    | 0,62   | 0,62   |
| Lizinas                                       | 1,24   | 1,24   |
| Treoninas                                     | 0,83   | 0,83   |
| Triptofanas                                   | 0,25   | 0,25   |
| Kalcis*                                       | 0,90   | 0,90   |
| Fosforas*                                     | 0,62   | 0,62   |
| Fosforas įsisav.                              | 0,43   | 0,43   |
| Natris                                        | 0,18   | 0,18   |
| Kalis                                         | 0,72   | 0,72   |
| Chloras                                       | 0,20   | 0,20   |
| Magnis                                        | 0,10   | 0,10   |
| Linolinė rūgštis                              | 3,01   | 3,01   |
| Antioksidantas <i>Capsquin 66%</i> , mg/kg    | 200,15 | 200,15 |
| <i>Ethoxquin</i> , mg/kg                      | 132,10 | 132,10 |
| Kokcidistatikas <i>Na salinomycin</i> , mg/kg | 72,00  | 72,00  |

\*Analizuotos vertės.

1 kg premikso yra: vitamino A – 2400000 TV; vitamino D – 7000000 TV; vitamino E – 8000 mg; vitamino K – 700 mg; vitamino B<sub>1</sub> – 500 mg; vitamino B<sub>2</sub> – 1600 mg; vitamino B<sub>6</sub> – 1000 mg; biotino – 30000 mg; pantoteno rūgštis – 2800 mg; nikotino rūgštis – 9000 mg; cholino chlorido – 120000 mg; vitamino B<sub>12</sub> – 6000 mg; folio rūgštis – 300 mg; cinko – 14000 mg; vario – 2000 mg; geležies – 12000 mg; mangano – 13000 mg; jodo – 200 mg; seleno – 30 mg; kobalto – 40 mg; etokskvino – 19800 mg; kapsokvino – 30000 mg.

**3 lentelė. Kombinuotųjų lesalų sudėtis ir maistingumas, proc.**

| <b>Pašarinės žaliavos ir priedai</b>               | <b>II grupė</b> | <b>III grupė</b> |
|----------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| Kviečiai                                           | 53,683          | 53,698           |
| Sojų rupiniai                                      | 20,341          | 20,341           |
| Kukurūzai                                          | 15,000          | 15,000           |
| Hemoglobino miltai                                 | 1,000           | 1,000            |
| Augalinis aliejus                                  | 3,045           | 3,045            |
| Kalcio karbonatas                                  | 1,198           | 1,198            |
| Monokalcio fosfatas                                | 0,990           | 0,990            |
| L-lizinas                                          | 0,460           | 0,460            |
| Premix-Nr 7 broil starter 0,5 % + be mikroelementų | 0,500           | 0,500            |
| Metioninas hidroksi-analogas                       | 0,439           | 0,439            |
| Natrio sulfatas                                    | 0,145           | 0,145            |
| Druska                                             | 0,180           | 0,180            |
| Treoninas                                          | 0,154           | 0,154            |
| Pentacid liquid                                    | 0,100           | 0,100            |
| Cholino chloridas 75 %                             | 0,080           | 0,080            |
| Nutribind gum Dry                                  | 0,100           | 0,100            |
| Kokciostatikas „Maxiban“                           | 0,056           | 0,056            |
| Lysoforte                                          | 0,050           | 0,050            |
| Vitaminas C                                        | 0,020           | 0,020            |
| Rovabio MAX LC                                     | 0,024           | 0,024            |
| Santoquin 66 %                                     | 0,020           | 0,020            |
| Mikroelementų mišinys Broiler starter 0.1 %        | 0,100           | 0,100            |
| Alkosel-R397                                       | 0,015           |                  |
| <b>Maistinė vertė, proc.</b>                       |                 |                  |
| Apykaitos energija, MJ/kg                          | 13,05           | 13,05            |
| Sausosios medžiagos                                | 87,55           | 87,55            |
| Baltymingumas*                                     | 20,98           | 20,98            |
| Žali riebalai*                                     | 5,18            | 5,18             |
| Žali pelenai                                       | 5,13            | 5,10             |
| Žalia ląsteliena                                   | 2,42            | 2,42             |
| Metioninas+cistinas                                | 0,90            | 0,90             |
| Metioninas                                         | 0,63            | 0,63             |
| Lizinas                                            | 1,23            | 1,23             |
| Treoninas                                          | 0,82            | 0,82             |
| Triptofanas                                        | 0,25            | 0,25             |
| Kalcis*                                            | 0,92            | 0,92             |
| Fosforas*                                          | 0,60            | 0,60             |
| Fosforas įsisav.                                   | 0,42            | 0,42             |
| Natris                                             | 0,16            | 0,16             |
| Kalis                                              | 0,76            | 0,76             |
| Chloras                                            | 0,19            | 0,19             |
| Magnis                                             | 0,09            | 0,09             |
| Linolinė rūgštis                                   | 2,44            | 2,44             |
| Antioksidantas Capsquin 66%, mg/kg                 | 200,15          | 200,15           |
| Ethoxquin, mg/kg                                   | 132,10          | 132,10           |

\*Analizuotos vertės.

*Kombinuotųjų lesalų sudėtis ir maistingumas, proc.*

| <b>Pašarinės žaliavos ir priedai</b>               | <b>I grupė</b> | <b>II grupė</b> | <b>III grupė</b> |
|----------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| Kviečiai                                           | 53,673         | 53,692          | 53,677           |
| Sojų rupiniai                                      | 20,341         | 20,341          | 20,341           |
| Kukurūzai                                          | 15,000         | 15,000          | 15,000           |
| Hemoglobino miltai                                 | 1,000          | 1,000           | 1,000            |
| Augalinis aliejus                                  | 3,045          | 3,045           | 3,045            |
| Kalcio karbonatas                                  | 1,198          | 1,198           | 1,198            |
| Monokalcio fosfatas                                | 0,990          | 0,990           | 0,990            |
| L-lizinas                                          | 0,460          | 0,460           | 0,460            |
| Premix-Nr 7 broil starter 0,5 % + be mikroelementų | 0,500          | 0,500           | 0,500            |
| Metioninas hidroksi-analogas                       | 0,439          | 0,439           | 0,439            |
| Natrio sulfatas                                    | 0,145          | 0,145           | 0,145            |
| Druska                                             | 0,180          | 0,180           | 0,180            |
| Treoninas                                          | 0,154          | 0,154           | 0,154            |
| Pentacid liquid                                    | 0,100          | 0,100           | 0,100            |
| Cholino chloridas 75 %                             | 0,080          | 0,080           | 0,080            |
| Nutribind gum Dry                                  | 0,100          | 0,100           | 0,100            |
| Kokciostatikas „Maxiban“                           | 0,056          | 0,056           | 0,056            |
| Lysoforte                                          | 0,050          | 0,050           | 0,050            |
| Vitaminas C                                        | 0,020          | 0,020           | 0,020            |
| Rovabio MAX LC                                     | 0,024          | 0,024           | 0,024            |
| Santoquin 66 %                                     | 0,020          | 0,020           | 0,020            |
| Mikroelementų mišinys Broiler starter              | 0,100          | 0,100           | 0,100            |
| Vitamin E Promix 50%                               |                | 0,006           | 0,006            |
| Alkosel-R397                                       | 0,025          |                 | 0,015            |
| <b>Maistinė vertė, proc.</b>                       |                |                 |                  |
| Apykaitos energija, MJ/kg                          | 13,04          | 13,05           | 13,05            |
| Sausosios medžiagos                                | 87,55          | 87,55           | 87,55            |
| Baltymingumas*                                     | 20,98          | 20,98           | 20,98            |
| Žali riebalai*                                     | 5,18           | 5,18            | 5,18             |
| Žali pelenai                                       | 5,13           | 5,13            | 5,10             |
| Žalia ląsteliena                                   | 2,42           | 2,42            | 2,42             |
| Metioninas+cistinas                                | 0,90           | 0,90            | 0,90             |
| Metioninas                                         | 0,63           | 0,63            | 0,63             |
| Lizinas                                            | 1,23           | 1,23            | 1,23             |
| Treoninas                                          | 0,82           | 0,82            | 0,82             |
| Triptofanas                                        | 0,25           | 0,25            | 0,25             |
| Kalcis*                                            | 0,92           | 0,92            | 0,92             |
| Fosforas*                                          | 0,60           | 0,60            | 0,60             |
| Fosforas įsisav.                                   | 0,42           | 0,42            | 0,42             |
| Natris                                             | 0,16           | 0,16            | 0,16             |
| Kalis                                              | 0,76           | 0,76            | 0,76             |
| Chloras                                            | 0,19           | 0,19            | 0,19             |
| Magnis                                             | 0,09           | 0,09            | 0,09             |
| Linolinė rūgštis                                   | 2,44           | 2,44            | 2,44             |
| Antioksidantas Capsquin 66%, mg/kg                 | 200,15         | 200,15          | 200,15           |
| Ethoxquin, mg/kg                                   | 132,10         | 132,10          | 132,10           |

\*Analizuotos vertės.

LSMU VA Paukščių lesalų ir paukštininkystės produktų laboratorijoje, remiantis bandymų rezultatais, parengtos naujos kombinuotųjų lesalų receptūros. Pagal šias receptūras AB „Kauno grūdai“ gaminami kombinuotieji lesalai viščiukams broileriams ir dėsliosioms vištoms. Naudojant padidintus vitamino E (*Microvit TM E Promix 50*) ir seleno metionino (*Alkosele® R397*) kiekius nustatytas teigiamas šių lesalų priedų poveikis – vištų dėslumas padidėja 2%, išsaugojimas – 0,3%. Be to, gerėja kiaušinių kokybė, padidėja Hafo vienetas, lemiantis kiaušinio baltymo kokybę ir trynio spalvos intensyvumą. Seleno susikaupimas kiaušinio trynyje padidėja nuo 0,10 iki 0,21 mg/kg, o vitamino E – nuo 35,74 iki 49,92 mg/kg. Taip pat tyrimais nustatyta, kad kiaušinius laikant šaldytuve 30 dienų išlieka didesnis trynio spalvos intensyvumas ir Hafo vienetas. KTU Maisto instituto Juslinės analizės mokslo laboratorijoje atlikti tyrimai parodė, kad tiek kiaušinio baltymas, tiek trynis buvo vertinti kaip priimtini ir nenustatyta skirtumo pagal priimtumą tarp tirtųjų mėginių.

Atliekant bandymą su viščiukais broileriais nustatyta, kad seleno ir vitamino E priedai gerino pirmosios auginimo savaitės broilerių augimą ir lesalų konversiją. Bandymo metu nustatytas didesnis seleno ir vitamino E susikaupimas viščiukų broilerių krūtinės raumenyse, t. y. padidėjimas atitinkamai sudarė nuo 0,047 iki 0,077 mg/kg ir nuo 3,12 iki 9,58 mg/kg. KTU Maisto instituto Juslinės analizės mokslo laboratorijoje atlikti tyrimai parodė, kad lyginant tiriamąjį ir kontrolinį mėginius lesalų priedai esminės įtakos neturėjo tekstūros ir juslinio vertinimo rezultatams. Viščiukų broilerių lesaluose vitamino E ir seleno priedai padidino polinesočiųjų riebalų rūgščių – linolo, linoleno, arachino, arachido kiekius, t. y. tų riebalų rūgščių, kurios nėra sintetinės žmogaus organizme.

Taigi, funkcionalieji lesalai viščiukams broileriams ir dėsliosioms vištoms yra ne tik optimaliai subalansuoti kombinuotieji lesalai, užtikrinantys paukščių produktyvumą ir sveikatingumą, bet ir pagerina kiaušinių ir paukštienos maistinę vertę.





**Kauno Grūdai**

**Funkcionalieji lesalai**  
viščiukams broileriams  
ir dėsliosioms vištoms



**1 pav.** Sukurti funkcionalieji lesalai viščiukams broileriams ir dėsliosioms vištoms

## DISERTACIJOS TEMA PASKELBTŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

Leidiniuose, referuojamuose Mokslinės informacijos instituto duomenų bazėje „ISI Web of Science“ ir turinčiuose citavimo rodiklį:

1. Gružauskas, Romas; Barštys, Tautvydas; Racevičiūtė Stupelienė, Asta; Kliševičiūtė, Vilma; Buckiūnienė, Vilija; Bliznikas, Saulius. The effect of sodium selenite, selenium methionine and vitamin E on productivity, digestive processes and physiologic condition of broiler chickens // Veterinarija ir zootechnika. Kaunas : Lietuvos veterinarijos akademija. ISSN 1392-2130. 2014, vol. 65 (87), p. 22–29. Prieiga per internetą: <<http://vetzoo.lva.lt/data/vols/2014/65/pdf/gruzauskas.pdf> > [Citav. rod.: 0,101]
2. Mieželiene, Aldona; Alenčikienė, Gitana; Gružauskas, Romas; Barštys, Tautvydas. The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens / Aldona Mieželiene, Gitana Alencikiene, Romas Gruzauskas, Tautvydas Barstys // Biotechnologie Agronomie Societe et Environnement : 3rd International Feed Safety Conference - Methods and Challenges Wageningen : Netherlands, October 06–07, 2009. (Proceedings Paper). ISSN 1370-6233. 2011, vol. 15, spec. no. 1, p. 61-69. Prieiga per internetą: <<http://www.bib.fsagx.ac.be/base/text/v15ns1/61.pdf>>. [Science Citation Index Expanded (Web of Science)]. [Citav. rod.: 0,512]

### **Pranešimai tarptautinėse ir nacionalinėse mokslinėse konferencijose:**

1. Gružauskas, Romas; Barštys, Tautvydas; Buckiūnienė, Vilija; Racevičiūtė Stupelienė, Asta; Kliševičiūtė, Vilma; Bliznikas, Saulius. Influence of Organic and Inorganic Selenium, Vitamin E and Lipid Oxidation in the Chicken Broiler Meat / Romas Gruzauskas, Tautvydas Barstys, Vilija Buckiuniene, Asta Raceviciute-Stupeliene, Vilma Kliseviciute, Saulius Bliznikas // 19th European Symposium on Poultry Nutrition – ESPN 2013 : Potsdam, Germany August 26–29, 2013 / The Working Group No. 2: Nutrition of the European Federation of Branches of the World Poultry Science Association (WPSA) and The German Branch of the WPSA ; Org. committee: Mike Koval, Robert G. Gourdie [et al.]. Potsdam : World Poultry Science Association, 2013. (Presentations.). p. 1–4 : lent.
2. Barštys, Tautvydas; Gružauskas, Romas; Racevičiūtė Stupelienė, Asta; Buckiūnienė, Vilija; Kliševičiūtė, Vilma; Švirmickas, Gintautas Juozas;

Bliznikas, Saulius. Influence of selenium and vitamin E on broiler chicken productivity and meat quality in the different feeding periods / Tautvydas Barštys, Romas Gružasuskas, Asta Racevičiūtė-Stupelienė, Vilija Buckiūnienė, Vilma Kliševičiūtė, Gintautas Juozas Švirmickas, Saulius Bliznikas // Proceedings of the 19th Baltic and Finnish poultry conference = Материалы 19-ой конференции по птицеводству Балтийских стран и Финляндии : October 18–19, Riga, Latvia – XIX Baltic and Finnish 2012 poultry conference / World's poultry science association Latvian branch ; Editor board: Vytautas Sirvydis, Aleksander Lember, Imants Jansons, Ira Vitina, Vera Krastina ; Language editor : Ilze Eglite. Riga : World's poultry science association Latvian branch, 2012. (Papers / Статьи.). ISBN 978-9984-49-633-7. p. 19–22 : lent.

3. Gružasuskas, Romas; Šašytė, Vilma; Racevičiūtė-Stupelienė, Asta; Semaškaitė, Agila; Jarulė, Virginija; Barštys, Tautvydas. Production of functional poultry meat / R. Gružasuskas, V. Šašytė, A. Racevičiūtė-Stupelienė, A. Semaškaitė, V. Jarulė, T. Barštys // Proceedings of the XVII Baltic and Finnish Poultry Conference : Elva, Estonia, 10–12 September 2009 / Estonian Ministry of Agriculture, Estonian Branch of WPSA, Estonian Poultry Society ; [editing board: Matti Piirsalu (chairman), et al.]. [Tartu] ; Elva : OÜ Castanea, [2009]. ISBN 978-9949-18-663-1. p. 13-15.

#### **Kitos publikacijos:**

1. Gružasuskas, Romas; Barštys, Tautvydas; Semaškaitė, Agila; Jarulė, Virginija; Racevičiūtė Stupelienė, Asta; Šašytė, Vilma; Juśkiewicz, Jerzy; Zdunczyk, Zenon. Effect of dietary supplementation with vitamin E and selenium on meat quality traits in broilers / R. Gružasuskas, T. Barštys, A. Semaškaite, V. Jarule, A. Raceviciute-Stupelienė, V. Sasyte, J. Juśkiewicz, Z. Zduńczyk // XXII International Poultry Symposium PB WPSA “Science for poultry practice – poultry practice for science“, The 60th Anniversary of the Department of Poultry Science University of Warmia and Mazury in Olsztyn : Olsztyn, 6–8 September 2010 / The Polish Branch of World's Poultry Science Association ; Org. committee: Jan Jankowski, et al. Olsztyn : Polish Branch of World's Poultry Science Association, 2010. (Posters.). p. 227.
2. Gružasuskas, Romas; Barštys, Tautvydas; Semaškaitė, Agila; Racevičiūtė-Stupelienė, Asta; Jarulė, Virginija; Šašytė, Vilma. The effect of selenium and vitamin E on growth performance and blood parameters of broiler chickens/ R. Gružasuskas, T. Barštys, A. Semaškaite, A.

Raceviciute-Stupeliene, V. Jarule, V. Sasyte // XXII International Poultry Symposium PB WPSA „Science for poultry practice – poultry practice for science“, The 60th Anniversary of the Department of Poultry Science University of Warmia and Mazury in Olsztyn: Olsztyn, 6-8 September 2010 / The Polish Branch of World's Poultry Science Association ; Org. Committee: Jan Jankovski, et al. Olsztyn : Polish Branch of World's Poultry Science Association, 2010. (Posters.). p. 168.

