



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
*LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE*

PĀRTIKAS TEHNOLOĢIJAS FAKULTĀTE  
*FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY*

**Kristīne Ramane**  
*Mg. oec.*

**VAKUUMIEPAKOJUMĀ TERMISKI APSTRĀDĀTU  
BROILERA UN VISTAS GAĻAS PRODUKTU  
KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS**

***QUALITY EVALUATION OF VACUUM PACKAGED  
HEAT TREATED BROILER AND HEN MEAT PRODUCTS***

Promocijas darba kopsavilkums  
inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai  
pārtikas zinātnes nozarē

*Summary of promotion work for acquiring  
the Doctor's degree of Engineering Sciences in sector of Food Sciences*

Jelgava  
2011

Promocijas darba vadītāja /

Scientific supervisor:

prof. *Dr. sc. ing.* **Ruta Galoburda**

Oficiālie recenzenti / Official reviewers:

Prof. *Dr. habil. sc. ing.* **Imants Atis Skrupskis** (Latvijas Lauksaimniecības universitāte / Latvia University of Agriculture)

Prof. *Dr. habil. agr., Dr. med. vet.* **Aleksandrs Jemeljanovs** (Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra”, direktors / *Director of Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine "Sigra" of Latvia University of Agriculture*)

*Dr. sc. ing.* **Jānis Zutis** (SIA „Gaļas un piena rūpniecības inženiercentrs”, direktors, „Latvijas gaļas ražotāju un gaļas pārstrādātāju asociācija”, izpilddirektors / *Director of Ltd „Meat and Dairy Engineering Center”, President of „Association of Meat Producers and Meat Processors”*)

Darba izstrāde un noformēšana veikta ar Eiropas Sociālā fonda granta atbalstu / *Doctoral thesis has been worked out by financial support of European Social Fund.*



**Promocijas darba aizstāvēšana notiks** LLU Pārtikas zinātnes nozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2011. gada 27. jūlijā plkst. 10:00 145. auditorijā Pārtikas tehnoloģijas fakultātē, Lielā ielā 2, Jelgavā.

*The defence of the thesis in open session of the Promotion Board of Food Science will be held on July 27, 2011, at 10:00 in auditorium 145, at the Faculty of Food Technology of LUA, Liela iela 2, Jelgava.*

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā Lielā iela 2, Jelgavā, LV-3001, un internetā (pieejams: <http://llufb.llu.lv/llu-theses.htm>). Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docentei *Dr. phys.* **L. Markevičai** (Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, e-pasts: [lilija.markevica@llu.lv](mailto:lilija.markevica@llu.lv)).

*The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava and <http://llufb.llu.lv/llu-theses.htm>. References are welcome to send to *Dr. phys.* **L. Markevica**, the Secretary of the Promotion Board of Food Science at LUA, Faculty of Food Technology, Liela iela 2, Jelgava, LV-3001, Latvia or e-mail: [lilija.markevica@llu.lv](mailto:lilija.markevica@llu.lv).*

## SATURS

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE.....	4
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA.....	6
MATERIĀLI UN METODES.....	8
PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA.....	13
1. Atdzesētas broilera un vistas gaļas kvalitāte.....	13
2. Termiski apstrādātu broilera un vistas gaļas produktu kvalitātes vērtējums.....	20
3. Vakuumpakojumā termiski apstrādātu broilera un vistas gaļas produktu kvalitāte uzglabāšanas laikā.....	33
SECINĀJUMI.....	33
IETEIKUMI RAŽOTĀJIEM.....	34

## CONTENT

TOPICALITY OF THE RESEARCH.....	35
APPROBATION OF THE RESEARCH WORK.....	37
MATERIALS AND METHODS.....	37
RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION.....	42
1. Quality of Chilled Broiler and Hen Meat.....	42
2. Evaluation of Quality of Heat Treated Broiler and Hen Meat Products.....	45
3. Quality of Heat-Treated Vacuum-Packaged Broiler and Hen Meat Products During Storage.....	49
CONCLUSIONS.....	50
RECOMMENDATIONS FOR PRODUCTION.....	51

## PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Pasaulē putnu gaļas ražošanas nozarē vērojams lielāks apjoma pieaugums nekā pārējās gaļas ražošanas nozarēs. To veicina pieprasījuma palielinājums, kas saistīts ar gaļas patēriņa tendencēm. Pasaules tirdū putnu gaļas ražošanas apjoms pieaudzis no 69 miljoniem tonnu 2000. gadā līdz 95,7 miljoniem tonnu 2010. gadā, un tas nozīmē 35% pieaugumu pēdējā desmitgadē (Poultry Meat..., 2010). Arī turpmākajos gados paredzams putnu gaļas ražošanas apjoma kāpums, jo prognozējams iedzīvotāju skaita pieaugums pasaulē un jo īpaši jaunattīstības valstīs.

Pēdējās desmitgadēs daudzās pasaules valstīs vērojams putnu gaļas patēriņa kāpums (Recuserreccion, 2003; McCarthy et al., 2004; Martinez Michel et al., 2011; Pouta et al., 2011). Šīs izmaiņas sākās jau 20. gadsimta 90. gados, kad kā galvenos izmaiņu iemeslus *W. Verbeke* un *J. Viaene* (1999) nosaukuši patērētāju attieksmi pret gaļas produktu veselīgumu, nekaitīgumu, garšu, apkārtējās vides aizsardzību un dzīvnieku labturību. Savukārt *M. McCarthy et al.* (2004) norāda arī uz izmaiņām patērētāju dzīvesveidā, piemēram, gaļu vairāk iegādājas lielveikalos, kur arvien plašāk piedāvā jau iepakotus putnu gaļas izcirtņus un to pusfabrikātus, gatavus saldētus ēdienus, tādējādi samazinot patērētājam nepieciešamo laiku maltītes pagatavošanai, kā arī izveidoto priekšstatu par putnu gaļas veselīgumu un zemāku cenu, salīdzinot ar cūku vai liellopu gaļu. Broilera gaļas popularitātes pieaugumam ir vairāki iemesli: augsta produkta uzturvērtības un cenas attiecība salīdzinājumā ar citiem pārtikas produktiem; mazs tauku saturs; tā ir ērti un ātri pagatavojama un piemērota ikdienas ēdienkartei; var iegūt daudzveidīgus produktus.

Eiropas Savienībā putnu gaļas patēriņš laika posmā no 2000. līdz 2007. gadam mainījies pavisam nedaudz, tomēr Austrumeiropas valstīs, arī Latvijā, patēriņš palielinājies aptuveni divas reizes. Latvijā ir maz publicētu datu par vistas gaļas kvalitāti. Zinātniskajā institūtā „Sīgra” veikti pētījumi par broilercāļu ēdināšanu, produktivitāti un produkcijas kvalitāti. Publicēti zinātniskie pētījumi par vaislas vistu gaļas kvalitāti netika atrasti.

Panākumi putnu gaļas ražošanas un pārstrādes nozarē, iespējams, saistīti ar iepriekš minētajiem faktoriem, jo šī nozare piedāvā daudzveidīgus pusfabrikātus, gatavus ēdienus un produktus, kas atbilst patērētāju priekšstatam par veselīgumu. Produktu, kas ir gatavi lietošanai un ilgi uzglabājami, ražošanai iespējams izmantot daudzveidīgas mūsdienīgas tehnoloģijas, tostarp *Sous vide*. Šī tehnoloģija radīta Francijā 20. gadsimta 70. gadu vidū (Creed, Reeve, 1998), tā balstās galvenokārt uz vakuumā iepakota produkta termisko apstrādi 65 līdz 95 °C temperatūrā un uzglabāšanu atdzesētā stāvoklī (1 līdz 4 °C). Termiskās apstrādes procesa ilgumu izvēlas tādu, lai nodrošinātu pasterizācijas efektu, kas ievērojami samazina mikroorganismu skaitu un šādi pagarina uzglabāšanas laiku, tomēr šajā procesā netiek nodrošināta produkta komerciālā sterilitāte. Izvēloties olbaltumvielām bagātu produktu termiskās apstrādes

režīmus (temperatūra, laiks), bieži parādās tendence kā primāro izvirzīt produktu kvalitātes saglabāšanu, mazāku nozīmi piešķirot mikroorganismu inaktivācijai, kas, nodrošinot produktu nekaitīgumu, saīsina maksimālo uzglabāšanas laiku (Gonzalez-Fandos et al., 2005).

Termiskās apstrādes vakuumpakojumā ietekmē samazinās olbaltumvielu denaturācija un gaļas sulas un aromāta savienojumu zudumi, vienlaikus panākot ilgāku uzglabāšanas laiku salīdzinājumā ar tradicionālajām gatavošanas metodēm. Latvijā līdz šim nav veikti pētījumi par putnu gaļas termisko apstrādi vakuumpakojumā un ar šo tehnoloģiju saistītu jaunu gatavo produktu izstrādi.

Promocijas darba **pētījuma objekts** – Latvijā audzētu broilera un gaļas šķirnes vaislas vistu gaļa (turpmāk – broilera un vistas gaļa), tās pārstrādes produkti.

**Promocijas darba mērķis** ir pētīt Latvijā audzētu broilera un vistu gaļas kvalitāti un izvērtēt tās izmaiņas termiskās apstrādes procesā vakuumpakojumā.

Darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi**.

1. Izpētīt Latvijā audzētu broilera un vistas gaļas izcirtņu fizikālos un ķīmiskos rādītājus.
2. Novērtēt termiskās apstrādes ietekmi uz broilera un vistas filejas fizikālajiem rādītājiem.
3. Izstrādāt jaunus broilera un vistas gaļas produktus, izmantojot augļus un dārzeņus.
4. Novērtēt broilera filejas vakuumpakojumā termiskās apstrādes režīmu ietekmi uz mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaita izmaiņām (D un Z vērtības).
5. Izvērtēt broilera un vistas filejas ar/bez augļu un dārzeņu piedevas fizikālo un ķīmisko rādītāju izmaiņas termiskās apstrādes procesā vakuumpakojumā.
6. Veikt izstrādāto jauno produktu sensoro novērtējumu.
7. Izvērtēt jauno vakuumpakojumā termiski apstrādāto broilera un vistas filejas produktu kvalitāti uzglabāšanas laikā.

Promocijas darba **novitāte un zinātniskais nozīmīgums**.

1. Izpētīta Latvijā audzētu gaļas šķirnes vaislas vistu gaļas kvalitāte.
2. Radīti jauni broilera un vistas filejas pārstrādes produkti ar burkānu un smiltsērķšķu mērces piedevu, izmantojot termisko apstrādi vakuumpakojumā. Produkta gatavošanas tehnoloģiskais paņēmieni reģistrēts Latvijas Republikas Patentu valdē ar patenta Nr. 14095.
3. Pirmoreiz Latvijā pētītas broilera un vistas gaļas produktu – fileja ar garšvielām, fileja ar garšvielām un augļu un dārzeņu piedevu fizikālo un

ķīmisko īpašību izmaiņas termiskās apstrādes procesā vakuumpakojumā un uzglabāšanas laikā.

Promocijas darba **tautsaimnieciskā nozīmība.**

1. Eksperimentos noteiktos broilera un vistas gaļas kvalitātes rādītājus ražotāji varēs izmantot gaļas ieguves un pārstrādes procesos.
2. Tiks paplašināts broilera un vistas gaļas produktu „gatavs lietošanai” sortiments.
3. Augļu un dārzeņu piedeva veicina mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu inaktivāciju filejas produktu termiskajā apstrādē vakuumpakojumā, ļaujot ietaupīt energoresursus.

Zinātniskā darba tēma un tās izstrāde saistīta ar Valsts pētījumu programmas agrobiotehnoloģijā „Inovatīvas tehnoloģijas augstvērtīgu, drošu un veselīgu pārtikas produktu ieguvei no ģenētiski, fizioloģiski un bioķīmiski daudzveidīga augu un dzīvnieku izejmateriāla” projektu „Jaunu, funkcionālām sastāvdaļām bagātu pārtikas produktu ražošanas tehnoloģijas”.

## ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

**Par rezultātiem ziņots** 10 starptautiskās zinātniskās konferencēs un kongresos **Francijā, Igaunijā, Krievijā, Latvijā, Polijā, Spānijā, Ungārijā, Vācijā.**

1. Ramane K., Kļava D., Galoburda R. Changes in poultry meat microstructure during chilled storage. Annual 14th International Conference „Research for Rural Development 2008”, LLU, Latvija, Jelgava, 2008. gada 22.–25. maijā (referāts / *oral presentation*).
2. Ramane K., Galoburda R. Changes in quality of parents stock hens meat during chilled storage. Annual 15th International Conference „Research for Rural Development 2009”, LLU, Latvija, Jelgava, 2009. gada 20.–22. maijā (referāts / *oral presentation*).
3. Ramane K., Galoburda R. Influence of feed on meat quality of broiler chicken. 5th International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management, Vācijā Potsdamā, 2009. gada 31. augustā – 3. septembrī (stenda referāts / *poster presentation*).
4. Sturmova E., Dukalska L., Kruma Z., Ramane K., Galoburda R. Evaluation of some new sous vide processed chicken and vegetable products. 4th International Conference on "Quality and safety in food production chain" Polijā Vroclavā, 2009. gada 24.–25. septembrī (stenda referāts / *poster presentation*).
5. Ramane K., Dukalska L., Galoburda R., Sturmova E., Sabovics M., Murniece I. Physical-chemical evaluation of sous vide cooked broiler

- breast meat during refrigerated storage. The 2009 EFFoST Conference „New challenges in food preservation: Processing, Safety and Stability”. Ungārijā Budapeštā, 2009. gada 11.–13. novembrī (stenda referāts / *poster presentation*).
6. Ramane K., Galoburda R., Mūrniece Ī., Dukaļska L. Physical-chemical evaluation of *sous vide* cooked broiler breast meat during refrigerated storage, International Conference on Food Science, Krievijā Sankt-Pēterburgā, 2010. gada 21. aprīlī (referāts / *oral presentation*).
  7. Ramane K., Galoburda R., Mūrniece Ī., Dukaļska L. Physical-chemical evaluation of *sous vide* cooked parents stock hen breast meat during refrigerated storage. Annual 16th International Conference „Research for Rural Development 2010”, LLU, Latvija, Jelgava, 2010. gada 19.-21. maijā (referāts / *oral presentation*).
  8. Klava D., Dukalska L. Evaluation of *sous vide* cooked parents stock hen and broiler breast meat during refrigerated storage. Starptautiskā pārtikas inovāciju konferencē FoodInnova 2010, Spānijā Valensijā, 2010. gada 25.–29. oktobrī (stenda referāts / *poster presentation*).
  9. Ramane K., Galoburda R., Effect of Cooking Regimes on Survival of Microorganisms in *Sous Vide* Packaged Poultry Meat. 5th Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt–2010 „Globalization and Individualization in Food Consumption: New Challenges for Science and Production”, Igaunijā Tallinā, 2010. gada 29.-30. oktobrī (referāts / *oral presentation*).
  10. Ramane K., Galoburda R., Antone U. Fatty Acid Composition of *Sous Vide* Cooked Fillets of Broilers and Mature Hens. 6<sup>th</sup> International CIGR Technical Symposium - Section 6 “Towards a Sustainable Food Chain” Food Process, Bioprocessing and Food Quality Management, Francijā Nantē, 2011. gada 18. aprīlī (stenda referāts / *poster presentation*).