3. Gružas, Romas; Barštys, Tautvydas; Semaškaitė, Agila; Racevičiūtė-Stupelienė, Asta; Šašytė, Vilma; Jarulė, Virginija. The effects of inorganic and organic selenium sources and vitamin E on their accumulation in meat and blood parameters of broiler chickens / R. Gružas, T. Barštys, A. Semaškaitė, A. Racevičiūtė-Stupelienė, V. Šašytė, V. Jarulė // Nutztierernährung morgen: Gesunde Tiere – effiziente und nachhaltige Erzeugung – wertvolle Produkte: Tagungsbericht : 2.-4. September 2009, ETH-Zürich : Bd. 32 / Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften. Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH-Zürich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin. FLI Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit Braunschweig ; Hrsg.: C. Wenk, [et al.] Zürich : Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH-Zentrum, 2009. ISBN 978-3-906466-32-9. p. 250-251.

## The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens

Aldona Miezeleiene <sup>(1)</sup>, Gitana Alencikiene <sup>(1)</sup>, Romas Gruzauskas <sup>(2)</sup>, Tautvydas Barstys <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> KTU Food Institute, Taikos av., 92, LT-51180 Kaunas (Lithuania). E-mail: aldonam@lmai.lt

<sup>(2)</sup> Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės str., 18, LT-47181 Kaunas (Lithuania).

Currently there is a focus on the development of functional poultry products capable of enrichment by selenium, vitamin E, iodine and fatty acids of the third order. Since there is a lack of data about various selenium sources and its synergistic effect on sensory and other properties of vitamin E enriched poultry, the objective of this research was to examine the effect of addition of selenium in broilers diet on meat quality. The amount of Se in the diet was increased from 0.15 mg·kg<sup>-1</sup> feed (control group) to 0.5 mg·kg<sup>-1</sup> feed. Addition of Se had no significant effect ( $p > 0.05$ ) on cooking and thawing losses, as well as on the majority of sensory attributes, adhesiveness, cohesiveness of chicken breast samples. Aftertaste ( $p < 0.05$ ), hardness ( $p < 0.001$ ) and resilience ( $p < 0.001$ ) of the texture of the samples increased along with the increased amount of Se in bird diet. Mean values of the sensory attributes of thigh muscles showed no significant differences among the samples in case of intensities of odor and taste attributes; however, firmness and chewiness of the tested samples increased by increasing the amount of Se in the feed ( $p > 0.05$ ). In addition, Se did not have significant influence on meat cooking or thawing losses. The results of this study showed that 0.15 mg and 0.5 mg of selenium in complex with 40 mg of vitamin E could be added to broiler diet without having negative effect on technological or sensory properties of the broiler meat and acceptability.

**Keywords.** Broilers, breasts, thigh, selenium, technological parameters, sensory attributes, texture, acceptability.

### 1. INTRODUCTION

The aim of food researchers and producers is to increase the nutritional value of food without decreasing sensory quality or consumers acceptability. Human health may be improved with increasing intake of biologically valuable ingredients. Consumption of poultry meat is constantly increasing and the meat nutrition quality depends largely on the composition of poultry feed. The basic broilers diet consists of cereals (wheat, corn, etc.) in general, but biological active additives are widely used in commercial broiler feed compounds for enrichment of their nutritional value. In this regard, selenium (Se) has been defined as an essential dietary supplement which is important for improving health and performance of the birds and improving meat quality for human consumption (Haug et al., 2007; Yoon et al., 2007). Selenium has important health promoting effect as it is one of the most active natural antioxidants; when combined with vitamin E, it may enhance the immune function and reduce cancer risk as well (Beck, 2001; Lu et al., 2005).

The concentration of Se is low in cereal grown in majority of European countries and Lithuania as well. This is one of the reasons why the low Se intake in human diet is widely observed in these countries.

Recent research suggested synergistic effect of the combinations of Se and vitamin E on diet in comparison to the use of those compounds alone; moreover, results of the joint action of Se with other bioactive ingredients are presented as well. It was established that the addition of 0.3 or 6% of distilled fatty acids to bird diet increased growth of poultry, and this effect would have been higher if diet had been supplemented with vitamin E and Se herewith (Attia et al., 2006).

As noticed in recent years, vitamin E is the most active antioxidant used in animal or bird feeding (Flachowsky et al., 2002). The addition of vitamin E to bird diets improves birds' health and productivity and provides a source of vitamin E useful for human nutrition and health. Vitamin E supplementation in poultry diets results in an increase of vitamin E concentration in the tissue and increases the stability of meat (Grau et al., 2001). The content of vitamin E which is transferred from bird diet to meat depends on consumed amount and birds' type; it was determined that this transfer for hens was higher than for chickens (Flachowsky et al., 2002).

The addition of vitamin E and Se is important when feed is supplemented with fatty acids (Haug et al., 2007). It has been reported that birds' body weight and feed efficiency were not affected by dietary Se levels

and no adverse effect on the growth was observed during the experimental period (Ryu et al., 2005). The dietary Se and  $\alpha$ -tocopherol levels did not affect surface meat color (Ryu et al., 2005).

Most studies on micronutrient supplementation have been focused on the preventive or beneficial effects on health of the birds or minerals' retention (Surai, 2000; Marković et al., 2008; Shlig, 2009), but not on poultry meat quality.

Meat characteristics such as color, water-holding capacity, texture and sensory properties also have significant effect on consumers. This is the reason why a major attention for use of Se and vitamin E should be taken on the potential negative effect of these bioactive ingredients on the sensory and other characteristics of the products.

Textural characteristics in general and tenderness particularly have been noted as the most important factors determining quality of meat products (Savell et al., 1989). Apart from texture, juiciness, flavor and color are the main quality parameters that could impact the acceptability of the products (Wood et al., 1995).

During technological processes such as freezing, thawing or storage changes in appearance, sensory properties or technological parameters can be observed. Bou et al. (2005) reported that acceptability scores of cooked dark chicken meat (thigh) after 74 days or after 18 months of frozen storage had not been affected by any of the dietary factors (animal fat or linseed oil), Zn (0, 300 or 600 mg·kg<sup>-1</sup>) and Se (0 or 1.2 mg·kg<sup>-1</sup> as sodium selenite or 0.2 mg·kg<sup>-1</sup> as Se-enriched yeast).

The objective of the present work was to investigate the effect of different amounts of selenium in diet of broiler chickens on the sensory and technological attributes of chicken meat. Fresh, frozen and stored at -18°C for 3 and 6 months meat samples (breast and thigh) were analyzed.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Feeding scheme

Four hundred chickens of the strain Cobb 500 were reared from 1 to 35 days old. The birds were fed *ad libitum* with diet formulated to meet nutrient requirements of broiler chickens (NRC, 1994). The birds were allocated to two groups with 4 replications per group at the experimental farm. The broiler chickens of control group were fed diet with 0.15 mg Se [sodium selenite (inorganic Se)] + 40 mg vitamin E and birds of experimental group received diet with 0.5 mg Se [0.15 mg sodium selenite (inorganic Se) + 0.35 mg Se methionine (organic Se Alkosel® R397)] + 40 mg vitamin E.

Alkosel® R397 is a specific inactivated whole cell yeast (*Saccharomyces cerevisiae* NCYC R397) product containing the essential trace element selenium in its natural food form, L(+)-selenomethionine. Concentration of selenium is 2,000-2,400 ppm.

The birds were kept on a deep litter and had free access to water from stationary watering containers. The keeping of the broiler chickens and the scientific investigations have been made following the provisions of Law of Republic of Lithuania on Protection, Keeping and Use of Animals and EU Directive 2007/43/EC ([www.litlex.lt](http://www.litlex.lt); [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)).

At the end of the experiment the 8 broiler chickens of each group were slaughtered according to the given recommendations (Close et al., 1997).

### 2.2. Cooking and thawing losses

Cooking losses (CL) of the meat samples were determined 20 h after slaughter, according to the methodology proposed (Kouba, 2003). The raw meat samples after weighing and packing in cooking bags were cooked at 100°C for 20 min. After this procedure the samples were cooled at room temperature and weighed again. Cooking losses were calculated as the difference between the initial and the final weight.

The meat samples were weighed before and after freezing so that thawing losses could be determined. They were removed from the freezer, placed on trays and thawed in a commercial refrigerator at 3 to 4°C for 24 h.

### 2.3. Sensory evaluation

A sensory panel for the descriptive analysis consisted of 7 assessors experienced in sensory evaluation of different food products. The assessors were selected and trained according to the international standards (ISO, 1993). The sensory evaluation was performed according to a standardized sensory descriptive method (ISO, 1985). The sensory attributes of the boiled chicken meat (breast and thigh) were analyzed. A structured numerical scale was used for evaluation of the intensity of each attribute. The left side of scale corresponding to the lowest intensity of attribute was given value of 1, and the right side corresponding to the highest intensity was given value of 7. All sessions were conducted in a climate-controlled sensory analysis laboratory equipped with individual booths.

The samples were prepared by placing them in a boiled water and boiling them for 30 min (breast) or 25 min (thigh) after the water has boiled. The samples were quartered lengthwise and served immediately to panelists along with room temperature water, tea and white bread for neutralization of receptors. The assessors were instructed to clean the palate with

water or tea between evaluations of each sample. The following characteristics were assessed: intensity of overall odor, boiled chicken odor, non typical odor, intensity of color, hardness, chewiness, juiciness, fibriness, mouthfeel, boiled chicken taste, non-typical taste and aftertaste. The samples were presented to the assessors monadically. The sample order of presentation to each assessor was randomized.

#### 2.4. Texture measurements

Texture profile analyses (TPA) of boiled chicken breasts were performed using an Universal Testing Machine 3343 (Instron Engineering Group, High Wycombe, UK) equipped with a 1kN load cell and Bluehill software. The samples, measuring  $2.0 \times 2.0 \times 2.0$  cm, were compressed perpendicularly using a 50 mm diameter cylindrical probe. The testing conditions were two consecutive cycles at 50% compression, cross-head movement at a constant speed of  $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ . Texture variables (hardness, gumminess, cohesiveness, chewiness and springiness) were calculated as described by Bourne (1978).

#### 2.5. Color measurement

Instrumental color measurements of both raw and cooked breasts were performed using a spectrometer GBC Cintra 202, calibrated throughout the study using the reference illuminant C. Random readings, each average of 3 measurements, were taken at 3 different locations on the skinless sample. The measurements were averaged and color for each sample was expressed in terms of CIE  $L^*a^*b^*$  values for lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ).

#### 2.6. Data analysis

SPSS software, version 15.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis. Student's *t* test was used to evaluate the significance of the differences ( $p < 0.05$ ) in technological and sensory parameters between the samples with the different amount of Se (0.15 mg or 0.5 mg) at the same storage time. The analysis of variance was used to determine if the significant differences existed among means when the impact of storage time had been evaluated. Differences were classified by Duncan multiple comparison test.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Technological properties of the chicken meat samples

Table 1 summarizes mean color values for the raw chicken breast samples (fresh and after 3 months storage) determined by instrumental method. Diet had a significant effect on the color values for the fresh (0 month) samples. Lightness of the samples significantly decreased ( $p < 0.001$ ), but redness ( $p < 0.001$ ) and yellowness ( $p < 0.001$ ) significantly increased along with the increase of content of Se in diet. No significant effect of diet on lightness or yellowness was determined after 3 months storage, but the redness value was higher when amount of Se in diet was higher ( $p < 0.01$ ). Storage was a factor affecting lightness and yellowness of the breasts.

Instrumentally measured color values for the boiled samples (Table 2) were significantly affected by diet. Analysis of data showed lower lightness and higher

Table 1. Mean CIE  $L^*a^*b^*$  values of raw meat of the chicken breasts<sup>1</sup>.

|                         | Diet                         |                             | <i>p</i> value |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|
|                         | 0.15 mg Se + 40 mg vitamin E | 0.5 mg Se + 40 mg vitamin E |                |
| <b><math>L^*</math></b> |                              |                             |                |
| 0 month                 | 73.38 $\pm$ 0.1              | 56.51 $\pm$ 0.1             | 0.000          |
| 3 months                | 60.17 $\pm$ 0.1              | 60.25 $\pm$ 0.2             | 0.917          |
| <b><math>a^*</math></b> |                              |                             |                |
| 0 month                 | 3.05 $\pm$ 0.1               | 6.75 $\pm$ 0.1              | 0.000          |
| 3 months                | 3.75 $\pm$ 0.1               | 8.59 $\pm$ 0.0              | 0.005          |
| <b><math>b^*</math></b> |                              |                             |                |
| 0 month                 | 3.71 $\pm$ 0.0               | 5.20 $\pm$ 0.1              | 0.000          |
| 3 months                | 5.40 $\pm$ 0.0               | 6.35 $\pm$ 0.1              | 0.189          |

<sup>1</sup> Values are means of 3 replicates;  $L^*$ : lightness;  $a^*$ : redness;  $b^*$ : yellowness.

Table 2. Mean CIE L\*a\*b\* values of boiled meat of the chicken breasts<sup>1</sup>.

|          | Diet                       |                            | <i>p</i> value |
|----------|----------------------------|----------------------------|----------------|
|          | 0.15 mg Se+40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +40 mg vitamin E |                |
| L*       |                            |                            |                |
| 0 month  | 79.91 ± 0.1 <sup>a</sup>   | 78.42 ± 0.5 <sup>a</sup>   | 0.000          |
| 3 months | 80.70 ± 1.5 <sup>a</sup>   | 78.72 ± 3.7 <sup>a</sup>   | 0.372          |
| 6 months | 81.38 ± 0.7 <sup>a</sup>   | 83.21 ± 1.1 <sup>b</sup>   | 0.053          |
| a*       |                            |                            |                |
| 0 month  | 2.48 ± 0.1 <sup>a</sup>    | 2.99 ± 0.2 <sup>a</sup>    | 0.000          |
| 3 months | 3.27 ± 0.6 <sup>b</sup>    | 3.47 ± 1.3 <sup>b</sup>    | 0.464          |
| 6 months | 3.17 ± 0.1 <sup>b</sup>    | 2.81 ± 0.2 <sup>a</sup>    | 0.096          |
| b*       |                            |                            |                |
| 0 month  | 4.22 ± 0.2 <sup>a</sup>    | 5.67 ± 0.3 <sup>ab</sup>   | 0.000          |
| 3 months | 7.23 ± 0.5 <sup>b</sup>    | 6.96 ± 0.8 <sup>b</sup>    | 0.639          |
| 6 months | 6.46 ± 0.1 <sup>b</sup>    | 4.76 ± 1.2 <sup>a</sup>    | 0.187          |

<sup>1</sup> Values are means of 3 replicates; L\*: lightness; a\*: redness; b\*: yellowness. <sup>a,b</sup>: values within each column for each attribute with different superscripts are different at  $p < 0.05$ .

redness and yellowness values when amount of Se in diet increased for the fresh samples. No differences were observed among the samples color characteristics in dependence from diet after storage.

During storage meat color significantly changed. Storage of the samples for 3 months had no significant effect on boiled meat lightness; however, redness and yellowness values significantly increased ( $p < 0.05$ ). Storage of the samples for 6 months had no significant effect on lightness, but it increased the values of redness and yellowness of meat when the amount of Se in diet was 0.15 mg.

Total cooking losses for the breast or thigh samples were not significantly affected by the chicken diet (Table 3). However, a significant difference between

cooking losses of fresh and stored for 3 months meat was noticed in comparison with the samples stored for 6 months. When storage period was extended to 6 months, meat (both breast and thigh) cooking losses had become significantly lower than those of fresh and stored for 3 months.

Total thawing losses for the breasts or thigh were not affected by the chicken diet (Table 4).

### 3.2. Sensory evaluation

The sensory data did not indicate significant differences ( $p > 0.05$ ) in the fresh boiled chicken breast odor properties and color intensity due to the different

Table 3. Mean values for cooking losses<sup>1</sup> in %.

|          | Diet                         |                             | <i>p</i> value |
|----------|------------------------------|-----------------------------|----------------|
|          | 0.15 mg Se + 40 mg vitamin E | 0.5 mg Se + 40 mg vitamin E |                |
| Breasts  |                              |                             |                |
| 0 month  | 26.96 ± 2.1 <sup>b</sup>     | 25.93 ± 0.2 <sup>b</sup>    | 0.832          |
| 3 months | 26.56 ± 1.0 <sup>b</sup>     | 27.72 ± 1.2 <sup>b</sup>    | 0.491          |
| 6 months | 23.76 ± 0.4 <sup>a</sup>     | 24.09 ± 0.3 <sup>a</sup>    | 0.892          |
| Thigh    |                              |                             |                |
| 0 month  | 31.87 ± 4.8 <sup>b</sup>     | 30.27 ± 3.2 <sup>b</sup>    | 0.521          |
| 3 months | 32.43 ± 5.1 <sup>b</sup>     | 33.20 ± 4.7 <sup>b</sup>    | 0.856          |
| 6 months | 22.00 ± 2.1 <sup>a</sup>     | 22.31 ± 4.2 <sup>a</sup>    | 0.956          |

<sup>1</sup> Values are means of 3 replicates; <sup>a,b</sup>: values within each column for each sample with different superscripts are different at  $p < 0.05$ .

Table 4. Mean values for thawing losses<sup>1</sup> in %.

|         | Diet                       |                            | <i>p</i> value |
|---------|----------------------------|----------------------------|----------------|
|         | 0.15 mg Se+40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +40 mg vitamin E |                |
| Breasts | 3.26 ± 0.5                 | 3.23 ± 0.6                 | 0.794          |
| Thigh   | 5.38 ± 0.8                 | 5.36 ± 0.6                 | 0.893          |

<sup>1</sup> Values are means of 3 replicates.

diet. No significant effect ( $p > 0.05$ ) of increased Se amount in diet was noticed for fresh breast hardness, fibriness, juiciness, chewiness or crunchiness. As shown in table 5, the increased amount of Se notably changed intensity of fresh breasts' aftertaste. The chicken breast samples had more intensive aftertaste ( $p < 0.05$ ) with increasing level of Se. It was reported that supplementation of Se and organic acids had no significant effect on the sensory properties of poultry (Haug et al., 2007), but perceived slight or non-typical taste could be caused by small rests of blood on the samples.