**Par pētījumu rezultātiem sagatavoti un iesniegti publicēšanai recenzējamos zinātniskos izdevumos 8 manuskripti.**

1. Ramane K., Galoburda R., Klava D. (2008) Changes of Poultry Meat Microstructure During Storage. **In:** *Research for Rural Development 2008: Annual 14th International scientific conference proceedings*, Jelgava, 21–23 May 2008 / Latvia University of Agriculture. - Jelgava: LLU, pp. 286–291.
2. Ramane K., Galoburda R. (2009) Changes in quality of parents stock hens meat during chilled storage **In:** *Research for Rural Development 2009: Annual 15th International scientific conference proceedings*, Jelgava, 20–22 May 2009 / Latvia University of Agriculture. - Jelgava: LLU, pp. 108–114.

3. Ramane K., Galoburda R. (2009) Influence of Feed on Meat Quality of Broiler Chicken. In *Proceedings of the 5th CIGR Section VI International Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management*, Potsdam, Germany, 31 August - 02 September 2009, pp. 1518–1521. [Electronic resource] - 1 CD.
4. Sturmovica E., Dukalska L., Kruma Z., Ramane K., Galoburda R. (2009) Evaluation of some new *Sous vide* processed chicken and vegetable products. **In:** *Monography LXXIV New Concepts in Food Evaluation: Nutraceuticals – Analyses – Consumers* – Wrocław, Poland, pp. 176–180.
5. Ramane K., Galoburda R., Murniece I., Dukalska L. (2010) Physical-chemical evaluation of *sous vide* cooked parents stock hen breast meat during refrigerated storage. **In:** *Research for Rural Development 2010: Annual 16th International scientific conference proceedings*, vol. 1, Jelgava, 19–21 May 2010 / Latvia University of Agriculture. - Jelgava: LLU, 2010. - pp. 159–162.
6. Dukalska L., Ramane K., Galoburda R., Segliņa D. (2010) Latvijas Republikas patents nr. 14095 „Paņēmiens vistas filejas ar dārzeņu-augļu piedevu pagatavošanai vakuumpakojumā (*sous vide* iepakojumā)”. – 20.03.2010. *Patenti un Preču Zīmes: Latvijas Republikas Patentu Valdes Oficiālais Vēstnesis*, No. 3, 431.–432. lpp.
7. Ramane K., Galoburda R. (2011) Effect of Cooking Regimes on Survival of Microorganisms in *Sous Vide* Packaged Poultry Meat. **In:** *Food and Nutrition / Toit ja Toitumine, XVIII: Book of proceedings of the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology Foodbalt 2010*. – Tallin University of Technology. – pp. 57–62.
8. Ramane K., Strautniece E., Galoburda R. Chemical and sensory parameters of *sous vide* cooked fillets of broilers and mature hens. (iesniegts LLU Rakstu žurnālā).

## MATERIĀLI UN METODEDES

### Pētījumu laiks un vieta

Pētījumi veikti laikā no 2007. gada septembra līdz 2010. gada decembrim.

- Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātē veikti šādi pētījumi.
  - Iepakojuma materiālu īpašību izpētes laboratorijā analizēts pH, mitruma saturs, ūdens aktivitāte, cietība, krāsa, veikta broilera un vistas gaļas sagatavošana un termiskā apstrāde vakuumpakojumā.
  - Mikrobioloģijas zinātniskajā laboratorijā noteikts *E. coli*, *Salmonella* spp., pienskābes baktēriju, *Pseudomonas* baktēriju, *Listeria* ģints baktēriju, raugu šūnu skaits, analizēta gaļas mikrostruktūra.



- Pārtikas produktu sensorās novērtēšanas laboratorijā novērtēta vakuumpakojumā termiski apstrādāto produkta paraugu patikšanas pakāpe, sensoro īpašību intensitāte.
- Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskajā institūtā „BIOR” vērtēts tauku, olbaltumvielu, pelnvielu un selēna saturs, taukskābju kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs.
- Latvijas Universitātes Bioloģijas institūtā noteikts E vitamīna saturs.
- Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskajā institūtā „Sigra” analizēts aminoskābju kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs.
- SIA „Pārtikas higiēnas laboratorijā „Auctoritas” noteikts mezofili aeroobo un fakultatīvi anaeroobo mikroorganismu skaits (MAFAM).

### **Pētījumā izmantotie materiāli**

Pētījumā izmantoti Ross 308 krosa broileri un vistas. Putni iegūti vietējā uzņēmumā, kurā broileru audzēšanu un pārstrādi realizē pēc noslēgtas tehnoloģiskās sistēmas, kas ietver visus tehnoloģiskos procesus, sākot ar inkubācijas olu ražošanu un beidzot ar putnu pārstrādi un realizāciju. Broileru audzēšanas pašizmaksas samazināšanas nolūkos pilnvērtīgo barību daļēji aizvieto ar kviešu graudiem. Pētījumiem izvēlēti broileri, kas baroti tikai ar pilnvērtīgo barību, un broileri, kuriem 10% pilnvērtīgās barības tika aizvietota ar kviešu graudiem.

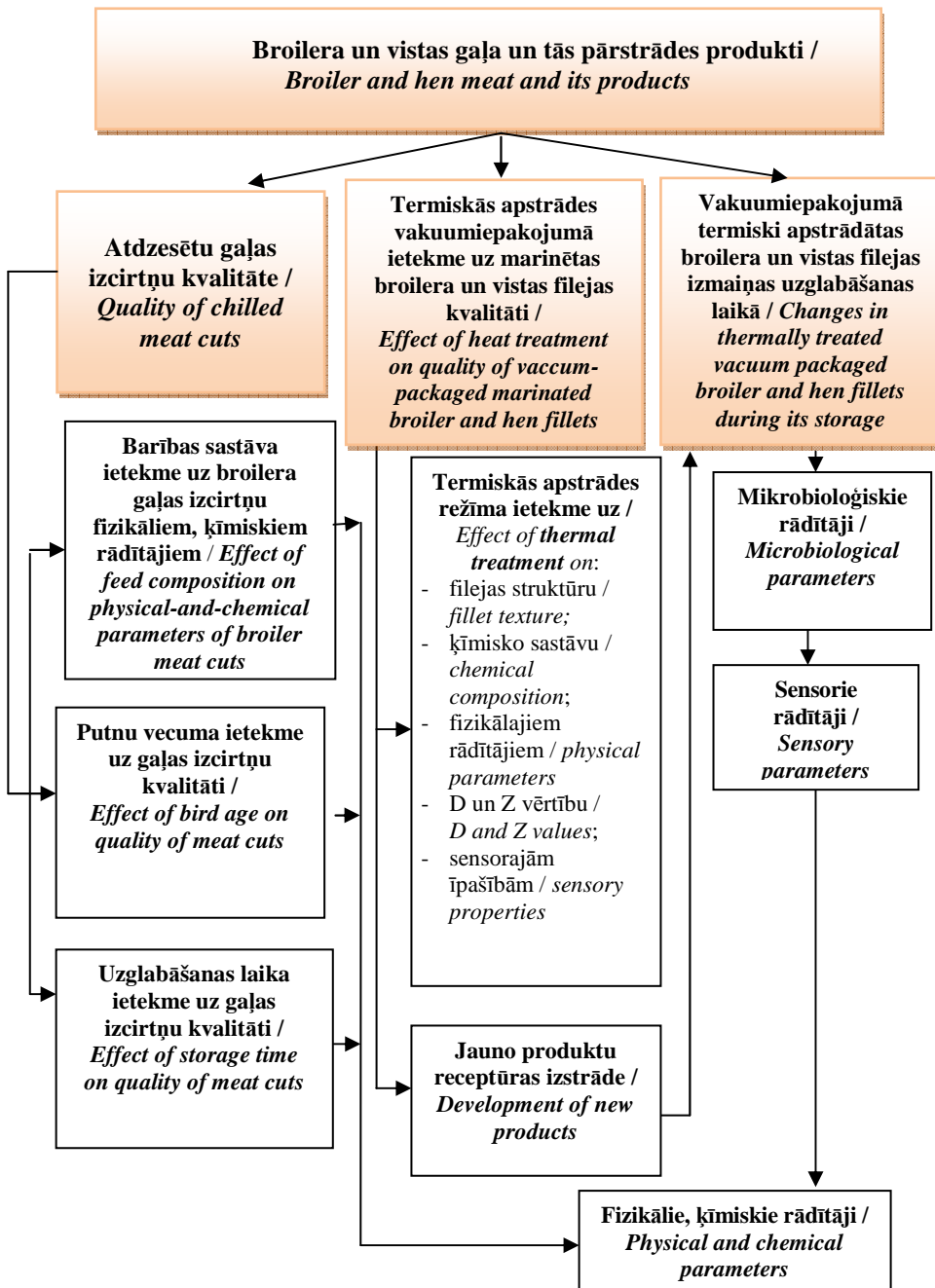
Gaļas fizikālo un ķīmisko īpašību izmaiņu novērtēšanai uzglabāšanas laikā, pētījumā izmantoti broilera un vistas gaļas izcirtņi: krūšu muskulatūra (turpmāk – fileja) (*m. pectoralis major*), šķiņķi (*m. biceps femoris*) un stilbi (*m. gastrocnemius*; *m. fibularis longus*).