Contrarily, no significant differences in appearance, taste or odor of the samples were spotted in the breast samples stored for 3 and 6 months. The increasing amount of Se resulted in higher fibriness ( $p < 0.01$ ), chewiness ( $p < 0.05$ ), juiciness ( $p < 0.05$ ). These changes in texture attributes had no significant negative effect on the samples' acceptability, as shown in figure 1.

The sensory data indicated differences due to storage time.

The amount of Se had no significant impact on intensity of taste and odor attributes of the boiled thigh samples ( $p > 0.05$ ). The significant differences in the color attributes, hardness ( $p < 0.05$ ), chewiness ( $p < 0.05$ ) and fibriness values of the thigh samples were identified when the amount of 0.5 mg of Se was added to the chicken diet.

Thigh samples stored for up to 3 months differed significantly only in juiciness. The increasing amount

of Se in the chicken diet caused the increase in juiciness of thigh meat, but the same tendency was not ascertained for those samples after 6 months storage. No effects of Se amount in diet on taste, odor and other texture properties of thigh stored for 3 or 6 months were found.

There were no significant differences between the samples (fresh ones and after 3 months storage) in nontypical odor intensities, when the amount of Se in diet was 0.15 mg. However, the samples after 6 months storage differed significantly from the fresh samples ( $p < 0.05$ ). It is important to note that thigh samples' color intensity increased during storage. Storage duration also had significant impact on texture properties. The fresh samples of breasts had higher values of fibriness and crunchiness and the fresh samples of thigh were distinguished for lower values of tenderness in comparison with the stored samples.

When the amount of Se in diet was 0.5 mg during storage of the meat samples, a decrease of odor and color intensity, hardness, juiciness, fibriness, chewiness, crunchiness of the boiled breast samples was observed. Clear impact of storage period on sensory properties for the thigh samples was not determined.

Analysis of the ratings for overall liking showed no significant differences among the breast and thigh samples after 0 and 3 months of storage (Figure 1). However, it was determined that storage for 6 months had negative effect on acceptability of the breast and thigh samples. The amount of Se in the chicken diet did not affect acceptability during all storage period.

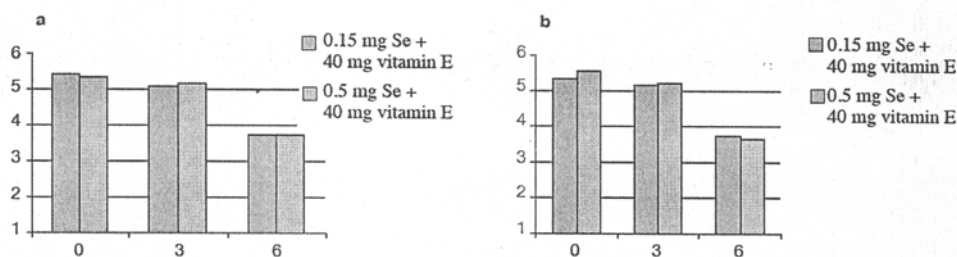


Figure 1. Mean overall liking scores of the chicken meat samples in terms of storage (0, 3, 6 months) and diet for a: breasts, b: thigh meat samples (n = 14).

Table 5. Mean sensory characteristics scores ( $n = 7 \times 3$  replicates) for the chicken meat samples (scale from 1 to 7).

| Attribute                  | Diet                            |                                |                |                                 |                                |                |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|
|                            | Breasts                         |                                |                | Thigh                           |                                |                |
|                            | 0.15 mg Se +<br>40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +<br>40 mg vitamin E | <i>p</i> value | 0.15 mg Se +<br>40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +<br>40 mg vitamin E | <i>p</i> value |
| <b>Boiled chicken odor</b> |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 5.36 <sup>a</sup>               | 5.82 <sup>b</sup>              | 0.208          | 6.17 <sup>b</sup>               | 5.58 <sup>a</sup>              | 0.134          |
| 3 months                   | 5.17 <sup>a</sup>               | 5.60 <sup>b</sup>              | 0.056          | 5.50 <sup>ab</sup>              | 5.60 <sup>a</sup>              | 0.626          |
| 6 months                   | 5.00 <sup>a</sup>               | 4.92 <sup>a</sup>              | 0.807          | 5.33 <sup>a</sup>               | 5.00 <sup>a</sup>              | 0.410          |
| <b>Non typical odor</b>    |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 1.25 <sup>a</sup>               | 1.83 <sup>a</sup>              | 0.166          | 1.25 <sup>a</sup>               | 1.17 <sup>a</sup>              | 0.633          |
| 3 months                   | 1.83 <sup>ab</sup>              | 2.00 <sup>a</sup>              | 0.544          | 1.83 <sup>ab</sup>              | 1.42 <sup>a</sup>              | 0.155          |
| 6 months                   | 2.08 <sup>b</sup>               | 2.08 <sup>a</sup>              | 1.000          | 2.33 <sup>b</sup>               | 2.67 <sup>b</sup>              | 0.436          |
| <b>Color intensity</b>     |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 2.33 <sup>ab</sup>              | 2.67 <sup>b</sup>              | 0.455          | 3.33 <sup>a</sup>               | 4.08 <sup>a</sup>              | 0.018          |
| 3 months                   | 3.92 <sup>b</sup>               | 2.50 <sup>ab</sup>             | 0.058          | 5.09 <sup>b</sup>               | 4.83 <sup>a</sup>              | 0.540          |
| 6 months                   | 2.00 <sup>a</sup>               | 2.00 <sup>a</sup>              | 0.168          | 4.08 <sup>b</sup>               | 4.25 <sup>a</sup>              | 0.534          |
| <b>Hardness</b>            |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 4.17 <sup>a</sup>               | 4.42 <sup>b</sup>              | 0.701          | 2.75 <sup>a</sup>               | 3.67 <sup>a</sup>              | 0.038          |
| 3 months                   | 3.33 <sup>a</sup>               | 3.91 <sup>ab</sup>             | 0.129          | 3.67 <sup>b</sup>               | 4.18 <sup>a</sup>              | 0.203          |
| 6 months                   | 3.83 <sup>a</sup>               | 4.09 <sup>a</sup>              | 0.502          | 3.42 <sup>ab</sup>              | 3.90 <sup>a</sup>              | 0.376          |
| <b>Fibriness</b>           |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 4.42 <sup>b</sup>               | 4.83 <sup>c</sup>              | 0.545          | 3.00 <sup>a</sup>               | 4.08 <sup>b</sup>              | 0.016          |
| 3 months                   | 2.83 <sup>a</sup>               | 3.73 <sup>b</sup>              | 0.007          | 3.05 <sup>a</sup>               | 3.17 <sup>a</sup>              | 0.320          |
| 6 months                   | 2.45 <sup>a</sup>               | 3.09 <sup>ab</sup>             | 0.047          | 3.25 <sup>a</sup>               | 3.25 <sup>ab</sup>             | 1.00           |
| <b>Juiciness</b>           |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 2.80 <sup>a</sup>               | 2.64 <sup>a</sup>              | 0.269          | 4.42 <sup>a</sup>               | 4.58 <sup>a</sup>              | 0.671          |
| 3 months                   | 2.10 <sup>a</sup>               | 2.91 <sup>b</sup>              | 0.020          | 4.64 <sup>a</sup>               | 5.78 <sup>b</sup>              | 0.001          |
| 6 months                   | 2.80 <sup>a</sup>               | 3.00 <sup>b</sup>              | 0.050          | 4.67 <sup>a</sup>               | 4.42 <sup>a</sup>              | 0.501          |
| <b>Chewiness</b>           |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 4.83 <sup>a</sup>               | 5.17 <sup>b</sup>              | 0.501          | 3.67 <sup>a</sup>               | 4.42 <sup>a</sup>              | 0.028          |
| 3 months                   | 4.17 <sup>a</sup>               | 5.08 <sup>b</sup>              | 0.030          | 4.55 <sup>b</sup>               | 4.64 <sup>a</sup>              | 0.777          |
| 6 months                   | 4.83 <sup>a</sup>               | 4.46 <sup>a</sup>              | 0.003          | 3.40 <sup>a</sup>               | 3.75 <sup>a</sup>              | 0.513          |
| <b>Crunchiness</b>         |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 4.55 <sup>b</sup>               | 5.18 <sup>c</sup>              | 0.067          | 4.25 <sup>a</sup>               | 4.67 <sup>a</sup>              | 0.382          |
| 3 months                   | 3.50 <sup>a</sup>               | 3.55 <sup>b</sup>              | 0.916          | 3.00 <sup>a</sup>               | 3.45 <sup>a</sup>              | 0.240          |
| 6 months                   | 3.42 <sup>a</sup>               | 2.00 <sup>a</sup>              | 0.728          | 3.58 <sup>a</sup>               | 3.42 <sup>a</sup>              | 0.686          |
| <b>Mouthfeel</b>           |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                    | 2.00 <sup>a</sup>               | 2.08 <sup>a</sup>              | 0.807          | 3.00 <sup>a</sup>               | 3.17 <sup>a</sup>              | 0.580          |
| 3 months                   | 1.67 <sup>a</sup>               | 1.92 <sup>a</sup>              | 0.237          | 3.00 <sup>a</sup>               | 3.64 <sup>ab</sup>             | 0.104          |
| 6 months                   | 1.80 <sup>a</sup>               | 1.92 <sup>a</sup>              | 0.243          | 4.25 <sup>b</sup>               | 4.45 <sup>b</sup>              | 0.670          |

**Table 5 (continued).** Mean sensory characteristics scores ( $n = 7 \times 3$  replicates) for the chicken meat samples.

| Attribute                | Diet                            |                                |                |                                 |                                |                |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|
|                          | Breasts                         |                                |                | Thigh                           |                                |                |
|                          | 0.15 mg Se +<br>40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +<br>40 mg vitamin E | <i>p</i> value | 0.15 mg Se +<br>40 mg vitamin E | 0.5 mg Se +<br>40 mg vitamin E | <i>p</i> value |
| <b>Mouthfeel</b>         |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                  | 2.00 <sup>a</sup>               | 2.08 <sup>a</sup>              | 0.807          | 3.00 <sup>a</sup>               | 3.17 <sup>a</sup>              | 0.580          |
| 3 months                 | 1.67 <sup>a</sup>               | 1.92 <sup>a</sup>              | 0.237          | 3.00 <sup>a</sup>               | 3.64 <sup>ab</sup>             | 0.104          |
| 6 months                 | 1.80 <sup>a</sup>               | 1.92 <sup>a</sup>              | 0.243          | 4.25 <sup>b</sup>               | 4.45 <sup>b</sup>              | 0.670          |
| <b>Non-typical taste</b> |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                  | 1.33 <sup>a</sup>               | 2.00 <sup>a</sup>              | 0.167          | 1.17 <sup>a</sup>               | 1.00 <sup>a</sup>              | 0.152          |
| 3 months                 | 1.90 <sup>b</sup>               | 1.72 <sup>a</sup>              | 0.570          | 1.18 <sup>a</sup>               | 1.45 <sup>a</sup>              | 0.148          |
| 6 months                 | 2.20 <sup>b</sup>               | 2.33 <sup>a</sup>              | 0.357          | 2.67 <sup>b</sup>               | 3.91 <sup>b</sup>              | 0.031          |
| <b>Aftertaste</b>        |                                 |                                |                |                                 |                                |                |
| 0 month                  | 2.50 <sup>a</sup>               | 3.54 <sup>a</sup>              | 0.021          | 3.67 <sup>a</sup>               | 3.83 <sup>a</sup>              | 0.675          |
| 3 months                 | 4.00 <sup>b</sup>               | 4.30 <sup>a</sup>              | 0.369          | 4.18 <sup>a</sup>               | 4.00 <sup>a</sup>              | 0.684          |
| 6 months                 | 3.50 <sup>b</sup>               | 3.92 <sup>a</sup>              | 0.980          | 4.17 <sup>a</sup>               | 4.25 <sup>a</sup>              | 0.871          |

<sup>a,b,c</sup>: values within each column for each attribute with different superscripts are different at  $p < 0.05$ .

### 3.3. Texture evaluation

The amount of Se had no significant effect ( $p > 0.05$ ) on cohesiveness and springiness of the fresh and 3-month-stored breast samples. The increased amount of Se resulted in higher hardness ( $p < 0.001$ ), gumminess ( $p < 0.01$ ) and chewiness ( $p < 0.01$ ) of the breast samples (Table 6). After 6 months storage the

amount of Se had no significant effect on all texture attributes of the samples.

Storage period significantly influenced most of texture properties for the breast sample with 0.15 mg Se in diet. Hardness, gumminess, chewiness of those samples highly increased during storage. In the chicken diet, 0.5 mg Se had no significant effect on variations of its texture properties during storage.

**Table 6.** Mean values of instrumental texture characteristics of the breast samples<sup>1</sup>.

| Texture characteristics | Diet                         |                             | <i>p</i> value |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|
|                         | 0.15 mg Se + 40 mg vitamin E | 0.5 mg Se + 40 mg vitamin E |                |
| <b>Hardness (N)</b>     |                              |                             |                |
| 0 month                 | 58.26 ± 10.1 <sup>a</sup>    | 95.27 ± 11.2 <sup>a</sup>   | 0.000          |
| 3 months                | 81.20 ± 6.5 <sup>b</sup>     | 110.14 ± 9.2 <sup>a</sup>   | 0.001          |
| 6 months                | 147.80 ± 22.7 <sup>c</sup>   | 88.25 ± 19.9 <sup>a</sup>   | 0.110          |
| <b>Gumminess (N)</b>    |                              |                             |                |
| 0 month                 | 21.40 ± 3.1 <sup>a</sup>     | 35.84 ± 6.2 <sup>a</sup>    | 0.001          |
| 3 months                | 28.12 ± 8.1 <sup>a</sup>     | 32.96 ± 4.9 <sup>a</sup>    | 0.006          |
| 6 months                | 49.57 ± 6.9 <sup>b</sup>     | 33.49 ± 4.2 <sup>a</sup>    | 0.134          |
| <b>Chewiness</b>        |                              |                             |                |
| 0 month                 | 114.74 ± 10.2 <sup>a</sup>   | 210.89 ± 30.1 <sup>a</sup>  | 0.000          |
| 3 months                | 169.64 ± 16.1 <sup>b</sup>   | 184.19 ± 14.9 <sup>a</sup>  | 0.002          |
| 6 months                | 269.60 ± 13.5 <sup>c</sup>   | 199.98 ± 9.5 <sup>a</sup>   | 0.285          |

<sup>1</sup> Values are means of 3 replicates; <sup>a,b,c</sup>: values within each column for each attribute with different superscripts are different at  $p < 0.05$ . N: hardness and gumminess measured in Newton's.

#### 4. DISCUSSION

The effect of Se in poultry nutrition is associated with its participation in maintaining the antioxidant system of the cells. Results of this study have shown that the increase in amount of Se (from 0.15 mg to 0.5 mg·kg<sup>-1</sup> feed) had had only minor effects on the chicken meat properties. Freezing raw poultry denatures the myofibrillar proteins and, as a result, some cellular fluids are lost from the muscle tissue during thawing.

Diet with the different amount of Se had no significant effect on the water holding capacity of meat. However, Choct et al. (2004) reported that birds receiving organic Se in their diets had reduced drip loss. This disagreement can be related to different methods used for evaluation of the water holding capacity. Free drip refers to the amount of water that is lost from meat without use of force other than capillary forces (gravity).

Color analysis of the fresh and defrosted breast samples showed significant effect of Se amount in feed on lightness, redness and yellowness. It was established that values of lightness had decreased ( $p < 0.001$ ), values of redness ( $p < 0.001$ ) and yellowness ( $p < 0.001$ ) had increased when amount of Se was raised up to 0.5 mg. Nevertheless, poultry meat color is affected by many different factors like bird gender, age, strain, processing treatments, freezing and other factors (King et al., 2006). Color is an important quality attribute as consumers are often willing to pay more for poultry products having appetizing color. Several factors impact meat color including pH, myoglobin concentration, nitrites, and others (Fletcher, 1999). The degree of meat lightness depends on the amount of light scattered and absorbed; pale meat has an increased amount of scattered light and a decreased absorption.

Addition of Se and vitamin E or their combination on chicken feed had no significant impact on perceived intensities of sensory and texture profiles of the chicken breasts or thigh muscle in general. Juiciness is an important contributor to eating quality of meat (Lyon et al., 2004). The relationship between juiciness and physical and chemical properties of meat had been studied intensively in the past. Se supplementation (0.15 mg or 0.5 mg) in feed had no significant effect on fresh meat (breast and thigh) odor intensities. Thigh meat had more intensive color ( $p < 0.05$ ), higher hardness ( $p < 0.05$ ) and chewiness ( $p < 0.05$ ) when increasing amount of Se, but it had no negative effect on acceptability of meat.

Comparison of texture characteristics of the samples stored for 3 and 6 months evaluated by sensory analysis and instrumental methods resulted in significant differences in hardness during storage. The data are

in agreement with the reports of Lee et al. (2008), who had not noticed significant changes in tenderness during first 2 months of frozen storage. However, significant differences in texture properties were found after 2 and 4 months of storage. Instrumental method had revealed significant differences in hardness when texture differences were not determined by sensory assessors. It could be related to juiciness of the samples (Chen, 2009).

The amount of Se in broiler diet had no significant effect on chicken meat acceptability. This is in agreement with the findings of Bou et al. (2005) where it was stated that consumer acceptability values had not showed any significant differences for the samples when the amount of Se was Se 0 mg·kg<sup>-1</sup>, 1.2 mg·kg<sup>-1</sup> (selenite) or 0.2 mg·kg<sup>-1</sup> (Se yeasts) when cooked thighs were evaluated. No significant effect of storage (74 days and 18 months) on meat acceptability was observed in this research. Although, our research results have showed lower acceptability of the samples after 6 months storage, it can be related to technological causes due to freezing process which is similar to that used by consumers at home.

#### 5. CONCLUSION

No significant difference in taste and odor profiles between the chicken groups, fed with 0.15 and 0.5 mg of selenium in diet was observed and the influence of selenium amount did not result in a major effect on meat acceptability. The decreased lightness ( $L^*$ ) and increased redness ( $a^*$ ) values for fresh boiled meat, however, suggest that color changes can be caused by the amount of selenium. No difference was observed for cooking or thawing losses among the tested samples.