Vakuumpakojumā termiski apstrādātu putnu gaļas produktu izstrādei kā papildizejvielas pievienotas vārāmais sāls, kaltētas dilles, pētersīļi, baltvīns, ķiploki. Daļai produktu pievienots burkānu un smiltsērķšķu mērces maisījums, (turpmāk – augļu un dārzeņu piedeva). Smiltsērķšķu mērces sastāvā ietilpst ābolu biezenis, smiltsērķšķu biezenis, burkāni, kā arī garšvielas, sāls, cukurs un ķiploki.

Putnu gaļa iegādāta no Latvijā lielākā putnu gaļas ražošanas uzņēmuma. Garšvielas, baltvīns, burkāni un ķiploki iepirkti mazumtirdzniecības vietās. Savukārt smiltsērķšķu mērce sagatavota un piegādāta no Latvijas Valsts Augļkopības institūta Dobelē.

### **Pētījumu struktūra**

Pētījumā novērtēta barības sastāva, putnu vecuma un uzglabāšanas laika ietekme uz broilera un vistas izcirtņu – fileju, šķiņķiem un stilbiem – kvalitāti, kā arī izstrādāti jauni produkti – vakuumpakojumā termiski apstrādāta broilera vai vistas fileja ar/bez augļu un dārzeņu piedevas – un analizēti to fizikālie, ķīmiskie, mikrobioloģiskie rādītāji un sensorās īpašības (skat. 1. attēlu).



1. att. Pētījumu struktūra.  
Fig. 1. The structure of the research.

## Pētījumā noteiktie rādītāji un lietotās metodes

Promocijas darbā noteiktie rādītāji un lietotās metodes:

### 1) ķīmiskie rādītāji:

- olbaltumvielu saturs (%) noteikts ar LVS ISO 937:1978 metodi;
- tauku saturs (%) noteikts ar LVS ISO 1443:1973 metodi;
- pelnvielu saturs (%) noteikts ar ISO 936:1996 metodi;
- aminoskābju saturs ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  sausnas) noteikts ar augstefektīvu šķidrums hromatogrāfijas (HPLC-MS) metodi LVS ISO 13903:2005;
- taukskābju saturs (% no kopējām taukskābēm) noteikts ar gāzu-šķidrums hromatogrāfu saskaņā ar *Aldai et al.* (2006) metodes aprakstu;
- E vitamīna saturs ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) noteikšana pamatota uz tokoferolu spēju oksidēties (AOAC Official Method 971.30 metodi);
- selēna saturs ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) noteikts ar modificētu AOAC 986.15 atomu absorbcijas metodi;

### 2) fizikālie rādītāji:

- ūdens aktivitāte noteikta izmantojot AquaLab LITE iekārtu (Decagon Devices Inc, ASV);
- pH noteikts izmantojot 3510 pH analizatoru (Jenway, AK);
- mitruma saturs (%) noteikts izmantojot LVS ISO 1442:1997 metodi;
- krāsas  $L^*$   $a^*$   $b^*$  mērījumi veikti izmantojot Color Tec-PCM iekārtu (Accuracy Microsensors Inc., ASV);
- mikrostruktūras analīzes metode – vistas un broilera muskulatūras mikrostruktūra noteikta izmantojot firmas „Zeiss” triokulāro mikroskopu „Axioskop 40”;
- masas zudumu noteikšanai produktu paraugus nosver pirms marinēšanas un termiskās apstrādes. Pēc termiskās apstrādes un atdzesēšanas produktu nosver pēc izņemšanas no iepakojuma, kad notecināts izdalītais šķidrums. Masas zudumus aprēķina pēc 1. formulas:

$$M_{m.z.} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

$M_{m.z.}$  – masas zudumi termiskajā apstrādē, %;

$m_1$  – filejas produkta masa pirms marinēšanas un iepakojšanas, kg;

$m_2$  – filejas produkta masa pēc termiskās apstrādes, kg.

- masas zudumu aprēķinam produkta termiskās apstrādes un uzglabāšanas laikā – produktu paraugus nosver pirms marinēšanas un termiskās apstrādes un pēc uzglabāšanas, sekojot procedūrai, kas aprakstīta pie masas zudumu noteikšanas termiskās apstrādes rezultātā. Aprēķinu veic pēc 2. formulas:

$$M_{m.i.} = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

$M_{m.i.}$  – masas izmaiņas termiskās apstrādes un uzglabāšanas laikā, %;

$m_1$  – atdzesētas gaļas masa, kg;

$m_3$  – termiski apstrādātas un uzglabātas gaļas masa, kg.

- cieftības noteikšana – atdzesētas putnu gaļas konsistences analīzes veic, izmantojot TA.XT.Plus Texture Analyser (Stable Microsystems, AK);

**3) sensorais vērtējums** – vakuumpakojumā termiski apstrādātas broilera un vistas filejas ar/bez augļu un dārzeņu piedevu paraugu analīzēm izmantotas 2 metodes (ISO 4121:2003):

- sensoro īpašību intensitātes vērtēšanai izmantota līniskā skala;
- produktu patikšanas pakāpes vērtēšanai izmantota deviņu punktu hēdoniskā skala;

#### **4) mikrobioloģiskās analīzes:**

- gaļas paraugos kopējais mikroorganismu skaits noteikts izmantojot gaļas peptona agara barotni, inkubējot 37 °C 48 h;
- *Enterobacteriaceae* skaits noteikts izmantojot VRBDA (Violet Red Bile Dextrose Agar) (*E.coli* un *Salmonella* spp.), inkubējot 37 °C 24 h;
- pienskābes baktēriju skaits noteikts izmantojot MRS agara barotni, inkubējot 30 °C 72 h;
- proteolītisko baktēriju kopskaits noteikts izmantojot vājpiena agara barotni, inkubējot 37 °C 48 h;
- *Pseudomonas* baktēriju klātbūtne noteikta izmantojot *Pseudomonas* selektīvā agara barotni, inkubējot 37 °C 48 h;
- *Listeria* ģints baktēriju klātbūtne noteikta izmantojot *Listeria* agara barotni, inkubējot 37 °C 48 h;
- raugu šūnu skaits noteikts izmantojot iesala ekstrakta agara barotni, inkubējot 30 °C 48 h;
- mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaits (MAFAM) noteikts izmantojot LVS EN ISO 4833:2003 standartu.