Consequently, a different amount of selenium in feed had no significant negative effect on poultry quality with negligible exception for texture properties and acceptability of the samples after 6 months storage.

The results presented in this study showed that 0.15 mg and 0.5 mg of selenium in complex with 40 mg of vitamin E can be added to diet of the broiler chicken without having negative effect on meat technological and sensory properties and acceptability.

#### Acknowledgements

This paper is based on the presentation given at the Third International Feed Safety Conference – Methods and Challenges, 6-7 October 2009 in Wageningen, The Netherlands, and was supported by the grants of the Lithuanian Agency for International Science and Technology Development Programmes and Feed for Health, COST Action FA 0802 ([www.feedforhealth.org](http://www.feedforhealth.org)). The experiment has been partly financed by EUREKA project No. E!4478.

Authors would like to thank the members of sensory panel of KTU Food Institute for their contribution to this study.

# Bibliography

- Attia Y.A., Abd-El-Hamid A.E., Abd El-Ghany F.A. & Habiba H.I., 2006. Effect of oil source and antioxidant supplementations on growth performance and meat quality of Japanese quail males. In: *Proceedings of the EPC 2006 XII European Poultry Conference, 10-14 September 2006, Verona, Italy*.
- Beck M.A., 2001. Antioxidants and viral infections: host immune response and viral pathogenicity. *J. Am. Coll. Nutr.*, 20(5), 3845-3885.
- Bou R., Guardiola F., Barroeta A.C. & Codony R., 2005. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poult. Sci.*, 84(7), 1129-1140.
- Bourne M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technol. Chicago*, 32(1), 62-66, 72.
- Chen J., 2009. Food oral processing. A review. *Food Hydrocolloids*, 23(1), 1-25.
- Choct M., Naylory A.J. & Reinke N., 2004. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *Brit. Poult. Sci.*, 45(5), 677-683.
- Close B. et al., 1997. Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2. In: *Lab animals. Part 2*. Vol. 31, 1-32.
- Flachowsky G. et al., 2002. Eggs and poultry meat as tocopherol sources in dependence on tocopherol supplementation of poultry diets. *Food Res. Int.*, 35, 239-243.
- Fletcher D.L., 1999. Poultry meat colour. In: Richardson R.I. & Mead G.C., eds. *Poultry meat science*. Poultry Science Symposium Series Vol. 25. New York, NY, USA: CABI Publishing, 159-175.
- Grau A. et al., 2001. Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source, and tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Meat Sci.*, 57, 197-208.
- Haug A. et al., 2007. Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids Health Dis.*, 6, 29.
- ISO (International Organization of Standardization), 1985. *Sensory analysis – Methodology – Flavour profile methods ISO 1985*. Geneva, Switzerland: ISO.
- ISO (International Organization of Standardization), 1993. *Sensory Analysis – General guideline for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: Selected assessors. ISO 8586-1 Standard*. 1<sup>st</sup> edition. Geneva, Switzerland: ISO.
- King N.J. & Whyte R., 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *J. Food Sci.*, 71(4), R31-R40.
- Kouba M., 2003. Quality of organic animal products. *Lives Prod. Sci.*, 80, 33-40.
- Lee Y.S. et al., 2008. Changes in broiler breast fillet tenderness, water-holding capacity, and color attributes during long-term frozen storage. *J. Food Sci.*, 73(4), E162-E168.
- Lu J. & Jang C., 2005. Selenium and cancer chemoprevention: hypotheses integrating the action of selenoproteins and selenium metabolites in epithelial and non-epithelial target cells. *Antioxidants Redox Signal.*, 7, 1715-1727.
- Lyon B.G., Smith D.P., Lyon C.E. & Savage E.M., 2004. Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. *Poult. Sci.*, 83(2), 275-281.
- Marković R. et al., 2008. Effects of selenium supplementation as sodium selenite or selenized yeast and different amounts of vitamin E on selenium and vitamin E status of broilers. *Acta Vet. Beograd*, 58(4), 369-380.
- NRC (National Research Council), 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9<sup>th</sup> edition. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Ryu Y.-C., Rhee M.-S., Lee K.-M. & Kim B.-C., 2005. Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 84(5), 809-815.
- Savell J.W. et al., 1989. National consumer retail beef study: interaction of beef trim level price and grade on consumer acceptance of beef steakes and roasts. *J. Food Qual.*, 10(2), 269.
- Shlig A.A., 2009. Effect of vitamin E and selenium supplement in reducing aflatoxicosis on performance and blood parameters in broiler chicks. *Iraqi J. Vet. Sci.*, 23(1), 97-103.
- Surai P.F., 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Brit. Poult. Sci.*, 41, 235-243.
- Wood J.D., Nute G.R., Fursey G.A. & Cuthbertson A., 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Sci.*, 40, 127-135.
- Yoon I., Werner T.M. & Butler J.M., 2007. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 86, 727-730.

(26 ref.)

## THE EFFECT OF SODIUM SELENITE, SELENIUM METHIONINE AND VITAMIN E ON PRODUCTIVITY, DIGESTIVE PROCESSES AND PHYSIOLOGIC CONDITION OF BROILER CHICKENS

Romas Gružauskas, Tautvydas Barštys, Asta Racevičiūtė-Stupelienė, Vilma Kliševičiūtė, Vilija Buckiūnienė, Saulius Bliznikas

*Lithuanian University of Health Sciences*

*Tilžės 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; tel/fax: +370 37 363505; e-mail: gruzauskas@lva.lt*

**Abstract.** The trial was conducted to evaluate the effects of selenite and vitamin E included in combined feed on growth performance, feed conversion and mortality, pH of gastrointestinal tract chymus, amount of dry matters and short-chain fatty acids in caecum chymus of broiler chickens. The experiment was carried out in the experimental poultry house of „Vilniaus paukštynas“ and poultry house of LUHS Veterinary Academy in 2011. Six hundred *Cobb 500* cockerels were divided into three treatment groups. Group I was control and groups II and III were experimental. Broiler chickens of the control group were fed the diet supplemented with 0.15 mg of sodium selenite (inorganic selenium) and 40 mg of vitamin E throughout the whole period of the trial (from the 1<sup>st</sup> to the 35<sup>th</sup> day of broiler chicken growth). The feed for broiler chickens of the experimental group II included 0.5 mg sodium selenite (inorganic selenium) and 40 mg of vitamin E throughout the whole period of the trial (from the 1<sup>st</sup> to the 35<sup>th</sup> day of broiler chickens growth). The feed for broiler chickens of experimental group III was supplemented with 0.15 mg of inorganic selenium and 0.35 mg of organic selenium, as well as 40 mg of vitamin E throughout the whole period of the trial (from the 1<sup>st</sup> to the 35<sup>th</sup> day of broiler chickens growth). The supplements of organic and inorganic selenium and vitamin E used in the trial had no substantial effects on the productivity, feed conversion ratio and mortality of broiler chickens. However, the latter supplements affected increase of total protein, gamma globulin, glutathione peroxidase, free thyroxine, free triiodothyronine and decrease of cholesterol and its fractions in the blood of broiler chickens. It was as well established that selenium and vitamin E have no major effects on physiological parameters of digestion of broiler chickens.

**Keywords:** broiler chickens, selenium, vitamin E.

**Introduction.** The influence of selenium on human health and prevention of free radical-related diseases was studied by many scientists (Rayman, 2009). The deficiency of this element is considered a worldwide problem. This issue can be solved not only by dietary supplements but also by production of functional food products. Selenium-supplemented eggs, poultry meat, pork or beef can be produced and used to improve human nutrition.

Selenium additives for poultry and animals were used in various forms such as yeast, algae “Chlorella”, sprouts and cabbage, though compounds of organic and non-organic selenium were used the most frequently (Seo et al., 2008; Trávníček et al., 2008; Wang, Xu, 2008; Chinrasri et al., 2009; Mikulski et al., 2009; Svoboda et al., 2009b; Upton et al., 2009). Significance of selenium and methionine in poultry nutrition is remarkable. Selenium acts synergistically with methionine and enhances selenium resorption in poultry organism. Methionine directly affects protein metabolism (Baker, 2006).

Natural antioxidants – selenium, vitamin E – have a positive impact on poultry wellness, productivity and reproductive qualities (Haug et al., 2007). Selenium supplemented feed may have positive impact on poultry quality and expiry date (Hosseini-Mansoub, 2011). Ševčíková et al. (2006) recommends maintaining selenium concentration in feed between 0.1 mg/kg to 0.15 mg/kg of body weight. On the other hand Ryu et al. (2005) states that selenium concentration, including

native selenium, cannot exceed 0.5 mg/kg of feed.

Vitamins are organic low molecular weight compounds. They are included into animal fodder in small amounts, yet ensure animal productivity, normal physiological state and reproductive functions (Jeroch et al., 2004). Vitamins are included into every compound fodder and feed (Shurson et al., 2011).

Vitamin E and selenium act closely and synergistically. These two elements are essential components of anti-oxidative system and suppress oxidative processes of polyunsaturated fatty acids in cellular membranes (Skřivan et al., 2008; Yoon et al., 2007).

Poultry feed supplemented with vitamin E, improves oxidative stability in broiler meat and simultaneously is supplementary source of vitamin E for humans (Barroeta, 2007). Researches prove that larger amount of this vitamin in feed increases poultry productivity (Khan et al., 2011).

Peroxides compose in organism even though amount of vitamin E is sufficient, and glutathione peroxidase eliminates peroxides of various types. Vitamin E has a major role in most of metabolism processes. Vitamin E as antioxidant protects vitamin A, unsaturated fatty acids and other lipids from oxidation, represses production of toxic peroxides and multiplies amount of oxygen in tissue cells, improves growth of muscles and eases oxygen absorption in erythrocytes (Dlouha et al., 2008).

Selenium and vitamin E are essential in oxidation-reduction reactions. Selenium positively stimulates

activity of immune, reproductive and neurotic systems, takes part in processes of thyron hormones and prostaglandins, and as well is antagonist for heavy metals (Choct et al., 2004).

Poultry products supplementation with antioxidants – selenium and vitamin E – is one of the means to create functional food products, distinctive with anti-oxidative effect. There is no enough data on organic and non-organic selenium and vitamin E amount in feed and their effect on broiler chicken metabolism and physiological state.

**The aim of the trial** was to evaluate the effect of the different selenium amounts and forms and vitamin E on productivity, digestive processes and physiological condition of broiler chickens.

**Materials and methods.** The scientific investigations were made following the provisions of the Republic of Lithuania (1997-11-06) for animal welfare and handling, Law No 8-500 (Valstybės žinios, 1997-11-28, No. 108), and a sub statutory act by the State Food and Veterinary Service of Lithuanian Republic regarding the confirmation of the order on the animals for experiments, research, storage, maintenance and operating requirements (Valstybės žinios, 2009-01-22, No. 8, 287). The work was performed in accordance with EU Directive 86/609/EEC and the EC recommendation 2007/526 EC for Animal use and storage for experiments and other purposes.

The feeding trial was carried out with 1–35-days-old male Cobb 500 broiler chickens. 600 broiler chickens were divided into three groups. Each group consisted of four subgroups of 50 chickens; in total there were 200

broiler chickens in each group. The broiler chickens were kept on deep litter and had free access to water from stationary watering containers.

The feed of the control group was supplemented with 0.15 mg of sodium selenite (non-organic selenium) and with 40 mg of vitamin E throughout the whole trial period, i.e. from 1<sup>st</sup> to 35<sup>th</sup> day of age. The feed of the experimental group I was supplemented with 0.5 mg of sodium selenite (non-organic selenium) and 40 mg of vitamin E throughout the whole trial period, i.e. from 1<sup>st</sup> to 35<sup>th</sup> day of age. The feed of the experimental group II was supplemented with 0.15 mg of non-organic selenium, 0.35 mg of compound organic selenium feed additive *Alkosel*<sup>®</sup> R397 and 40 mg of vitamin E throughout the whole trial period, i.e. from 1<sup>st</sup> to 35<sup>th</sup> day of age.

*Alkosel*<sup>®</sup> R397 (selenomethionine) is inactivated yeast (*Saccharomyces cerevisiae* NCYC R397) product containing the essential microelement selenium in its highly bioavailable natural form L(+) selenomethionine. L(+) selenomethionine is produced by growing yeast in the presence of measured amounts of selenium. Yeast cells absorb selenium and transform it into L(+) selenomethionine and proteins containing selenium. The total quantity of selenium is 2000–2400 ppm.

Sodium selenite contains 45 percent of active substance and has traces of heavy metals. White powder burns skin, dissolves in water; the solubility is 46.3 percent, the melting-point is at 710°C, the heat of vaporization is 26.32 kJ/mol and the covalent radius is 116 pm.

Scheme of the trial is shown in Table 1.

Table 1. Scheme of the trial

| Indexes                                                                                 | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| 0.15* mg of sodium selenite + 40 mg of vitamin E per kg of feed from 1 to 35 day of age | +             | –                    | –                     |
| 0.5** mg of sodium selenite + 40 mg of vitamin E per kg of feed from 1 to 35 day of age | –             | +                    | –                     |
| 0.5*** mg of selenium + 40 mg of vitamin E per kg of feed from 1 to 35 day of age       | –             | –                    | +                     |

\*0.15 mg of sodium selenite (non-organic selenium); \*\*0.5 mg of sodium selenite (non-organic selenium); \*\*\*0.5 mg of selenium = 0.15 mg of sodium selenite (non-organic selenium) + 0.35 mg of selenomethionine (organic selenium) (*Alkosel*<sup>®</sup> R397)

Broiler chickens were fed *ad libitum* with a standard wheat-soybean meal compound diet. The diet was formulated to meet the nutrient and energy requirements for broiler chickens (NRC, 2004). Qualitative parameters of the feed was as following: metabolizable energy – 12.98 (MJ/kg), crude protein – 21.00%, crude fat (analysed values) – 6.02%, crude ash – 3.95%, crude fibre – 2.36%, methionine + cysteine – 0.96%, threonine – 0.83%, tryptophan – 0.25%, calcium (analysed values) – 0.90%, phosphorus – 0.62%, available phosphorus – 0.43%, sodium – 0.18%, chlorine – 0.20%, linoleic acid – 3.01%.

The amount of the main nutrients (crude ash, total

calcium) in the feed was determined according to feed research methods accredited in Lithuania (Juškievė, 2003).

During the feeding trial, body weights at the age of 1, 8, 21 and 35 days, feed conversion ratio of each subgroup at the ages of 1–8, 9–21, 22–35 days, and birds' mortality over the feeding trial were recorded.

At the end of the trial (on 35<sup>th</sup> day-of-age) five broiler chickens from each group (5 birds x 3 groups = 15 birds in total) were selected for blood serum test in order to examine:

a) the amount of total proteins – with refractometer (Tietz, 1995);

b) protein fractions – by the electrophoresis method;  
c) glutathione peroxidase (analysis was made in the Environmental Health Laboratory of Institute for Biomedical Research of Kaunas University of Medicine. Samples were compared with glutathione peroxidase standard (G 6137); the standard is 25,40 mU/ml);

d) the amount of the thyroid hormones, triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4), in the blood (Tietz, 1995).

On the 35<sup>th</sup> day-of-age, broiler chickens were killed according to the recommendations for euthanasia of experimental animals (Close et al., 1997), and pH were determined in the content of duodenum (*Duodenum*), small intestine (*Intestinum tenue*), caeca (*Caecum*) and colon (*Intestinum crassum*) by pHmeter “730 Inolab”. Dry matter content in the same part of guts chymus was determined by the difference between wet weight and dry weight (dried at 105°C for 3 hours).

The concentration of short-chain fatty acids was estimated with gas chromatograph (Shimadzu GC-2010 with 2.5 mm x 2.6 mm glass tube filled with 10 percent of SP -1200/ 1 percent of HPO on 80/100 Chromosorb WAW, tube temperature was 110°C, detector FID temperature was 108°C and injector temperature was 195°C). The caecal pool sizes of short-chain fatty acids were calculated as concentrations of short-chain fatty acids in digesta (Ziolecki, Kwiatkowska, 1973).

*Statistical data evaluation.* Analysis of variance (ANOVA) was applied to the descriptors tested individually with significance level at  $P < 0.05$  to determine differences between the groups. Sample

comparisons were determined using the statistical program SAS (2001). Statements of statistical significance were based on  $P < 0.05$ .

**Results and discussion.** The analysis of broiler chicken weight gain dynamics (Table 2) showed that the maximum variation during 8 days-of-age was determined in experimental group II. The weight of broiler chickens in this group was by 8% higher than that of broiler chickens in the control group ( $P > 0.05$ ). The results of weight gain on the 21<sup>st</sup> day-of-age indicated that selenium and vitamin E in the combined feed for experimental group I reduced the weight of broiler chickens by 1% ( $P > 0.05$ ), whereas this index in experimental group II was by 2% higher compared with control group ( $P > 0.05$ ). During the last growing period (on the 35<sup>th</sup> day-of-age), the weight of broiler chickens in both experimental groups was by 2% lower than in the control group ( $P > 0.05$ ). Similar results were obtained by Payne and Southern (2005), as well as Upton et al. (2008). They reported that broiler chickens fed with selenium supplements of two types (organic and nonorganic) had an increasing tendency of weight gain compared with the control group.

Many researches proved that weight of broiler chickens increased when their ration was supplemented with organic selenium. Sefton and Edens (2004) also ascertained that chickens of parents that were fed with greater amount of selenium had larger weight. Chickens of parent flocks fed with smaller amount of selenium had lower weight gain (Hanafy et al., 2009).

Table 2. Influence of selenium and vitamin E on broiler chickens weight, g

| Chickens age in days   | Control Group | Experimental Group I | Experimental Group II |
|------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Chicken body weight, g |               |                      |                       |
| 1                      | 47.49±0.10    | 47.51±0.22           | 47.49±0.16            |
| 8                      | 162.31±1.28   | 163.88±1.21          | 174.54±1.44           |
| 21                     | 988.35±8.31   | 980.03±8.11          | 1004.76±8.81*         |
| 35                     | 2496.15±18.20 | 2438.08±18.05*       | 2438.74±20.88*        |

\* Data statistically significant ( $P < 0.05$ )

Table 3. Influence of selenium and vitamin E on broiler chickens feed conversion ratio, kg/kg

| Chickens age in days         | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Feed conversion ratio, kg/kg |               |                      |                       |
| 1–8                          | 1.51±0.07     | 1.49±0.10            | 1.57±0.05             |
| 9–21                         | 1.58±0.03     | 1.55±0.09            | 1.43±0.07*            |
| 22–35                        | 2.03±0.11     | 1.99±0.09            | 2.16±0.11             |
| 1–35                         | 1.88±0.08     | 1.84±0.09            | 1.92±0.10             |

\* Data statistically significant ( $P < 0.05$ )

Feed conversion ratio (FCR) (Table 3) during the first growing period was by 1% lower in experimental group I and by 4% higher in experimental group II compared with the control group ( $P > 0.05$ ). On the 9–21 days-of-age, this index in experimental groups I and II was by 2% ( $P > 0.05$ ) and 9% ( $P < 0.05$ ), respectively, lower than in the control group. During the last growing period (on the 22–35 days-

of-age), FCR was by 2% lower in experimental group I and by 6% higher in experimental group II than in the control group ( $P > 0.05$ ).

Throughout the whole trial (on the 1–35 days-of-age), this index was by 2% lower in experimental group I and by 2% higher in experimental group II, when compared with the control group ( $P > 0.05$ ).

The results of this trial corresponded with trial data provided by M. Choct et al. (2004), which indicated that organic selenium in the feed had no influence on the final weight of broiler chickens. Ševčíková et al. (2006) and Dlouha et al. (2008) determined that organic selenium intensified broiler chicken growth; however, non-organic selenium had no such impact.

The results of broiler chicken liveability (Table 4)

showed that during the growing period (1–8 days-of-age) selenium and vitamin E had no major influence. During the later period (9–21 days-of-age), broiler chicken liveability in experimental group I was by 0.5% lower and in experimental group II was by 1% higher than in the control group. During the last period of the trial, additives increased this index by 0.5% compared with the control group.

Table 4. Influence of selenium and vitamin E on broiler chickens liveability, %

| Chickens age in days | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|----------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| 1–8                  | 100.0         | 100.0                | 99.0                  |
| 9–21                 | 99.0          | 99.5                 | 98.0                  |
| 22–35                | 100.0         | 99.5                 | 99.5                  |
| 1–35                 | 99.0          | 98.5                 | 96.5                  |

Data statistically insignificant ( $P>0.05$ )

During the analysis of selenium and vitamin E influence on broiler chicken liveability throughout the whole trial, it was noticed that additives in the feed had no vital influence. Broiler chicken liveability in experimental groups I and II increased by 0.5% and 2.5%, respectively, when compared with the control group. Statistically significant differences were not determined.

Blood plasma proteins are high molecular weight organic compounds of colloidal nature. When concentration of proteins in blood plasma decreases, it also decreases in tissue (Praškevičius et al., 2003). This, consequently, may have influence on general functions and productivity of broiler chickens. The results of the amount of total protein in broiler chicken blood plasma (Table 5) showed that this index in experimental groups I and II was by 5–10% higher than in the control group ( $P>0.05$ ).

Albumin in organism regulates osmotic pressure, transports fatty acids, bilirubin, aldosterone, anions and cations; additionally albumins are a source of amino acids (Ahmed, Ahmed, 2009). According to the results of our trial, vitamin E and selenium in feed decreased the amount of albumins in broiler chicken organism by 7–10% compared with the control group ( $P>0.05$ ).

The total increase of the amount of alpha-1 globulins

is determined during various inflammations of infectious or allergic origin, when liver is affected and tissues are decaying or due to cellular malignant tumours (Adugna et al., 2004). The concentration of alpha-1 globulins in the blood of broiler chickens in the control group and experimental group I was equal, however, this index in blood broiler chickens in experimental group II had a tendency of increasing.

The concentration of alpha-2 globulins increases during inflammatory processes, during diseases, when pathological process involves connective tissue or in the case of malignant tumours (Praškevičius et al., 2003). The results of trial showed that the amount of alpha-2 globulins in blood of broiler chickens in experimental groups had a tendency of increasing from 0.26% to 0.80% ( $P>0.05$ ).

Alterations of the beta-globulins are usually related to alterations of lipoproteins and transferrin. The concentration of beta-globulins increases in case of fat metabolism disorders: hyperlipoproteinemia, hepatic diseases, nephrotic syndromes, inflammatory diseases (Praškevičius et al., 2003). The concentration of serum beta-globulins of broiler chickens in experimental groups I and II was 2.64% and 0.58%, respectively, lower than in the control group ( $P>0.05$ ).

Table 5. Influence of selenium and vitamin E on concentration of broiler chickens blood plasma proteins

| Parameters           | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|----------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Total proteins, g/l  | 31.88±0.97    | 35.08±1.90           | 33.32±2.96            |
| Albumins, %          | 53.78±1.51    | 46.78±5.87           | 44.28±8.80            |
| Alpha-1 globulins, % | 3.40±0.51     | 3.40±0.49            | 3.90±0.77             |
| Alpha-2 globulins, % | 7.14±0.59     | 7.40±0.98            | 7.94±0.74             |
| Beta-globulins, %    | 24.52±1.19    | 21.88±3.59           | 23.94±3.38            |
| Gamma-globulins, %   | 11.14±0.43    | 20.48±9.29           | 19.88±10.78           |

Data statistically insignificant ( $P>0.05$ )

The gamma-globulins fraction is composed of immunoglobulin. Increase of the gamma-globulins is influenced by intensification of immunoglobulin production (Praškevičius et al., 2003). The results of trial

showed that the amount of serum gamma-globulins in experimental groups increased by 8.74–9.34% in comparison with the control group ( $P>0.05$ ).

The analysis of the results of cholesterol concentration

in broiler chicken blood (Table 6) defined that combined feed for experimental group I supplemented with 0.5 mg of natrium selenite and 40 mg of vitamin E for increased this index by 3%, and combined feed for experimental group II supplemented with 0.15 mg of natrium selenite, 0.35 mg of selenium methionine and 40 mg of vitamin E decreased cholesterol concentration by 13% in comparison with control group ( $P>0.05$ ).

According to the results of our trial, DTL cholesterol concentration in broiler chickens blood of experimental

groups were by 4–13% lower than in the control group ( $P>0.05$ ).

During the analysis of MTL cholesterol and triglycerides concentration in blood, it was determined that broiler chickens in experimental group I had by 3% and 33%, respectively, higher values of such indexes, while broiler chickens in experimental group II demonstrated by 12% and 6%, respectively, lower values than in the control group. Statistically significant differences were not determined.

Table 6. Influence of selenium and vitamin E on concentration of lipids in broiler chickens blood, mmol/l

| Parameters      | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|-----------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Cholesterol     | 3.77±0.09     | 3.87±0.42            | 3.28±0.42             |
| DTL cholesterol | 2.66±0.10     | 2.56±0.11            | 2.31±0.27             |
| MTL cholesterol | 0.67±0.04     | 0.71±0.21            | 0.59±0.22             |
| Triglycerides   | 0.98±0.11     | 1.30±0.35            | 0.92±0.21             |

Data statistically insignificant ( $P>0.05$ )

Glutathione peroxidase is a natural anti-oxidative enzyme containing selenium. Glutathione peroxidase protects cells and whole organism from harmful impact of oxidation and free radicals (Arthur, 2000). The result analysis of glutathione peroxidase activity in broiler chicken blood (Table 7) showed that this index in experimental groups was by 35% higher than in the control group ( $P<0.05$ ).

Glucose is the most important carbohydrate. During the digestive process, all the other carbohydrates are transformed into glucose. One of the most important functions of glucose in living organisms is to provide them with energy (Adugna et al., 2004). Glucose level in blood of broiler chickens of experimental groups decreased by 3–11% in comparison with the control group, and the index of glutathione peroxidase increased by 21–40% ( $P>0.05$ ).

The level of GOT (glutamate oxaloacetate transaminase) in blood of broiler chickens in experimental group I increased by 20% ( $P>0.05$ ), and decreased by 2% in experimental group II, if compared with the control group ( $P>0.05$ ).

Thyrotropin stimulates thyroid gland growth and biosynthesis of thyroid hormones; it also activates

biosynthesis of proteins, phospholipids and nucleic acids, increases the number and size of thyrocytes and influences catabolism of carbohydrate (Postiglione et al., 2002). Thyrotropin concentration in blood of broiler chickens in experimental group I and II decreased by 0.005 mIU/l and 0.003 mIU/l, respectively, compared with the control group ( $P>0.05$ ).

Thyroxine is a hormone secreted by the thyroid gland. If the thyroid gland secretes overly thyroxine, metabolism accelerates, thus weight reduces. If there is a lack of thyroxine, metabolism processes are slower (Postiglione et al., 2002). The blood of broiler chickens in experimental groups contained by 0.4–15.65 pmol/l more free thyroxine than in the control group.

One of the main functions of triiodothyronine is to maintain general synthesis of proteins and positive balance of nitrogen. Biological effect of triiodothyronine is important for physiological functions of the most systems in organism (nervous and muscular, digestive, cardiac and vascular systems), as well as for state of skin (Adugna et al., 2004). The result analysis of triiodothyronine level in blood of broiler chickens showed that this index in experimental groups increased by 0.40–6.67 pmol/l compared with the control group ( $P>0.05$ ).

Table 7. Influence of selenium and vitamin E on concentration of enzymes in broiler chickens blood

| Parameters                    | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|-------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| GPx activity, mU/ml           | 19.51±0.22    | 26.37±0.64*          | 26.37±0.00**          |
| Glucose, mmol/l               | 14.14±0.82    | 13.97±0.52           | 14.09±0.73            |
| GPT, U/l                      | 1.36±0.43     | 1.90±0.93            | 1.64±0.34             |
| GOT, U/l                      | 248.24±19.53  | 297.71±70.31         | 242.48±8.13           |
| Thyrotropin, mIU/l            | 0.011±0.00    | 0.006±0.00           | 0.008±0.00            |
| Free thyroxine, pmol/l        | 6.58±2.59     | 6.98±2.01            | 22.23±19.70           |
| Free triiodothyronine, pmol/l | 6.58±2.59     | 6.98±2.01            | 13.25±10.29           |

\* Data statistically significant ( $P<0.005$ ); \*\* Data statistically significant ( $P<0.001$ )

Analysis of the pH of the chymus in the separate gastrointestinal tract segments (Table 8) showed that supplements of selenium and vitamin E had influence on this particular index. Duodenum pH of broiler chickens in experimental groups increases by 0.01–0.43 points compared with the control group ( $P>0.05$ ). Ileum pH of broiler chickens in experimental group I decreased by 0.14 points, whereas in experimental group II increased by 0.69 points compared with the control group ( $P>0.05$ ). Dynamics of microorganisms' population in separate segments of the digestive tract depends on pH value; this

value also highly influences how nutrients are digested and converted. Growth of most pathogens is permitted, when pH value is 7 and higher. Acidic environment of pH value 5.8–6.2 is beneficial for positive population of microorganisms. This environment allows optimal conditions to reproduce and compete with pathogenic micro flora (Rahmani, Speer, 2005). A reduced pH value creates acidic environment, in which most pathological microorganisms, capable of infecting, die (Conway, 2001; Gibson, 2004).

Table 8. Influence of selenium and vitamin E on pH value in the gastrointestinal tract of broiler chickens

| Different part of gastrointestinal tract    | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|---------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Duodenum ( <i>duodenum</i> )                | 4.63±0.26     | 5.06±0.22            | 4.64±0.23             |
| Small intestine ( <i>intestinum tenue</i> ) | 4.97±0.11     | 4.83±0.22            | 5.66±0.59             |
| Caecum ( <i>caecum</i> )                    | 6.20±0.17     | 6.20±0.36            | 6.62±0.10             |
| Colon ( <i>intestinum crassum</i> )         | 5.24±0.33     | 5.08±0.23            | 4.99±0.19             |

Data statistically insignificant ( $P>0.05$ )

Analysis of the influence of selenium and vitamin E on the amount of dry matter in digesta (Table 9) showed that these additives reduced the amount of dry matter in the small intestine (0.86–1.41%), the colon (by 0.42% in experimental group I,  $P>0.05$ ; by 5.8% in experimental group II,  $P<0.05$ ) and in the caecum (by 1.09% in experimental group II) compared with the control group.

The amount of dry matter increased in the duodenum (0.76–1.65%) and the caecum (by 5.98% in experimental group I,  $P<0.05$ ), compared with the control group.

Excrements of birds are drier, if the amount of dry matter in the digestive tract is higher, therefore qualitative parameters of litter and microclimate are increased and wellness of chickens is positively impacted.

Table 9. Influence of selenium and vitamin E on dry matter concentration in the gastrointestinal tract of broiler chickens, %

| Different part of gastrointestinal tract    | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|---------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Duodenum ( <i>duodenum</i> )                | 15.38±0.77    | 16.14±1.28           | 17.03±0.80            |
| Small intestine ( <i>intestinum tenue</i> ) | 20.08±0.96    | 19.22±0.78           | 18.67±0.97            |
| Caecum ( <i>caecum</i> )                    | 13.46±1.15    | 19.44±1.04*          | 12.37±1.31            |
| Colon ( <i>intestinum crassum</i> )         | 19.87±0.97    | 19.45±1.75           | 14.49±1.05*           |

\* Data statistically significant ( $P<0.05$ )

Large concentration of short-chain fatty acids (SCFA) reduces intestines pH, thus the growth of certain pathogenic microorganisms is suppressed. Acetic acid is an energy source for peripheral tissues, and butyric acid not only provides epithelial cells of the large intestine with energy, but also has a major role in reproductions and differentiation of cells. Propionic acid together with blood is transported to liver and takes part in glucogenesis process (Priebe et al., 2002).

Different amount of natrium selenite, vitamin E and

selenium methionine in the caecum of broiler chickens increased the amount of acetic acid (Table 10) (experimental group II – 72.96 µmol/g), butyric acid (experimental group I – 7.72 µmol/g) compared with the control group ( $P>0.05$ ). The aforesaid supplements decreased the amount of acetic acid (experimental group I – 6.45 µmol/g), propionic acid (1.27–1.73 µmol/g) and butyric acid (experimental group II – 0.74 µmol/g) compared with the control group ( $P>0.05$ ).

Table 10. Influence of selenium and vitamin E on the amount of short-chain fatty acids (SCFA) in caecum of broiler chickens, µmol/g

| Organic acids | Control group | Experimental group I | Experimental group II |
|---------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Acetic        | 70.49±3.01    | 64.04±3.42           | 72.96±1.80            |
| Propionic     | 18.72±2.77    | 17.45±2.40           | 16.99±2.36            |
| Butyric       | 10.79±4.50    | 18.51±3.48           | 10.05±2.62            |

Data statistically insignificant ( $P>0.05$ )

Supplements of organic and nonorganic selenium and vitamin E had no major influence on broiler chickens productivity, feed conversion ratio and liveability. However, these supplements had influence on the increase of total protein, gamma-globulin, glutathione peroxidase, free thyroxine and free triiodothyronine, as well as on reduction of cholesterol and its fractions in broiler chicken blood. Major influence of selenium and vitamin E on physiological parameters was not determined.

#### Conclusions

1. Supplements of organic and nonorganic selenium and vitamin E in compound feed had no significant influence on broiler chicken productivity, feed conversion ratio and liveability; however, on the 35<sup>th</sup> day-of-age broiler chickens in experimental groups weighed by 2% less than broiler chickens in the control group ( $P < 0.05$ ).

2. Analysis of the composition of broiler chickens' serum proteins showed that selenium and vitamin E additives increased the concentration of total protein and gamma-globulin. Significant influence on the other indexes of serum plasma was not determined ( $P > 0.05$ ).

3. During the analysis of lipids concentration in broiler chicken blood, it was determined that selenium and vitamin E additives decreased DTL cholesterol concentration by 0.1-0.35 mmol/l ( $P > 0.05$ ). Other parameters met physiological standard and vital alterations were not determined.

4. Supplementation of broiler chickens' feed with nonorganic selenium and vitamin E increased only glucoperoxidase activity in blood serum by 6.86 mU/ml ( $P < 0.005$ ), whereas application of nonorganic and organic selenium and vitamin E glucoperoxidase activity increased by 6.86 mU/ml ( $P < 0.001$ ), free thyroxine by 15.65 pmol/l and free triiodothyronine by 6.67 pmol/l ( $P > 0.05$ ) compared with the control group.

5. The analysis of the results showed that there is no great influence of selenium supplements and vitamin E on the pH dynamics in separate segments of the digestive tract, as well as on the concentration of dry matter and short-chain fatty acids. The results were different only in a few segments of digestive tract: concentration of dry matter increased by 5.98% ( $P < 0.05$ ) in the digesta of caecum (*caecum*) of broiler chickens in experimental group I, and decreases by 5.38% ( $P < 0.05$ ) in the digesta of rectum (*intestinum crassum*) of broiler chickens in experimental group II.

#### Funding

Part-financed by the ministry of Agriculture of the Republic of Lithuania project MT 11/30.