### **D un Z vērtību noteikšana**

Produktus sagatavo atbilstīgi receptūrai, iepakoj vakuumā, marinē, kā aprakstīts Latvijas Republikā reģistrētajā patentā Nr. 14095 un termiski apstrādā ūdens vannā (Clifton Food Range, AK), uzturot konstantu vides temperatūru 65±0,5 °C; 70±0,5 °C; 75±0,5 °C; 80±0,5 °C un 85±0,5 °C. Termiskā apstrāde ilgst līdz 120 minūtēm, attiecīgi sasniedzot un uzturot produkta centrā 64±0,5 °C; 69±0,5 °C; 74±0,5 °C; 79±0,5 °C; 84±0,5 °C temperatūru. Temperatūra mērīta ar K-tipa termopāriem. Temperatūra un laiks reģistrēti ar temperatūras (°C) un laika (min) datu savācēju „USB TC-08” (Pico

Tehnologist, ASV). Iegūtie dati fiksēti datu apstrādes programmā „PicoLog”. Broilera gaļas paraugiem ar/bez augļu un dārzeņu piedevas noteikts mezofilo un fakultatīvi anaerobo kolonijas veidojošo vienību skaits (MAFAM) pirms produktu apstrādes un visā eksperimenta gaitā ik pēc 10 minūtēm. Termiski apstrādātos paraugus sasaldē plākšņu tipa ātrsaldētājā (Armfield, FXBC10,AK)  $-25^{\circ}\text{C}$  temperatūrā un uzglabā  $-18^{\circ}\text{C}$  temperatūrā līdz analīzēm, lai nepieļautu izdzīvojušo mikroorganismu attīstību. Paraugus analizē nākamajā dienā pēc termiskās apstrādes. Eksperimentālo rezultātu aprēķinu metodika pamatojas uz V. Levkāne et al. (2010) izstrādāto termiskās apstrādes režīmu aprēķināšanas matemātisko modeli salātiem ar gaļu un majonēzi *Sous vide* iepakojumā.

### **Paraugu sagatavošana un termiskā apstrāde vakuumpakojumā**

Svaigu broilera un vistas fileju sagriež pēc iespējas vienādos  $2 \times 3,5$  cm gabalos. Sagriezto gaļu samaisa ar kaltētām dillēm, pētersīļiem, sāli un ķiplokiem un katram paraugam pievieno 12 ml baltvīna. Gaļas masa vienā iepakojumā –  $130 \pm 10$  g. Atsevišķiem paraugiem pievieno 65 g smiltsērķšķu mērces un rīvētu burkānu maisījuma. Gaļas maisījuma paraugus iepako poliamīda/polietilēna (PA/PE) maisiņos (plēves biezums – 90  $\mu\text{m}$ , pakas izmēri –  $230 \times 145$  mm) vakuumā kameras tipa iekārtā „MULTIVAC C300” (Vācija). Iepakoto produktu ievieto aukstuma kamerā „Elcold” uz 20–24 stundām  $3,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  temperatūrā. Pēc marinēšanas produktu termiski apstrādā ūdens vannā  $80 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  temperatūrā – broilera fileju – 30 minūtes, vistas fileju – 40 minūtes, tas garantē produkta gatavību lietošanai un mikrobioloģisku drošību. Pēc termiskās apstrādes paraugus atdzesē ūdens-ledus peldē un uzglabā  $+3,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  temperatūrā līdz analīžu veikšanai.

### **Datu matemātiskā apstrāde**

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm. Iegūtajiem rezultātiem aprēķināti šādi rādītāji: vidējais aritmētiskais, standartnovirze. Datu interpretācijai izmantota vienfaktora un divfaktoru dispersijas analīze (ANOVA), Tjūkija tests, korelācija, lietojot Microsoft Windows Excel 7.0, SPSS 11.0 programmas paketi (Arhipova, Bāliņa, 2003).

## **PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA**

### **1. Atdzesētas broilera un vistas gaļas kvalitāte**

#### **Barības sastāva ietekme uz broilera gaļas kvalitāti**

Pētījums veikts ar vairākiem broilera gaļas izcirtņiem, – fileju, šķiņķiem un stilbiem – lai varētu salīdzināt to fizikālās un ķīmiskās īpašības atkarībā no izbarotās barības. Pētījumā vērtētās barības kombinācijas būtiski neizmaina broilera filejas, šķiņķu un stilbu tauku, pelnvielu, mītruma saturu un ūdens aktivitāti (1. tabula).

1. tabula / Table 1

**Atdzesētu broilera gaļas izcirtņu fizikālie un ķīmiskie rādītāji 24 h pēc kaušanas**  
**Physical-and-chemical parameters of chilled broiler meat cuts 24 hours after slaughter**

Rādītāji / Parameters	Fileja / Fillet		Šķiņķi / Thighs		Stilbi / Drumsticks	
	PB / CF	PB + graudi / CF + grain	PB / CF	PB + graudi / CF + grain	PB / CF	PB + graudi / CF + grain
Mitruma saturs, %/ Moisture content, %	74.30±0.30 <sup>a</sup>	73.63±0.60 <sup>a</sup>	67.40±0.50 <sup>b</sup>	64,20±1,90 <sup>b</sup>	73.80±0.50 <sup>a</sup>	71.85±2.50 <sup>a</sup>
pH	5.92±0.08 <sup>a</sup>	5.72±0.07 <sup>a</sup>	6.29±0.03 <sup>b</sup>	6.79±0.10 <sup>c</sup>	6.65±0.10 <sup>c</sup>	6.94±0.20 <sup>c</sup>
a <sub>w</sub>	0.993±0.001 <sup>a</sup>	0.993±0.001 <sup>a</sup>	0.994±0.001 <sup>a</sup>	0.994±0.001 <sup>a</sup>	0.994±0.001 <sup>a</sup>	0.994±0.001 <sup>a</sup>
Krāsa / Colour						
a*	-2.70±0.70 <sup>a</sup>	-2.20±0.50 <sup>a</sup>	-2.10±0.51 <sup>b</sup>	-2.80±0.65 <sup>b</sup>	-2.10±0.35 <sup>c</sup>	-2.62±0.92 <sup>d</sup>
b*	10,30±1.51 <sup>a</sup>	9.55±1.70 <sup>a</sup>	9.10±2.1 <sup>a</sup>	10.75±1.89 <sup>a</sup>	5.64±1.37 <sup>a</sup>	6.52±3.01 <sup>a</sup>
L*	55.10±1.80 <sup>a</sup>	53.60±1.7 <sup>a</sup>	70.40±2.48 <sup>b</sup>	71.78±1.45 <sup>b</sup>	64.1±2.1 <sup>c</sup>	68.1±2.20 <sup>c</sup>
Cietība, N / Hardness, N	1.46±0.11 <sup>a</sup>	0.61±0.23 <sup>b</sup>	2.56±0.56 <sup>c</sup>	1.38±0.13 <sup>a</sup>	1.68±0.19 <sup>a</sup>	1.46±0.18 <sup>a</sup>
Olbaltumvielu saturs, g 100 g <sup>-1</sup> sausas / Protein content, g 100 g <sup>-1</sup> DW	88.91±3.72 <sup>a</sup>	86.85±3.49 <sup>a</sup>	54.91±2.81 <sup>b</sup>	45.44±4.15 <sup>c</sup>	69.85±4.35 <sup>d</sup>	67.85 ±8.23 <sup>d</sup>
Tauku saturs, g 100 g <sup>-1</sup> sausas / Fat content, g 100 g <sup>-1</sup> DW	6.61±0.94 <sup>a</sup>	7.21±0.92 <sup>a</sup>	43.25±2.65 <sup>b</sup>	43.02±4.39 <sup>b</sup>	20.99±2.11 <sup>d</sup>	21.67±2.66 <sup>d</sup>
Pelnvielu saturs, g 100 g <sup>-1</sup> sausas/ Ash content, g 100 g <sup>-1</sup> DW	4.47±0.26 <sup>a</sup>	4.51±0.18 <sup>a</sup>	3.07±0.18 <sup>b</sup>	2.79±0.30 <sup>b</sup>	4.05±0.30 <sup>c</sup>	3.62±0.47 <sup>c</sup>

\* Vērtības, kas atzīmētas rindā ar vienu un to pašu burtu, būtiski neatšķiras ( $p > 0.05$ ) /  
Values, marked with the same letter in row, are not significantly different ( $p > 0.05$ )

\* PB / CF – Pilnvērtīgā barība / Compound feed

Pilnvērtīgās barības daļēja aizstāšana ar kviešu graudiem būtiski neizmaina broilera filejas un stilbu olbaltumvielu saturu un pH ( $p > 0,05$ ), bet ievērojami – par 20,84% – samazina šķiņķu olbaltumvielu saturu un par 8% palielina pH ( $p < 0,05$ ). Pilnvērtīgās barības daļēja aizstāšana ar kviešu graudiem būtiski samazina atdzesētas broilera filejas (par 58%) un šķiņķu (par 46%) cietību.