#### References

1. Ahmed K., Ahmed R. Biochemistry II. *General Medicine*. 2009. P. 1–52.
2. Adugna S., Alemu L. A. M., Kelemu T., Tekola H., Kibret B., Genet S. Medical Biochemistry. *EPHTI J*. 2004. P. 1–253.
3. Arthur J. R. The glutathione peroxidases. *Cell. Mol. Life Sci*. 2000. Vol. 57. P. 1825–1835.
4. Baker D. H. Comparative species utilization and toxicity of sulfur amino acids. *J Nutr*. 2006. 136(6). P. 1670S–1675S.
5. Barroeta A. C. Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poultry Science Journal*. 2007. 63. N. 2. P. 277–284.
6. Chinrasri O., Chantiratikul P., Thosaikham W., Atiwetin P., Chumpawadee S., Saenthaweesuk S., Chantiratikul A. Effect of selenium-enriched bean sprout and other selenium sources on productivity and selenium concentration in eggs of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 2009. 22. P. 1661–1666.
7. Choct M., Naylor A. J., Reinke N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *Brit. Poult. Sci*. 2004. 45. P. 677–683.
8. Close B., Banister K., Baumans Bernoth E. M. Laboratory animals. 1997. Vol. 2. P. 1–32.
9. Conway P. L. Prebiotics and human health: The state-of-the-art and future perspectives. *Scandinavian Journal of Nutrition*. 2001. 45. P. 13–21.
10. Dlouhá G., Ševčíková S., Dokoupilová A., Zita L., Heindl J., Skřivan M. Effect of dietary selenium sources on growth performance, breast muscle selenium, glutathione peroxidase activity and oxidative stability in broilers. *Czech. J. Anim. Sci*. 2008. 53 (6). P. 265–269.
11. Gibson G. R. Prebiotics. Best Practise and Research Clinical Gastroenterology. 2004. 18(2). P. 287–298.
12. Hanafy M. M.; El-Sheikh A. M. H., Abdalla E. A. The effect of organic selenium supplementation on productive and physiological performance in a local strain of chicken. 1-The effect of organic selenium (sel-plex<sup>TM</sup>) on productive, reproductive and physiological traits of bandarh local strain. *Egypt. Poult. Sci*. 2009. 29. P. 1061–1084.
13. Haug A., Eich-Greatorex S., Bernhoft A., Wold Jens P., Hetland H., Christophersen O. A., Sogn T. Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids in Health and Disease*. 2007. 6. P. 29
14. Hosseini-Mansoub N. Influence of organic selenium source on performance and selenium and vitamin E contents in male broilers. *Scholars Research Library*. 2011. P. 497.
15. Jeroch H., Šeškevičienė J., Kulpys J. Žemės ūkio gyvulių ir paukščių mitybos fiziologinės reikmės. Kaunas. 2004. P. 158.
16. Juškieienė V. Pašarų tyrimo metodai. Normatyvinių aktų rinkinys. Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerija. ISBN 9955-9428-5-1. 2003. 305 p.
17. Khan R. U., Naz S., Nikousefat Z., Tufarelli V., Javdani M., Rana N., Laudadio V. Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal*. 2011. 67. P. 471–474.
18. Lietuvos Respublikos gyvūnų globos, laikymo ir

- naudojimo įstatymas Nr. 8-500. Valstybės žinios. 1997. Nr. 108.
19. Lietuvos Respublikos valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos įsakymas „Dėl gyvūnų, skirtų eksperimentiniams ir kitiems mokslo tyrimams, laikymo, priežiūros ir naudojimo reikalavimų patvirtinimo“. Valstybės žinios. 2009. Nr. 8-287.
20. Mikulski D., Jankowski J., Zdunczyk Z., Wroblewska M., Sartowska K., Majewska T. The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2009. 18. P. 518–530.
21. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 10<sup>th</sup> ed. National Academy Press Washington, D. C., USA. 2004.
22. Payne R. L., Southern L. L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poult. Sci*. 2005. 84 (6). P. 898–902.
23. Postiglione M. P., Parlato R., Rodriguez-Mallon A., Rosica A., Mithbaokar P., Maresca M., Mariani R. C., Davies T. F., Zannini M. S., De Felice M., di Lauro R. Role of the thyroid-stimulating hormone receptor signaling in development and differentiation of the thyroid gland. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2002. 99 (24). P. 15462–15467.
24. Praškevičius A., Ivanovienė L., Stasiūnienė N., Burneckienė J., Rodovičius H., Lukoševičius L., Kondratas D. *Biochemija*. 2003. P. 726–753.
25. Priebe M. G., Vonk R. J., Sun X. The physiology of colonic metabolism. Possibilities for interventions with pre- and probiotics. *European Journal of Nutrition*. 2002. 1. P. 2–10.
26. Rahmani H. R., Speer W. Natural additives influence the performance and humoral immunity of broilers. *Int. J. Poult. Sci*. 2005. 4. P. 713–717.
27. Rayman M. P. Selenoproteins and human health: Insights from epidemiological data. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2009. 1790. P. 1533–1540.
28. Ryu Y. C., Rhee M. S., Lee K. M., Kim B. C. Effects of different levels of dietary supplementation selenium on performance, lipid oxidation, and colour stability of broiler chicks. *Poult. Sci*. 2005. 84. P. 809–815.
29. Sefton A. E., Edens F. W. Sel-Plex improves broiler breeder performance. *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry*. Proceedings of the 20th Annual Symposium (Suppl. 1), Lexington, Kentucky, USA. May 22–26, 2004. P. 32.
30. Seo T. C., Spallholz J. E., Yun H. K., Kim S. W. Selenium-enriched garlic and cabbage as a dietary selenium source for broilers. *Journal of Medicinal Food*. 2008. 11. P. 687–692.
31. Shurson G. C., Salzer T. M., Koehler D. D., Whitney M. H. Effect of metal specific amino acid complexes and inorganic trace minerals on vitamin stability in premixes. *Animal feed science and technology*. 2011. 163. P. 201.
32. Skřivan M., Dlouhá G., Mašata O., Ševčíková S. Effect of dietary selenium on lipid oxidation, selenium and vitamin E content in the meat of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*. 2008. 53. P. 306–311.
33. Smet K., Raes K., Huyghebaert G., Haak L., Arnouts S., de Smet S. Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poult. Sci*. 2008. 87. P. 1682–1688.
34. Svoboda M., Saláková A., Fajt Z., Kotrbáček V., Ficek R., Drábek J. Efficacy of Se-enriched alga *Chlorella* spp. and Se-enriched yeast on tissue selenium retention and carcass characteristics in finisher pigs. *Acta Veterinaria Brno*. 2009b. 78. P. 579–587.
35. Ševčíková S., Skřivan M., Dlouhá G., Koucký M. The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech. J. Anim. Sci*. 2006. 51. P. 449–457.
36. Tietz N. W. Clinical Guide to Laboratory Tests 3rd ed AACCC. 1995.
37. Trávníček J., Racek J., Trefil L., Rodinová H., Kroupová V., Illek J., Doucha J., Písek L. Activity of glutathione peroxidase (GSH-Px) in the blood of ewes and their lambs receiving the selenium-enriched unicellular alga *Chlorella*. *Czech Journal of Animal Science*. 2008. 53. P. 292–298.
38. Upton R., Edens F. W., Ferket P. R. Selenium Yeast Effect on Broiler Performance. *Int. J. Poult. Sci*. 2008. 7. P. 798–805.
39. Upton J. R., Edens F. W., Ferket P. R. The effects of dietary oxidized fat and selenium source on performance, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activity in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2009. 18. P. 193–202.
40. Wang Y. B., Xu B. H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2008. 144. P. 306–314.
41. Yoon L., Werner T. M., Butler J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. *Poultry Science*. 2007. 86. P. 727–730.
42. Ziotecki A., Kwiatkowska E. Gas chromatography of C1 to C5 fatty acids in rumen fluid and fermentation media. *Journal of Chromatography*. 1973. 80. P. 250–254.

Received 10 October 2012

Accepted 9 January 2014

## **PADĖKA**

Dėkoju LSMU VA Paukščių lesalų ir paukštininkystės produktų laboratorijos kolektyvui: doc. dr. Astai Racevičiūtei-Stupelienei, jaunesniosioms mokslo darbuotojoms Vilijai Buckiūnienei ir Vilmai Šašytei, dr. Agilai Daukšienei, dr. Sauliui Bliznikui, doktorantei Vilmai Kliševičiūtei už sudarytas geras darbo sąlygas ir pagalbą ruošiant disertacinį darbą.

Dėkoju Kauno technologijos universiteto Maisto instituto Juslinės analizės laboratorijos vadovei dr. Aldonai Mieželienei, vyresniajai mokslo darbuotojai dr. Gitanai Alenčikienei, LSMU GI dr. Gintautui Juozui Švirnickui, AB Vilniaus paukštynas ir AB „Kauno grūdai“ kolektyvams už suteiktą metodinę pagalbą ir sudarytas sąlygas atlikti mokslinius tyrimus.

Labai esu dėkingas savo šeimai už pagalbą, supratimą, kantrybę ir visapusišką paramą. Nuoširdžiai dėkoju visiems, padėjusiems atlikti mokslinį darbą.

## SUMMARY

### 1. INTRODUCTION

In recent years the focus on the effect of consumed food on our health has been increasing.

Animal origin products, poultry meat in particular, comprise a great part of human nutrition. In Lithuania, the analysis of poultry meat consumption revealed the tendency of its increase. Since the year 1995, in Lithuania 32 000 tons of poultry were produced on average per year; its major part consists of broiler meat. Until the year 2015 the production of poultry meat is foreseen to be increased up to 115 000–120 000 tons of live weight. Currently, poultry meat highly competes in market with pork and beef. People appreciate not only a low price of poultry meat, but its nutritive properties as well. Great attention is paid to production of functional poultry meat, since applying feed additives, nutritive quality of poultry meat can be improved avoiding cardiovascular and other diseases related to oxygen free radicals. Selenium is one of the main trace elements conditioning health of people. So far, selenium of inorganic origin has been used in poultry nutrition. The investigation of synergetic processes in feed additives such as organic and inorganic selenium and vitamin E is relevant for nutritive value of poultry meat and human health

The effect of selenium on human health and prevention of diseases related to free radicals has been investigated by a number of researchers [106]. Deficiency of the element has been recognized as a worldwide problem. It can be solved using food supplements, however, functional food products can also be created. Eggs, poultry meat, pork and beef can be produced and used for improvement of human wholesome consumption.

Natural antioxidants, such as selenium, vitamin E positively affect poultry health, productivity, and reproductive traits [52]. Feed supplemented with selenium can favorably influence meat quality and expiration duration of poultry meat [54]. The selenium concentration in feed is claimed to be from 0.1mg/kg to 0.15mg/kg of body weight [130]. However, as it is stated in EU directive 1831/2003 [38], selenium concentration cannot exceed 0.5 mg/kg feeds, including native selenium. It has been determined by research [110].

Vitamins are organic compounds of a small mass. They are supplemented in animal feeds by limited amounts, nevertheless, they ensure productivity,

normal physiological condition, and reproductive functions of the animals [60]. Vitamins are constituents of all compound feeds [55, 118].

Activity of vitamin E and selenium is characterized by a tough synergetic effect. Vitamin E and selenium are important components in antioxidant system, impeding oxidation processes of polyunsaturated fatty acids in cell membranes [119,156].

Selenium and vitamin E perform a relevant role in oxidation-reduction reactions. Selenium positively preconditions activities of immune, reproductive and nervous systems. It also participates in the activity of thyroid gland and prostaglandins and is an antagonist of heavy metals [24].

Therefore, summing up the application of selenium and vitamin E for poultry nutrition, it's possible to state its dependency on many factors, such as feed quality, concentration of synthetic oxidants, poultry age and their physiological condition, sources of selenium, vitamin E and its isomers concentrations in feeds. Concentrations of various heavy metals, e.g. mercury, lead, cadmium in feeds can deteriorate selenium conversion. Transference of selenium and vitamin E from feeds to the organism of a bird depends on many factors as well. Enrichment of products with selenium and vitamin E is one of the means creating functional food products, characterized by antioxidant effect. The issue concerning organic, inorganic selenium, vitamin E amounts in feeds of broiler chickens, their influence on broilers' metabolic processes and physiologic conditions are insufficiently investigated.

## **2. AIM AND OBJECTIVES**

### **2.1. The aim of the study**

The aim of the study was to investigate the effect of selenium in various amounts and forms and vitamin E on livability, productivity, meat quality, digestive processes and physiologic condition of broiler chickens.

### **2.2. Objectives of the study**

1. To investigate the effect of organic and inorganic selenium mixtures and vitamin E of various amounts and forms on productivity, digestive processes, physiologic condition and meat quality of broiler chickens.

2. To investigate the effect of mixtures of organic and inorganic selenium and vitamin E on productivity, digestive processes, physiologic condition and meat quality of broiler chickens fed on selenium additives in various periods of rearing.
3. To investigate the effect of organic, inorganic selenium and a variety of vitamin E amounts (used as the only feed additives) on productivity, digestive processes, physiologic condition and meat quality of broiler chickens.

### **2.3. Scientific novelty**

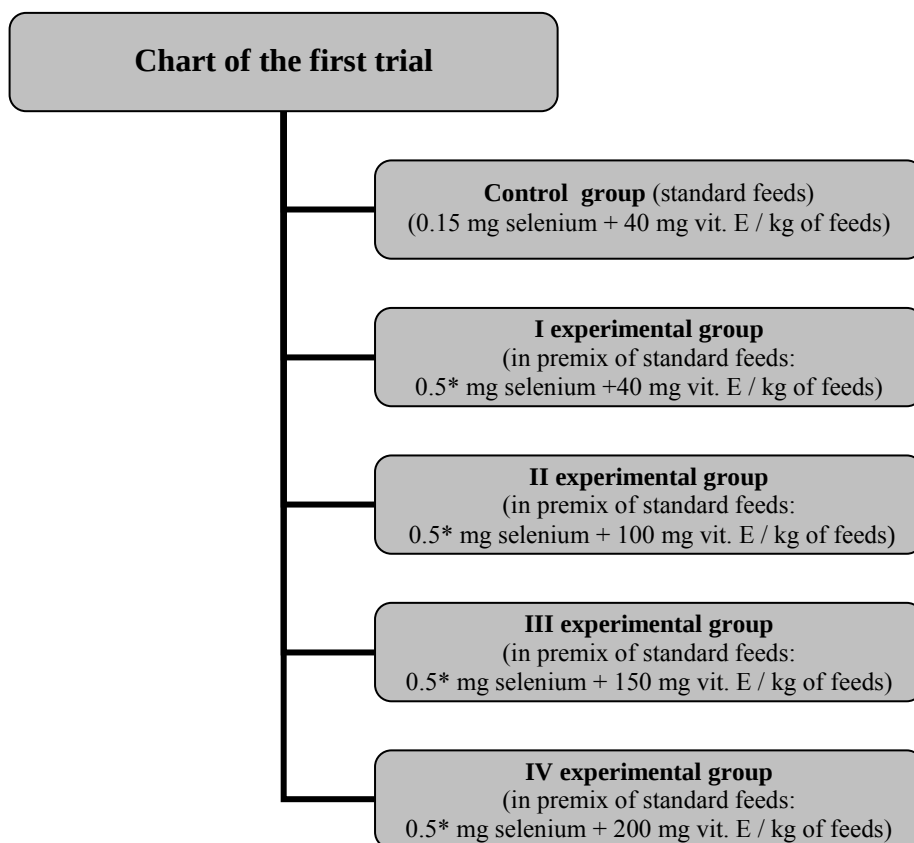
The effect of selenium in various forms and amounts, as well as the effect of various vitamin E concentrations in broiler chickens' feeds on glutathion peroxidase, thyroid hormone triiodothyronine and thyroxine, on amounts of albumins, globulins in blood, on the bacterial enzymatic activities, on the amount of short chain fatty acids in caecum chymus, on the carcass morphological structure, on the selenium concentration,  $\alpha$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol, malondialdehydes, fatty acids concentration in the breast and thigh muscles of broilers, on sensory and textural traits was examined.

## **3. MATERIALS AND METHODS**

### **3.1. Investigation venue**

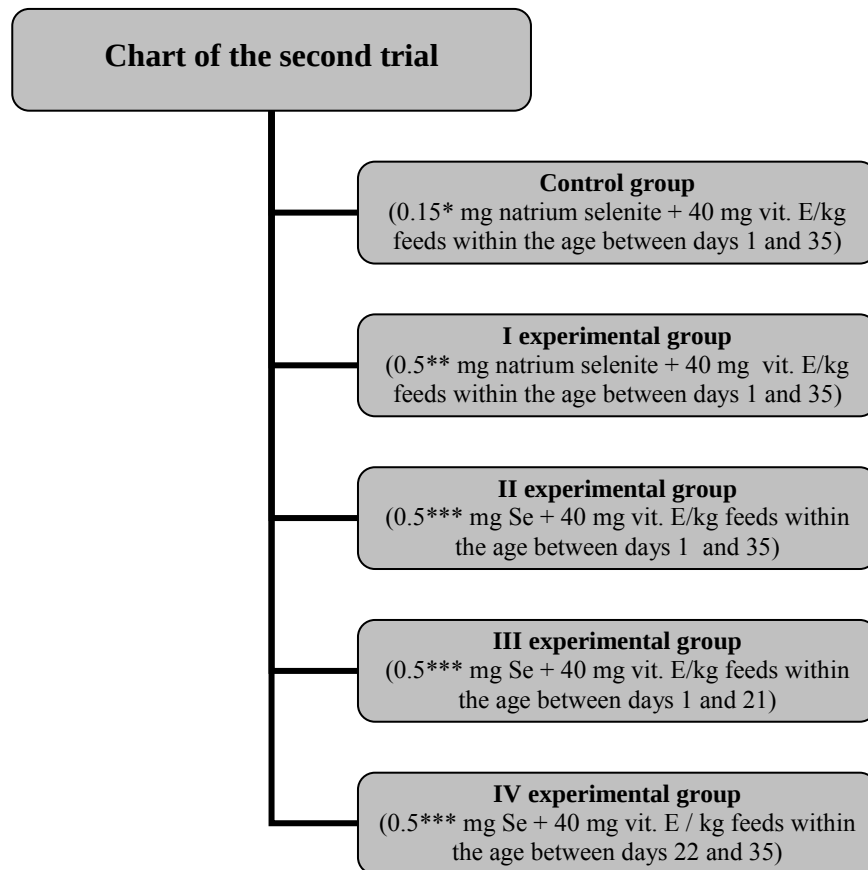
The experiments were conducted between 2009 and 2014 at the LUHS VA Laboratory of Poultry Nutrition and Products and SC "Vilniaus Paukštynas".