### Putnu vecuma ietekme uz atdzesētas gaļas izcirtņu kvalitāti

**Tauku saturs.** Broilera un vistas filejas un stilbu tauku saturs būtiski neatšķiras ( $p > 0,05$ ). Broilera šķiņķos tauku saturs sausnā ir par 34% lielāks nekā vistu šķiņķos. To neapstiprina zinātnieku *W. M. N. Ratnayake et al.* (1989) pētījuma rezultāti, saskaņā ar tiem kopējais tauku saturs broilera sarkanajā gaļā ir aptuveni divreiz lielāks nekā baltajā gaļā.

**Taukskābju saturs** atdzesētā broilera un vistas filejā parādīts 2. tabulā.

2. tabula / Table 2

**Taukskābju saturs atdzesētā broilera un vistas filejā, % no kopējām taukskābēm**  
*Fatty acid composition in chilled broiler and hen fillet, % from total fatty acids*

Taukskābes / <i>Fatty acids</i>	Taukskābju saturs / <i>Content of fatty acids</i>	
	broilera filejā / <i>broiler fillet</i>	vistas filejā / <i>hen fillet</i>
C15:1	1.3	0
C16:0	22.0	22.7
C16:1 n9c	3.2	0
C17:1	0.6	0
C18:0	11.8	8.3
C18:1 n9c	26.8	37.6
C18:2 n6t	3.2	3.1
C18:2 n6c	23.3	25.8
C18:3 n3	2.3	2.4
C20:3 n6	0.6	0
C20:4 n6	3.4	0
C23:0, C22:2 n6	0.7	0
C24:0	0.8	0

Broilera un vistas filejā sastopamo taukskābju vidū dominē oleīnskābe (C18:1 cis n-9), linolskābe (C18:2 cis n-6) un palmitīnskābe (C16:0). Vistas filejā nav tādu taukskābju kā cis-10-pentadekānskābe (C15:1), cis-8,11,14-

eikozatriēnskābe (C20:3 n6), arahidonskābe (C20:4 n-6), trikozānskābe (C23:0), cis-13,16-dokozadiēnskābe (C22:2 n-6) un lignocerātskābe (C24:0).

**Olbaltumvielu saturs** broilera filejā ir 88,91 g 100 g<sup>-1</sup> sausas, šķiņķos – 54,91 g 100 g<sup>-1</sup> sausas un stilbos – 69,85 g 100 g<sup>-1</sup> sausas. Olbaltumvielu saturs vistas filejā ir 90,11 g 100 g<sup>-1</sup> sausas, šķiņķos – 59,43 g 100 g<sup>-1</sup> sausas un stilbos – 66,14 g 100 g<sup>-1</sup> sausas. Broilera un vistas izcirtņiem olbaltumvielu saturs sausnā būtiski neatšķiras ( $p > 0,05$ ). Gan broilera, gan vistas filejā ir augstāks olbaltumvielu saturs nekā citos pētītajos putnu gaļas izcirtņos.

**Aminoskābju saturs** atdzesētā broilera un vistas filejā apkopots 3. tabulā.

3. tabula / Table 3

**Aminoskābju saturs atdzesētā broilera un vistas filejā, g 100 g<sup>-1</sup> sausas**  
*Amino acid composition in chilled broiler and hen fillet, g 100 g<sup>-1</sup> DW*

Aminoskābes / Amino Acids	Atdzesēta broilera fileja / Chilled broiler fillet	Atdzesēta vistas fileja / Chilled hen fillet
	AVG±SD	AVG±SD
Neaizstājamās aminoskābes, t.sk./ Essential amino acids, incl.:		
Lizīns / Lys	21.76±0.15	18.86±0.04
Treonīns / Thr	2.76±0.01	1.80±0.01
Valīns / Val	2.92±0.28	2.58±0.02
Valīns / Val	4.04±0.28	3.03±0.03
Metionīns / Met	2.53±0.13	1.51±0.02
Izoleicīns / Ile	2.17±0.18	2.22±0.04
Leicīns / Leu	4.33±0.36	4.52±0.02
Fenilalanīns / Phe	3.01±0.29	3.20±0.03
Daļēji neaizstājamās un aizstājamās aminoskābes, t.sk./ Semi-essential and non-essential amino acids, incl.:		
	30.82±0.28	30.57±0.15
Arginīns / Arg	2.83 ±0.25	4.49 ±0.26
Histidīns / His	3.00 ±0.42	2.73 ±0.06
Asparagīnskābe / Asp	4.12 ±0.13	4.11 ±0.05
Serīns / Ser	1.89 ±0.29	1.85 ±0.02
Glutamīnskābe /Glu	7.64 ±1.93	7.39 ±0.36
Prolīns / Pro	2.94 ±0.33	2.80 ±0.18
Glicīns / Gly	2.80 ±0.36	2.27 ±0.06
Alanīns / Ala	3.59 ±0.39	2.52 ±0.07
Cisteīns / Cys	0.37 ±0.01	0.14 ±0.02
Tirozīns / Tyr	1.64 ±0.12	2.27 ±0.02
Kopā / Total:	52.58±0.30	49.43±0.10

Kopējais aminoskābju saturs broilera filejā ir vidēji 52,58 g 100 g<sup>-1</sup> sausas, vistas filejā – vidēji 49,43 g 100 g<sup>-1</sup> sausas. Aminoskābju broilera filejā ir par



6% vairāk ( $p < 0,05$ ), un atšķirību rada galvenokārt neaizstājamās aminoskābes. To saturs broilera filejā ir vidēji  $21,76 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  sausas, bet vistas filejā – būtiski mazāks –  $18,86 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  sausas ( $p < 0,05$ ). Broilera filejā konstatēts augstāks neaizstājamo aminoskābju – lizīna, valīna un metionīna – saturs nekā vistas filejā, bet daļēji neaizstājamās aminoskābes – arginīna – saturs broilera filejā ir ievērojami mazāks. Gan broilera, gan vistas filejā konstatēts vislielākais glutamīnskābes saturs, un tas saskan ar *J. Sales* un *J. P. Hayes* (1996) un *Y. Probst* (2009) pētījumu rezultātiem.

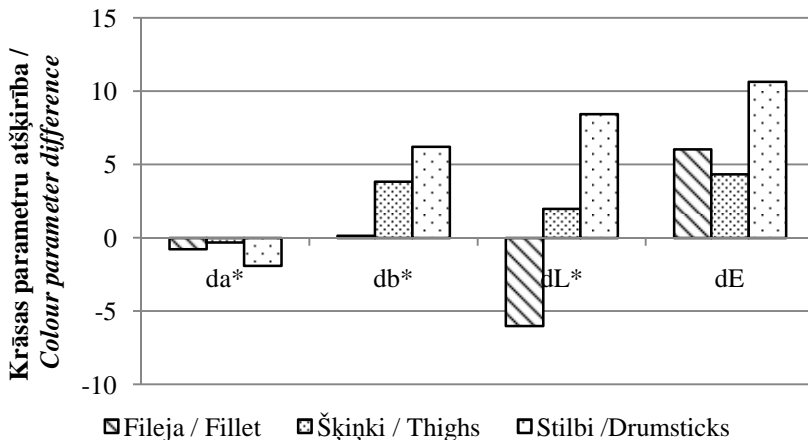
**Mitruma saturs** broilera filejā ir 74,30%, šķiņķos – 67,40% un stilbos – 73,80%. *M. Qiao et al.* (2002a) publikācijās minēts, ka mitruma saturs broilera filejā ir  $74,54 \pm 0,15\%$ , un tas sasaucas ar autores iegūtajiem rezultātiem. Turpretī *S. Jaturasitha et al.* (2008) apgalvo, ka mitruma saturs broilera filejā ir 72,10–73,70%, bet broilera šķiņķos – 72,80–75,70%, taču tas autores pētījumu ietvaros netika apstiprināts.

Mitruma saturs vistas filejā ir 72,20%, šķiņķos – 66,85% un stilbos – 70,83%. Zinātniskajā literatūrā dati par vistu izcirtņu mitruma saturu netika atrasti, bet *S. Lee* (2003) norāda, ka vistas gaļas mitruma saturs ir  $67,46 \pm 3,13\%$ , un tas ir pretrunā ar autores iegūtajiem rezultātiem. Mitruma saturs broilera un vistas šķiņķos būtiski neatšķiras ( $p > 0,05$ ). Mitruma saturs broilera filejā ir par 2,9% lielāks nekā vistas filejā. Savukārt broilera stilbiem mitruma saturs ir par 4,03% lielāks ( $p < 0,05$ ).

Broilera filejā **pH** ir 5,92, šķiņķos – 6,29 un stilbos – 6,65. Vistas filejā pH ir 5,74, šķiņķos – 7,01 un stilbos – 6,47. Broilera un vistas filejā un stilbos pH būtiski neatšķiras ( $p > 0,05$ ). Broilera šķiņķiem pH ir par 11,44% mazāks nekā vistas šķiņķiem. Iegūtie rezultāti saskan ar autoru *A. H. Varnam* un *J. P. Sutherland* (1995) norādīto, ka sarkanajos muskuļos (broilera un vistas šķiņķos un stilbos) pH ir augstāks, nekā baltajos muskuļos (broilera un vistas filejā).

**Broilera un vistas gaļas krāsa.** Broilera filejas krāsas komponente  $L^*$  ir vidēji 55,10, bet vistas filejas –  $L^*$  50,06. *A. Saláková et al.* (2009) atzīmē, ka broilera filejas krāsas  $L^*$  vērtība ir robežās no 52,24 līdz 59,40. Tas saskan arī ar *R. L. J. M. Van Laack et al.* (2000) pētījumā norādīto, ka broilera filejai raksturīga normāla krāsa, ja  $L^*$  vērtība ir 55, bet fileja, kuras  $L^*$  vērtība ir 60, izskatās bāla. Broilera filejas krāsas  $a^*$  vērtība iegūta vidēji -2,70, un tas ir pretrunā *S. Jaturasitha et al.* (2008) pētījumiem, kuros  $a^*$  vērtība norādīta robežās no -0,60 līdz 2,98, un *A. Saláková et al.* (2009) secinājums, ka krāsas  $a^*$  vērtība ir no -1,39 līdz -0,18.

Vistas gaļas izcirtņu kopējās krāsas atšķirības no atdzesētu broilera gaļas izcirtņiem 24 h pēc kaušanas apkopotas 2. attēlā.



2. att. Atdzesētu vistas un broilera gaļas izcirtņu krāsas atšķirības 24 h pēc kaušanas.

Fig. 2. Difference in colour values for broiler meat cuts comparing to hen meat cuts 24 hours after slaughter.

Salīdzinot iegūtos krāsu parametrus ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) broilera un vistas izcirtņiem, var konstatēt, ka starp broilera un vistas šķiņķiem būtiskas atšķirības nepastāv, bet starp broilera un vistas fileju un stilbiem atšķirības pastāv ( $p < 0,05$ ). Veiktie aprēķini ļauj secināt, ka broilera fileja dziļākajā slānī ir gaišāka nekā vistas fileja. Savukārt stilbu ādas krāsa broileroiem ir tumšāka nekā vistām. Ņemot vērā broilera un vistas atšķirīgās plaucēšanas temperatūras un iespējamās ādas biezuma atšķirības, stilbu āda vistām ir gaišāka nekā broileroiem, jo paaugstinātās plaucēšanas temperatūras ietekmē vistas silbu ādai varētu būt sācies vārišanās process, kas veido gaišāku krāsu. Vistas fileja ir tumšāka nekā broilera fileja, jo, iespējams, elektroapdullināšanā izvēlēts pārāk liels spriegums un putns nav pietiekami atasiņots. Vistu kaušanas procesā apdullināšanas spriegums ir viena no problēmām, jo apdullināto putnu vidējā svara svārstības ir pārāk lielas.

Virsmas defekti, tādi kā asins izplūdumi, nobrāzumi, sausās zonas, un pārāk augsta plaucēšanas temperatūra būtiski ietekmē krāsas izmaiņas. Gaļas biezums nav vienmērīgs, un slāņa biezums var ietekmēt muskulatūras krāsas mērījumus (Bianchi, Fletcher, 2002).

**Cietība** broilera filejai ir 1,46 N, šķiņķiem – 2,56 N un stilbiem – 1,68 N. Vistas filejai cietība ir 3,40 N, šķiņķiem – 3,10 N un stilbiem – 3,60 N. Filejas cietība broileroiem ir par 57% mazāka nekā vistām. Tas sasaucas ar *P. Berge et al.* (1997) atzīmēto, ka, palielinoties putnu vecumam, gaļas konsistence kļūst sīkstāka, jo kolagēna struktūrā veidojas šķērssaites. Savukārt stilbu cietība broileroiem ir par 53,33% mazāka nekā vistām. Starp vistas un

broilera šķiņķiem būtiskas cietības un mitruma satura atšķirības nepastāv ( $p > 0,05$ ).

**E vitamīna un selēna saturs.** Broilera filejā E vitamīna saturs ir 56 mg kg<sup>-1</sup> sausnas, bet vistas filejā ir 58 mg kg<sup>-1</sup> sausnas. Iegūtie rezultāti nesaskan ar autoru *H. R. Gheisari et al.* (2010) konstatēto, ka E vitamīna saturs broilera filejā ir 8 μg g<sup>-1</sup> produkta. Broilera filejā E vitamīna ir par 3,44% mazāk nekā vistas filejā, jo pētīto broileru barība satur 50 mg kg<sup>-1</sup> E vitamīna, proti, mazāk nekā vistu barība, kurā ietilpst 100 mg kg<sup>-1</sup> E vitamīna.

Broilera filejā selēna saturs ir 0,39 mg kg<sup>-1</sup> sausnas, bet vistas filejā ir 0,32 mg kg<sup>-1</sup> sausnas. M. Dūmas (2010) pētījumā konstatēts, ka selēna saturs cāļu aknās ir 0,331 mg kg<sup>-1</sup>, un tas ir ievērojami lielāks nekā broilera un vistas filejā saskaņā ar autores iegūtajiem rezultātiem. Selēna daudzums abu putnu barībā ir 0,3 mg kg<sup>-1</sup>. Broilera fileja satur vairāk selēna nekā vistas fileja.

### Uzglabāšanas laika ietekme uz atdzesētu gaļas izcirtņu kvalitāti

Pētītajā uzglabāšanas laikā broilera un vistas gaļas izcirtņu fizikālie un ķīmiskie rādītāji būtiski nemainās ( $p > 0,05$ ), un tas izskaidrojams ar glabāšanu zemā temperatūrā (1,0±0,5 °C).