### 3.2 . Charts of trials

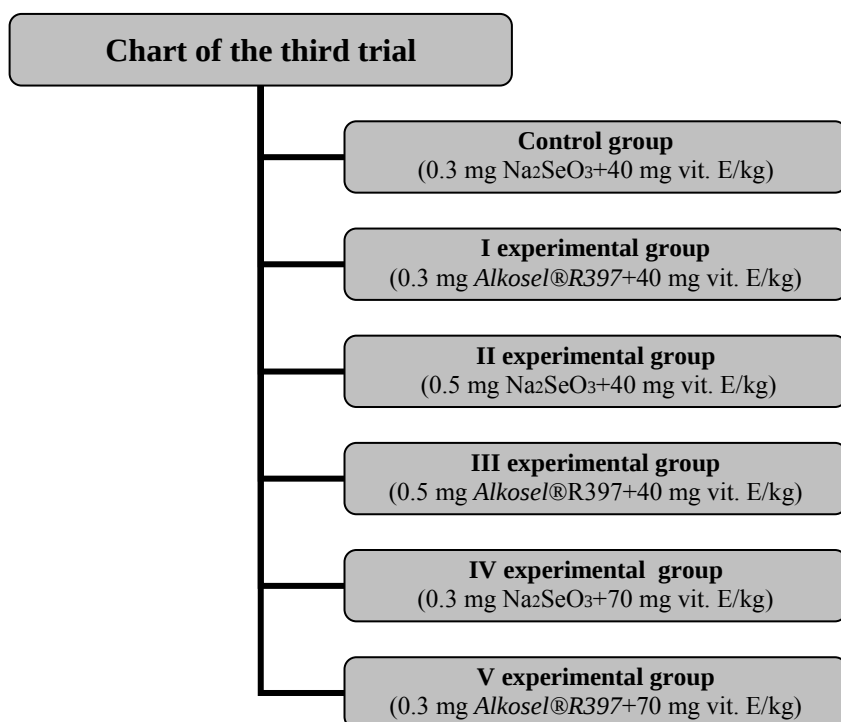


During the first and second trials, broilers were assigned to 5 groups; each group contained 200 broiler chickens; each group was divided into 4 subgroups – 50 (chickens per a subgroup).

The aim of the trial was to investigate the effect on broilers' productivity made by vitamin E and selenium in various forms and amounts.



In this group 900 broiler chickens were investigated; each group contained 150 chickens; each group was divided into 3 subgroups (50 chickens in each subgroup).



### **Zootechnical methods of the research**

During feeding the following issues were being determined:

1. Using scales CAS SW-1 S PLUS individual weight of a chicken body mass on age day 1, 8, 21, 35.
  2. Feeding input for 1kg weight gain in each subgroup at the age of 1–8, 9–21, 22–35 days.
1. Birds' mortality during the whole period of the trial. Necropsy of all dead broiler chickens was performed and causes of their death were being determined.

### **Physiological methods of the investigation**

At the end of the trials (on the age d 35), 5 broiler chickens were selected from each group. The chickens were slaughtered in compliance with recommendations for euthanasia of experimental animals [25].

The research was performed using the methods:

- Amount of total protein – refractometer [132];
- Protein fractions – electrophoresis;
- Glutathione peroxidase (the research was carried out in the Laboratory for Environmental and Health Examination of the Biomedical Research Institute under Kaunas Medical University. The samples were compared with the standard (G6137) of glutathione peroxidase. Standard is 25.40 U/ml;
- The concentration of thyroid hormone triiodothyronine (T3) and thyroxine(T4) in blood [132];
- The findings recorded in blood serum: total protein, albumin, concentration of globulin  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  according to the methodology [132].
- The content pH in the duodenum, small intestines (*intestinum tenue*), *caecum* and large intestine (*intestinum crassum*) was determined using device „Inolab 730”.
- The amount of dry matter in the content of duodenum, small intestines (*intestinum tenue*), *caecum* and large intestine (*intestinum crassum*) was determined on the basis of the difference in weight between a wet sample and the sample which was dried for 3 hours at 105°C [88].
- The concentration of short chain fatty acids was determined using gas chromatograph (Shimadzu GC-2010 with a glass tube of 2.5 mm  $\times$  2.6 mm, filled 10 percent SP-1200/ 1% HPO on 80/100 Chromosorb W AW; tube temperature – 110°C, temperature of the detector FID – 108°C, temperature of the injector – 195°C). The size of caecal fatty acids pool was estimated as a concentration of short chain fatty acids in digesta [159].

#### **Methods for examination of broiler chickens' meat quality**

- Examination of carcass morphological composition was performed using [162] methodology.
- At 0, 24, 48, and 72 hours after slaughtering, muscles pH of broilers' breasts and calves was determined using “Inolab 730” device.
- Chemical composition of breast meat was being determined by standard methods [5].
- The spectrometer of atomic absorption (ICE 3000 series, Thermo scientific) was used to determine Se accumulation in breast muscles of broiler chickens, whereas AOAC Official Method 975.43 (Varian system) – to determine vitamin E accumulation.

- Degree of lipids oxidation (TBARS amount) of breast and thigh muscles was measured 24h, 3 mo, and 6 mo after slaughter at the temperature of 20°C following the methods [35], using HPLC (Varian system).
- To determine the composition of fatty acids samples were prepared following [43] methods. The percentile concentration of fatty acids from the total fatty acids concentration in the meat of broiler chickens was determined using gas chromatograph “Shimadzu GC – 2010”.

### **Instrumental evaluation of sample texture**

Samples of cooked meat were examined. Universal texture analyzer “Universal Testing Machine Instron 3343” (Instron Engineering Group, High Wycombe, UK) was used to evaluate texture properties of the samples. The samples for texture profile analysis (TPA) were prepared so that their average dimensions were 2.0×2.0×2.0 cm. The pressure force was perpendicular to the muscle fiber. The samples were under pressure up to 50% (Zheng and Sun, <http://www.ucd.ie>); pressure speed was 1mm/s; work body – 1kN. An average mean was defined for every texture parameter of the sample (an average mean from 3–4 dimensions). Performing analysis of the texture profile, the following properties were evaluated:

- *hardness* – mechanical texture trait, defined as force required to achieve necessary deformation of the product (50%) N. The device records the force peak during the cycle of the first pressure;
- *cohesiveness* – mechanical texture trait, expressed by a degree up to which meat can be deformed before it disintegrates;
- *springiness* – mechanical texture property related to the speed of regeneration after the impact of deforming force and by the regeneration degree of the deformed material after the impact of deforming material had ceased.
- *adhesiveness* – mechanical texture property defined as the force required to remove the material adherent to the base;
- *viscosity* – mechanical texture property related to cohesiveness of a soft material;
- *resilience* – mechanical texture property expressed by cohesiveness and period of time required “to chew” the product to fit to be swallowed.

## Examinations of broilers' meat sensory properties

Meat sensory properties of broiler chickens were studied at the Laboratory for Sensory Analysis of Food Institute under Kaunas University of Technology.

To evaluate sensory properties test for sensory traits profile was applied. Its essence is: a trained panel of evaluators analyze the preselected products (samples) and define notions (comprise a glossary) to define their sensory properties. Then, the scales for evaluations of the intensiveness of the properties are defined and discussed. The intensiveness of every property of all products is recorded on a separate scale. On the basis of the data, applying methods of mathematical statistics, a sensory profile is structured for every product revealing the intensiveness of every parameter. On the basis of that, products can be compared for separate traits and their intensiveness; the correlation between the products' sensory qualities and their other parameters can also be determined.

**Table1.** *Sample examinations for sensorial traits*

| <b>Parameter</b>                        | <b>Description</b>                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| General intensiveness of odour          | Of general odour intensiveness                                                                                                                                                                                     |
| Odour intensiveness of a cooked chicken | Odour intensiveness typical for a cooked spiceless chicken                                                                                                                                                         |
| Intensiveness of another odour          | Intensiveness of atypical, extraneous, etc. odour                                                                                                                                                                  |
| Colour intensiveness                    | Colour intensiveness is evaluated: 1 – pale, 7 – bright                                                                                                                                                            |
| Hardness                                | The property characterizing the force required to bite a bite of a product and felt compressing the product between molars; in the mouth felt compressing the product between teeth, or between tongue and palate. |
| Chewiness                               | The number of bites and/or duration required to chew a bite suitable to be swollen                                                                                                                                 |
| Juiciness (moisture)                    | The products ability to release juice during mastication is evaluated                                                                                                                                              |
| Fibrousness                             | The fiber amount perceived chewing the sample is evaluated                                                                                                                                                         |
| Sense in the mouth                      | General sense of mouth inside, including tongue, gums, and teeth is evaluated                                                                                                                                      |
| Taste of a cooked chicken               | Intensiveness of a typical taste for a cooked spiceless chicken                                                                                                                                                    |
| Intensiveness of another taste          | Intensiveness of atypical, extraneous etc. taste                                                                                                                                                                   |
| Intensiveness of residual taste         | Intensiveness of the taste resembling the one felt when the product was in the mouth and which remains for a certain period of time (5 sec)                                                                        |

A panel of evaluators trained to work in compliance with the LST ISO 8586-1 participated in the test. The evaluation was carried out under strict confidentiality, in the cubicles of Sensory Analysis Laboratories (at Food Institute), set following the LST ISO 8589 requirements.

The intensiveness of the parameter for every product under investigation was evaluated on the numerical seven steps scale: 1 – the trait not perceived; 2 – very weakly perceived; 3 – a little perceived; 4 – moderately felt; 5 – sufficiently perceived; 6 – strongly expressed; 7 – very strongly expressed.

### **Instrumental evaluation of the samples' colouration**

The colour intensiveness was determined in the space of equal contrast, having colour parameters measured with spectrophotometer "GBC Cintra 202". By means of light reflection parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (axes of lightness, redness and yellowness according to *CIELAB* scale, respectively) were measured. A standard light source C (the reflection is near the average day light) was used for measuring. Colour characteristics of cooked and frozen meat, and afterwards defrosted samples were studied.

After evaluating the loss caused by cooking and defrosting [68], the samples' ability to hold water bond was examined. Losses due to cooking were evaluated like changes of the sample mass before and after cooking. To evaluate losses because of defrosting, the samples were frozen in plastic bags at the temperature of minus 18°C and stored for 48 hours under that temperature, afterwards – defrosted in refrigerator under the 6°C.

### **Statistical data analysis**

The data of the treatment were evaluated statistically using software package STATISTICS, version 6.0. To determine the impact of feed additives on the indices under examination, monofactorial disperse analysis of variance (ANOVA) was used. Duncan test was used to determine the difference. The differences are considered to be statistically significant when  $P < 0.05$ .

Evaluating the results of sensory and textual parameters in broilers' meat, disperse analysis was performed. In case the average differences were statistically significant, Duncan criteria for multiple comparison were applied. It permitted to determine concrete products with statistically significant differences in intensiveness' average of a certain parameter,  $P < 0.05$ .

The data analysis was carried out using statistical package "SPSS for Windows", version 15.0 (SPSS Inc., IL, USA, 2006).

## 4. RESULTS

1. The influence analysis of organic and inorganic selenium and various amounts of vitamin E on broiler chickens revealed:

1.1. In case the feeds of broiler chickens contained 0.5 mg/kg of feeds, the increase of vitamin E from 40 to 200 mg/kg of feeds didn't have considerable influence on growth intensiveness, feed conversion, and mortality of broilers.

1.2. Different amounts of Se and vitamin E did not have considerable effect on broilers' pH, DM amount in various parts of broilers' digestive tract.

1.3. Increasing the concentration of vitamin E (from 40 mg/kg to 200 mg/kg of feeds), the amount of enzymatic protein of broiler chickens tended to increase from 0.08 mg/to 0.24 mg/g.

1.4. Blood parameters both in the control and in experimental broiler chickens' groups were within the physiological norms, excluding glutathione peroxidase concentration in the blood plasma of the broilers. Increasing the concentration of vitamin E from 40 to 200 mg/kg of feeds, the index increased from 1.09-5.95 % ( $P<0.05$ ).

1.5. The Selenium concentration in the breast muscles of broilers in all experimental groups was by 0.03 mg/kg higher comparing with that of the control group samples ( $P<0.05$ ). Increasing the concentration of vitamin E in the feeds of broiler chickens, the additive's concentration in the breast muscles increased from 0.52 mg/kg to 11.85 mg/kg ( $P<0.05$ ).

1.6. The concentration of Se and vitamin E in different amounts did not have significant influence on the process of meat maturing and fatty acids composition in the breast muscles of broiler chickens.

1.7. The considerable influence of inorganic selenium and a variety of vitamin E concentrations in feeds on other sensory and textural parameters (including losses caused by cooking) were not determined, nevertheless a faint atypical odour of low intensiveness was perceived in the samples of broilers' leg muscles after the feeds had been supplemented with 200 mg of vitamin E.

2. Analyzing the influence of inorganic selenium and vitamin E concentrations on broiler chickens, feeding them on the above mentioned additives during different periods of growth, the following issues were determined:

2.1. Organic and inorganic Se additives and vitamin E in the broilers' compound feeds did not have considerable effect on chickens productivity, feed conversion, and livability. However, the broilers of experimental

groups weighed less (by 3%), compared with the ones in the control group ( $P < 0.05$ ).

2.2. Analyzing the impact of inorganic selenium and vitamin E concentrations on pH dynamics of certain segments of the alimentary tract, concentration of dry matter and short chain fatty acids – considerable effect was not detected. However, in the content of certain segments of the alimentary tract (caecum) the concentration of dry matter increased (in experimental groups I, III, IV from 2.38% to 6.79%;  $P < 0.05$ ), whereas in experimental group II the index decreased by 5.38% ( $P < 0.05$ ).

2.3. Analyzing the composition of blood plasma proteins in broiler chickens, concentrations of total protein and  $\gamma$ -globulin were detected to be increased by additives of Se and vitamin E. Considerable effect on other blood plasma indices was not detected ( $P > 0.05$ ).

2.4. Analyzing lipids concentration in broilers' blood, additives of Se and vitamin E were found to decrease DTL-cholesterol concentration 0.1–0.35 mmol/l ( $P > 0.05$ ), excluding experimental group III, in which the mentioned index increased 0.10 mmol/l ( $P > 0.05$ ). Other parameters were within physiological norms, and considerable changes were not detected.

2.5. Using only inorganic selenium and using additives of organic and inorganic selenium, and vitamin E during the whole period of broilers' rearing, – in blood the increase was detected only in glutathione peroxidase activity (6.86 U/ml;  $P < 0.005$ – $P < 0.001$ ). The organic and inorganic selenium were added through the whole period of broiler chickens' rearing. Moreover, during the last days of rearing (22–35 d) besides Se, vitamin E 40 mg/kg was added and the concentrations of free thyroxine were detected to have increased 15.65 pmol/l and 16 pmol/l respectively, comparing with the control group. Analogous research results were obtained analyzing concentrations of free triiodothyronine in the blood of broiler chickens ( $P > 0.05$ ).

2.6. The highest Se accumulation (1.51 mg/kg) in the breast muscles of broilers was determined adding 0.15 mg/kg inorganic Se and organic Se – 0.35 mg/kg, and vitamin E – 40 mg/kg throughout the whole period of their rearing; the lowest Se accumulation (0.87 mg/kg) was using the above mentioned additives within the period of 22–35 days ( $P < 0.05$ ). The highest vitamin E concentration in the breast muscles of broiler chickens (0.06 mg/kg;  $P > 0.05$ ) was determined using organic and inorganic selenium, and vitamin E 40 mg/kg of feeds within the period of days 1 and 21.

2.7. During different periods of broilers' rearing, statistically significant influence of Se and vitamin E additives' on MDA concentration in the fresh breast muscles was not detected. Keeping breast muscles under storage for 3 mo, decrease in MDA concentration was determined in all experimental

groups. The lowest MDA concentration in broilers' breast muscles (0.56  $\mu\text{mol/kg}$ ) was detected using organic and inorganic Se additives and vitamin E 40mg/kg of feeds within the rearing period of days 22 and 35 ( $P>0.05$ ). After 6 mo storage of broiler breast muscles, additives of selenium and vitamin E did not have a statistically significant impact on MDA concentration.

2.8. Total amount of n-3 fatty acids in fresh breast muscles of broilers in experimental groups increased 0.32–0.85% comparing with the control group ( $P<0.05$ ). Analyzing data concerning amount of n-6 fatty acids, the increase from 1.32% ( $P>0.05$ ) to 3.14% ( $P<0.05$ ) was determined. The optimal ratio (7.68) between fatty acids omega 6 and omega 3 was obtained using 0.5 mg inorganic Se and vitamin E 40mg/kg of feeds throughout the entire period of broilers' rearing ( $P>0.05$ ).

2.9. Additives of organic and inorganic Se and vitamin E, irrespective of their usage period, did not impact the ratio of fatty acids omega 6 and omega 3 storing breast muscles for 3 months.

2.10. Additives of organic and inorganic Se and vitamin E, irrespective of their usage period, did not have effect on sensory and textural profiles of broilers' samples (muscles of breasts and legs), colour characteristics, defrosting, or losses due to cooking. Detected differences between individual sensory parameters should be assigned to the storage duration of frozen samples, but not to the effect of additives. However, additives of Se and vitamin E, depending on the period of their use for broilers' feeding, influenced the colouration of fresh meat. The samples of experimental groups were darker and higher coloured both of fresh meat and of that stored for 3 months. The difference disappeared after cooking.

3. Supplying the broiler chickens feed only with organic and inorganic Se and a variety of vitamin E concentrations, the following parameters were detected:

3.1. During the whole period of the trial (35 d. of age), the increase of broilers body mass (8%) accounted for the impact of organic Se (0.5 mg/kg), vitamin E (40 mg/kg), as well as inorganic Se (0.3mg/kg) and vitamin E (70 mg/kg), whereas the increase of 4% was due to Se (0.3 mg/kg) and vitamin E (40 mg/kg) comparing to the control group ( $P<0.05$ ). Using inorganic Se (0.5 mg/kg), vitamin E (40 mg/kg), as well as inorganic Se (0.3 mg/kg) and vitamin E (70 mg/kg), the least feed conversion ratio for 1 kg weight gain was obtained, comparing with the control group ( $P>0.05$ ).

3.2. Using maximal amounts of sodium selenite (0.5 mg/kg of feeds) and vitamin E (40 mg/kg), and organic selenium (0.5 mg/kg of feeds), and vitamin E (40 mg/kg of feeds), in the experimental groups the concentration

of total protein increased by 8.89 g/l and 4.40 g/l, respectively, comparing with the control group ( $P>0.05$ ). Analyzing concentrations of total cholesterol and DTL-cholesterol, it was determined that using additives of selenium and vitamin E the above mentioned indices tended to decrease from 0.06 to 0.68 mmol/l ( $P>0.05$ - $P<0.05$ ) and from 0.02 to 0.56 mmol/l respectively, comparing with the control group ( $P>0.05$ - $P<0.05$ ). Using additives of selenium and vitamin E, the amount of aspartataminotransferase (GOT) in the blood of experimental broilers increased from 24.12 to 153.62 U/l comparing with the control group ( $P>0.05$ - $P<0.05$ ).

3.3. Supplementation of Se and vitamin E increased the output of completely dissected carcass by 1.72–4.12%, ( $P<0.05$ ), whereas that of abdominal fat – decreased by 0.84–1.27%, ( $P>0.05$ ) comparing with the control group.

3.4. Additives of selenium and vitamin E increased the hydrogen ion concentration of broiler chicken breast and leg muscles ( $P<0.05$ - $P<0.05$ ). The data of breast and thigh muscles pH suggest that meat after 24 h was completely matured.

3.5. Malondialdehyde concentration in fresh breast and legs muscles and in the muscles of the ones stored for 3 months was variable and direct impact of used Se and vitamin additives concentration was not detected comparing with the control group ( $P>0.05$ - $P<0.05$ ).

3.6. The greatest increase of  $\alpha$ -tocopherol amount in the thigh and breast muscles of broiler chickens was determined using selenium methionine 0.3 mg/kg and vitamin E 70 mg/kg ( $P<0.05$ ).

3.7. Lower cooking losses of fresh samples were detected using organic selenium instead of inorganic under analogous Se and vitamin E concentrations. After keeping samples in a freezer, the tendency was not considerably significant in the breast samples.

3.8. Sensory parameters of fresh samples did not depend on Se type and amount. Although after 3 mo storage, some sensory parameters were dependent on Se and vitamin E amounts in feeds, it did not make negative influence on samples acceptance.

## 5. DISCUSSION

Additives of Se and vitamin E are used in various forms for poultry and animals, i.e. as yeast, algae *Chlorella*, plant sprouts and cabbage, but compounds of inorganic and organic selenium are the most frequently added [114, 137, 144, 22, 81, 128, 140]. Selenium is biologically active only in case it is a component of protein structure [108]. Selenium as a constituent

of glutathione peroxidase in animal organism is able to protect cells and their membranes from harm caused by oxidation. The importance of selenium and methionine for poultry nutrition is considerably significant. The effect of selenium on poultry organism is foremost enhanced by methionine and selenium. Methionine directly influences protein metabolism [8].

Natural antioxidants, such as selenium and vitamin E have direct influence on health, productivity, and reproductive traits of poultry [52]. Selenium addition to feeds can positively affect poultry quality and duration of expiration [54].

The concentrations of selenium and different amounts of vitamin E did not manifest essential impact on broilers' growth performance and mortality rate. In experimental groups the feed conversion was 1–3% lower than that in the control group ( $P>0.05$ ). The results of a performed examination corresponded to [24] the results of trials showing no effect of added selenium on the ultimate weights of broiler chickens. The results of the carried out trial demonstrated a positive effect of selenium on the ultimate weights of broilers. However, the positive influence was not determined adding inorganic selenium into feeds [130, 33]. The examinations determined that the addition of higher amounts of vitamin E increased poultry productivity [64].

Broilers' blood parameters of both control and experimental groups were within physiological norms. Similar tendencies were also indicated by other authors [67, 138, 20]. Broiler chickens, as well as other animals have defense systems to protect them from invaders such as microorganisms, parasites, fungi, viruses and foreign molecules. The defense systems are based on effective activity of immune system. Researchers relying on the findings of in vitro examinations indicate selenium and vitamin E to be factors stimulating immune [123].

The increased selenium concentration (up to 0.5 mg) in feeds had statistically significant effect on the accumulation of the element in breast muscles of broiler chickens. Selenium concentration increased in the breast muscles of all experimental broilers from 0.03 mg/kg to 11.85 mg/kg ( $P<0.05$ ).

It is not complicated to enrich poultry meat with  $\alpha$ -tocopherol and selenium, however, the process is hampered by a higher amount of polyunsaturated fatty acids in the feeds, because of which its deposition begins to decline [48]. It proves the vitamin E to be able to protect meat from oxidation [26, 76]. In contrast to vitamin E, selenium is able to deposit in meat in sufficiently high concentrations [154]. In tissues the amount can be increased 3 or 4 fold. Breast and legs muscles, enriched with selenium, can

satisfy up to 60% of recommended Se daily dose for a human being. No unacceptable effect on quality of meat, enriched with selenium, was observed.

Scientists determined  $\alpha$ -tocopherol accumulation in the breast and leg muscles of broilers to depend not only on its concentration, but on the time of supplementation as well: during trial weeks 1, 2, 3, 4, 5,  $\alpha$ -tocopherol acetate was added (200mg /kg of feeds for experimental groups, whereas for control group – 30 mg/kg of feeds. The post slaughter examination revealed that  $\alpha$ -tocopherol in the breast and legs muscles of broilers accumulated throughout the whole trial, i.e. was increasing from trial week 1 to 5 [15].

Selenium (inorganic Se in particular) is able to improve quality and storage duration of poultry meat, decreasing moisture loss [37]. Increasing selenium addition to the broilers feeds, the muscle condition improves [23]. Maximal weight gain and the best feed conversion were obtained when the supplement consisted of 0.50 mg Se/kg and vitamin E 3000 IU/kg of feeds [129]. The data concerning Se effect on the processes of lipid oxidation in broilers organisms are not sufficient [110]. Vitamin E addition to feeds is considerably more effective than tocopherols injected directly to the meat of slaughtered broilers [82]. Examinations revealed that the process of free radicals formation is controlled by antioxidant system, consisting of vitamins A, C, E,  $\beta$  – carotene, selenium, zinc, lycopene, and glutathione [125].

During all periods of broilers maturity, Se and vitamin E did not have considerable effect on breast and legs muscles of broiler chickens. Other researchers have claimed breast muscles' pH value to vary between 5.81 and 5.86 units after meat maturity for 24h [133].

Different Se concentration in feeds did not influence significantly intensiveness of majority sensory and textural parameters of breast muscles, and the results correspond to the results obtained by other authors [52] having determined feed additives of selenium and omega 3 fatty acids not to change intensiveness of samples' sensory parameters. The authors consider a weak side taste, atypical to the muscles of cooked chicken, to appear due to blood residues in the carcass or due to other specifics of carcass preparation. The colouration and textural parameters of these samples were not examined instrumentally, because statistically significant results examining colour properties of legs muscles are not obtained [46], and preparation of sufficiently large samples for textural examination is impossible due to the heterogeneous structure of the muscles.

Addition of organic and inorganic selenium and vitamin E to broilers' compound feeds during various periods of their growth did not affect considerably productivity, feed conversion, and livability of broiler chickens. However, on the 35<sup>th</sup> d of growth, the broilers of experimental groups

weighed less (3%), compared to the weight of broilers in the control group ( $P < 0.05$ ). The results of our studies correspond to the results of [98] and [139]. The latter detected that broilers' body weight increased using organic and inorganic Se sources of 2 types, comparing with that of the control group. A number of studies proved that broilers' body weight increased supplementing the ration with organic selenium. The trial determined that broilers weight increased if their parents were fed a higher concentration of selenium [113]. The gain of body mass was lower for offspring of birds whose parents' flocks received less selenium in feeds [50].

Researchers have publicized that different Se (sodium selenite, selenomethionine) concentrations (0–0.5 ppm) did not influence broilers' productivity. It was also stated that positive effect on broilers' productivity indices was not detected adding Se 0.1 ppm to the feeds [23]. However, other researchers publicized that 0.2 ppm sodium selenite and Se yeast did not influence weight or feed conversion of broiler chickens [37].

The highest cumulation of Se (1.506 mg/kg) in broilers' breast muscles was detected supplying inorganic Se (0.15 mg/kg), organic Se (0.35 mg/kg), and vitamin E (40 mg/kg) throughout the whole rearing period; the lowest Se cumulation (0.866 mg/kg) was using the above mentioned additives in the period of 22–35 days ( $P < 0.05$ ). The highest cumulation of vitamin E (0.063 mg/kg) in broilers' breast muscles was detected adding organic and inorganic selenium and vitamin E 40 mg/kg of feeds during the period of 1–21 days ( $P > 0.05$ ). High vitamin E concentration in meat is beneficial (e.g., it can prolong meat expiration time, because spoilage of meat and fat is delayed due to tocopherol concentration) [109]. Comparing with the previous research [120], Se addition to feeds is proved to increase  $\alpha$ -tocopherol amounts in broiler chickens meat.

The supplement of selenium and vitamin E during various periods of broilers rearing did not make statistically significant effect on MDA concentration in fresh breast muscles of broiler chickens. Storing broilers breast muscles for 3 months, a decrease in MDA concentration was detected in all experimental groups. After meat storage for 6 mo, selenium and vitamin E additives did not have statistically significant effect on MDA concentration. Malondialdehydes are undesirable products of lipids oxidation, the amount of which is one of essential methods to evaluate meat quality after slaughter [105].

A number of studies have been performed to determine how TBARS (degree of lipids oxidation) affect the meat quality of broiler chickens [36, 21, 95]. The amount of fat and lipids, depending on keeping conditions, can undergo changes due to oxidation processes. The rate of fat oxidation depends on fat, amount of fatty acids and special keeping conditions [158].

Malondialdehydes, as a product of lipids spoilage, were detected in meat. Under the process of oxidation thiobarbituric acid reacts with malondialdehydes [66].

The addition of organic and inorganic selenium and vitamin E, irrespective of its usage period, did not affect sensory and textural profiles, colouration characteristics, defrosting, or cooking losses of broilers' samples (breast and legs muscles). The indicated differences between certain sensory parameters should be related to the keeping duration of frozen samples, but not to the effect of feed additives. However, additives of selenium and vitamin E, depending on the duration of their usage in feeds, affected colouration of fresh meat. Poultry meat samples (both fresh and stored for 3 mo) were darker and rosier in experimental groups. The difference disappeared after the samples had been cooked. Similar findings were obtained examining chicken meat of birds fed diets with Se additives [147]; with selenium increase up to 0.6 mg/kg, bloom colouration value  $a^*$  increases considerably comparing with the samples of the ones of 0.3 mg Se/kg of feeds.

Different additives of organic, inorganic selenium and vitamin E increased weights of all broiler chickens under examination by 4–8%, whereas decreased the feed conversion by 2–5% for 1kg of weight gain, comparing with the control group. The mentioned feed additives didn't influence significantly mortality of broilers.

Using different concentrations of organic or inorganic selenium and vitamin E, broilers' blood parameters in both control and experimental groups were within the physiological norms.

Using concentrations of organic selenium and vitamin E (different amounts), yield of completely dissected carcass increased from 1.72 to 4.12% ( $P < 0.05$ ), whereas that of abdominal fat – decreased between 0.84 and 1.27% ( $P > 0.05$ ) comparing with the control group.

Different concentrations of organic selenium and vitamin E enhanced hydrogen ion concentration in the breast and legs muscles of broilers ( $P > 0.05$ – $P < 0.05$ ). The pH data of the experiment suggest the meat of breast and thighs to be completely mature after 24 hours.

Concentration of malondialdehydes in the breast and thighs muscles (fresh and stored for 3 mo) varied, and direct impact of used selenium and vitamin E additives was not detected, comparing with the control group ( $P > 0.05$ – $P < 0.05$ ).

The greatest increase of  $\alpha$ -tocopherol concentration in the breast and legs muscles of broiler chickens was determined supplementing their feeds with selenium methionine 0.3 mg/kg and 70 mg/kg of vitamin E ( $P < 0.05$ ).

It has been determined that cooking losses of fresh samples are lower in case the analogous concentration of selenium and vitamin E is present, and instead of inorganic, organic selenium is used. Storing the samples in a freezer the tendency was not clearly expressed in the breast samples. Analogous data were obtained in other studies: drip loss were found to considerably decrease when broilers' feeds contain approximately 0.3 ppm of organic origin Se [99]. Experiments show that using feed additives of organic condition (proteinates form) instead of inorganic condition Cu, Zn, Fe, Mn, and Se, the additives' concentration can be decreased by one third and the decrease did not have considerable influence on productivity of broiler chickens (weight gain, feed conversion) [100].

It has been found that estimated meat hardness by WB value is higher if the bird is larger, or after slaughter the meat was stored to mature for a longer period of time. A similar tendency was detected in the studies of other researchers; they claim that meat textural parameters were affected not only by the bird's line and sex, but by its weight as well [16]. For our previous studies, the samples were prepared from a larger breasts, which could have influenced changes in numerical values of hardness [80].

Sensory parameters of fresh meat did not depend on selenium type and concentration. Although after 3 mo storage, some sensory properties of meat samples were affected by selenium and vitamin E concentrations in feeds, it did not impact the acceptance of samples.

Summing up the results of the experiments, we found that concentrations of organic and inorganic selenium and vitamin E in various amounts, as well as supplementation of organic and inorganic selenium and vitamin E to the feeds during different periods of broilers' rearing, did not influence productivity; whereas, only selenium (organic and inorganic) and different concentrations of vitamin E increased broilers' body mass by up to 8 percent. Notwithstanding, the first performed trials revealed that additives of organic and inorganic selenium and vitamin E are able to minimally affect productivity of broiler chickens. It is related to their physiological condition, immunity characteristics, health level in parental flocks, and partially, to keeping conditions of birds.

Hence, summing up the usage of selenium and vitamin E for poultry nutrition, we may conclude that it depends on a number of factors: feed quality, concentration of additionally used synthetic oxidants, birds' age, their physiological condition, Se sources, concentrations of vitamin E and its isomers in the feeds. Selenium conversion can be decreased by various concentrations of hard metals (mercury, lead, cadmium ) in feeds. Selenium and vitamin E transference from feeds to the bird's organism is conditioned by various factors. The enrichment of poultry products with antioxidants

(selenium and vitamin E) is one of the means to create functional foods with antioxidant activity.

## CONCLUSIONS

1. To increase deposition of selenium and vitamin E in the broilers' breast muscles, it is reasonable to use 0.15 mg of sodium selenite (inorganic selenium), and 0.35 mg of selenium methionine (organic selenium) (*Alkosell® R397*) and different concentrations (40 mg, 100 mg, 150 mg and 200 mg) of vitamin E. As the result, selenium concentration in broilers' breast muscles increases from 0.03 mg/kg to 0.037 mg/kg. While vitamin E concentration increases (from 40 to 200 mg/kg of feeds), its concentration in broilers' breast muscles increases from 0.52 mg/kg to 11.85 mg/kg of feeds. Due to selenium and vitamin E impact, growth intensiveness of broiler chickens increases during the first 3 weeks.

2. Using sodium selenite and selenium methionine during different periods of birds rearing, their impact on broilers' productivity was not found to be of considerable importance. The highest selenium concentration (1.51 mg/kg) in broilers breast muscles was detected adding to feeds 0.15 mg/kg inorganic and 0.35 mg/organic selenium and vitamin E 40mg/kg throughout the entire period of their rearing; the lowest selenium concentration (0.87 mg/kg) was using the mentioned additives within the period of 22 – 35 days ( $P < 0.05$ ). The highest vitamin E concentration in the breast muscles (0.06 mg/kg) was detected adding inorganic and organic selenium and vitamin E 40 mg/kg of feeds within the period of 1–21 days ( $P > 0.05$ ). The fatty acids omega 6 and omega 3 optimal ratio (7.68) was obtained supplementing the feeds with 0.5 mg inorganic selenium and vitamin E 40 mg/kg of feeds during the whole period of broilers' rearing ( $P > 0.05$ ).

3. During the whole trial period (35 d of age), the increase in broiler chickens' mass (8%) was determined because of organic selenium (0.5 mg/kg) and vitamin E (40 mg/kg) and inorganic selenium (0.3 mg/kg) and vitamin E (70 mg/kg); whereas the increase of 4 percent – due to organic selenium (0.3 mg/kg) and vitamin E 40mg/kg comparing with the control group ( $P < 0.05$ ). Adding inorganic selenium 0.5 mg/kg and vitamin E 40 mg/kg, and organic selenium 0.3 mg/kg and vitamin E 70 mg/kg the least feed input (4-5%) was determined for 1kg weight gain, comparing with the control group ( $P > 0.05$ ). The highest increase of  $\alpha$ -tocopherol concentration in breast and thigh muscles was detected supplying broilers' feed with

selenium methionine (0.3 mg/kg) and vitamin E (70 mg/kg ) ( $P<0.05$ ) as feed additives for broiler chickens. The highest selenium accumulation in broilers' breast and thigh muscles was determined adding maximal amount of selenium 0.5 mg/kg of feeds. Using sodium selenite, the concentration of selenium in breast muscles was 0.26 mg/kg; in the thighs – 0.31 mg/ kg.

Using selenium methionine, accumulation of selenium in breast and thigh muscles was 0.88 mg/kg – higher comparing with the control group ( $P<0.05$ ).

## **PRACTICAL RECOMMENDATIONS**

To increase selenium and vitamin E concentration in broilers' breast muscles and to improve nutritive value of poultry meat, throughout the whole feeding period it is reasonable to use 0.15 mg sodium selenite (inorganic selenium) and 0.35 mg selenium methionine (organic selenium) (*Alkosel®R397*) and vitamin E 70 mg/kg of feeds. Maximal concentration of selenium in the breast and thigh muscles of broiler chickens is reached using organic selenium 0.5 mg/kg of feeds.

On the basis of the data, in the year 2012, SC “Kauno grūdai” started to produce new compound feeds for broiler chickens under a new commercial name – “Functional feeds”.

## **CURRICULUM VITAE**

Tautvydas Barštys was born on 5<sup>th</sup> September, 1958, in Alytus region.

- 1997 – graduated from Polytechnic college.
- 2005 – BA in management and business administration,  
Kaunas University of Technology.
- 2009 – MA degree in animal husbandry technology, Lithuanian  
Veterinary Academy.
- 1993 – founded SC “Kauno Grūdai”

Chairman of “KG Group” Council.

Tautvydas Barštys has completed a number of various courses for qualification improvement in Lithuania and abroad.