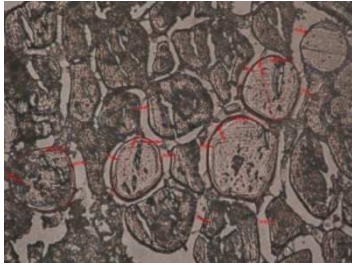
Muskuļaudu struktūra ietekmē gaļas konsistenci, kas patērētājam ir ļoti nozīmīgs radītājs. Svarīgākie faktori, kas nosaka gaļas konsistenci, ir miofibrilārās olbaltumvielas, muskuļaudu citoskelets un intramuskulārie saistaudi (Wattanachant et al., 2005; Liu et al., 1996). Ar mikroskopa palīdzību iegūto muskuļaudu šķērsriezumu mikrostruktūra redzama 3. attēlā.

No muskuļšķiedru laukumu mērījumiem aprēķināti šķiedru ekvivalentie diametri, kas apkopoti 4. tabulā.

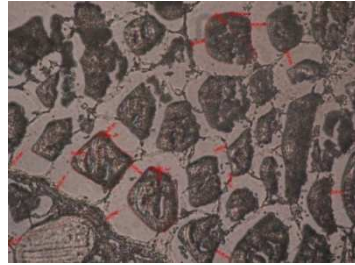
4. tabula / Table 4

### Broilera un vistas muskuļšķiedru ekvivalentais diametrs *Equivalent diameter of broiler and hen muscle fibres*

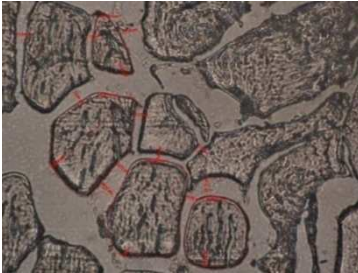
Gaļas izcirtņi / <i>Meat cuts</i>	Muskuļšķiedru ekvivalentais diametrs, μm / <i>Equivalent diameter of muscle fibre, μm</i>	
	7 h pēc kaušanas / <i>7 hours after slaughter</i>	7 dienas pēc kaušanas / <i>7 days after slaughter</i>
Broilera fileja / <i>Broiler fillet</i>	78	64
Vistas fileja / <i>Hen fillet</i>	96	63
Broilera stilbi / <i>Broiler drumsticks</i>	80	77
Vistas stilbi / <i>Hen drumsticks</i>	113	90



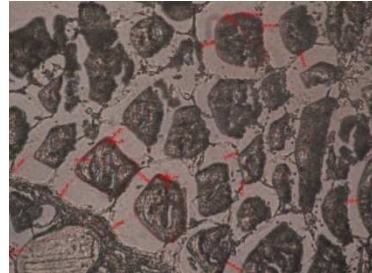
A1



A2



B1



B2

**3. att. Broilera (A) un vistas (B) filejas muskuļaudu šķērsriezums (palielinājums 10 x 40) 7 stundas pēc kaušanas (1) un 7. uzglabāšanas dienā (2).**

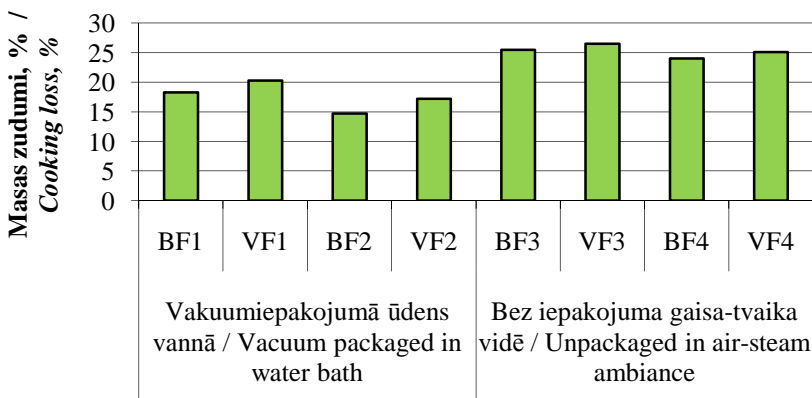
**Fig. 3. Transversial section (magnification 10 x 40) of broiler (A) and hen (B) muscle tissue fillet seven hours after slaughter (1) and on the 7<sup>th</sup> day of storage (2) after slaughter.**

Ja muskuļšķiedru diametru salīdzina ar *S. Wattanachant et al.* (2005) noteiktajiem lielumiem no 32,6 līdz 68,2  $\mu\text{m}$ , tad var secināt, ka norādītajā amplitūdā ietilpst tikai broilera un vistas filejas muskuļšķiedru diametrs 7 dienas pēc kaušanas.

## **2. Termiski apstrādātu broilera un vistas gaļas produktu kvalitātes vērtējums**

### **Marinēšanas un termiskās apstrādes ietekme uz broilera un vistas filejas fizikāliem rādītājiem**

Eksperimentāli pārbaudīta divu termiskās apstrādes veidu ietekme uz broilera un vistas filejas masas zudumiem, mitruma saturu un cietību. Broilera un vistas filejas produktu masas zudumi termiskās apstrādes procesā apkopoti 4. attēlā.



**4. att. Broilera un vistas filejas produktu masas zudumi termiskās apstrādes procesā atkarībā no receptūras un apstrādes veida,**

B – broilers, V – vista, F1, F3 – fileja bez piedevām,  
F2, F4 – fileja ar sāli, kaltētiem garšaugiem un vīnu.

**Fig. 4. Cooking loss from broiler and hen meat during heat-treatment depending on recipe and type of treatment**

B – broiler, V – hen, F1, F3 – fillet without additives,  
F2, F4 – fillet with salt, dried herbs and wine.

Pēc termiskās apstrādes vakuumpakojumā broilera filejai konstatēti par 28,23% mazāki masas zudumi, bet vistas filejai – par 23,39% mazāki nekā pēc apstrādes gaisa-tvaika vidē bez iepakojuma. Ņemot vērā, ka mitruma saturs būtiski samazinās, broilera un vistas fileju termiski apstrādājot bez iepakojuma, attiecīgi palielinās gaļas cietība.

Turpmākajiem pētījumiem izvēlēta produkta termiskā apstrāde vakuumpakojumā, jo broilera filejai, kas termiski apstrādāta vakuumpakojumā ūdens vannā, mitruma saturs ir par 2,96% lielāks nekā broilera filejai, kas termiski apstrādāta atmosfēras spiedienā gaisa-tvaika vidē ( $p < 0,05$ ). Mitruma saturs vistas filejai, kas termiski apstrādāta vakuumpakojumā ūdens vannā, ir par 2,44% lielāks, salīdzinot ar fileju, kas termiski apstrādāta gaisa-tvaika vidē ( $p < 0,05$ ). Termiski apstrādājot fileju vakuumpakojumā, tajā labāk saglabājas mitrums.

**Broilera un vistas filejas produktu receptūras izstrāde**

Latvijas iedzīvotāju pārtikas patēriņa pētījumā (2007–2009) konstatētā attiecība liecina par mazliet paaugstinātu olbaltumvielu daudzuma uzņemšanu, ko galvenokārt izraisa dzīvnieku izcelsmes produktu pārmērīga lietošana uzturā. Šā iemesla dēļ nepieciešams radīt jaunus produktus, kuros apvienoti dzīvnieku izcelsmes un augu valsts produkti.

Produktu receptūra izstrāda trijās eksperimentu sērijās, katrā no tām veicot jauno produktu hēdonisko vērtējumu, ar kuru nosaka produkta patikšanas pakāpi. Pārbaudīta filejas kombinācija ar dažādiem dārzeņiem – selerijas saknēm, sīpoliem, papriku, burkāniem – un garšvielām atšķirīgās proporcijās. Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, promocijas darbā izstrādāti šādi jauni produkti:

1. broilera fileja bez augļu un dārzeņu piedevas;
2. broilera fileja ar augļu un dārzeņu piedevu;
3. vistas fileja bez augļu un dārzeņu piedevas;
4. vistas fileja ar augļu un dārzeņu piedevu.

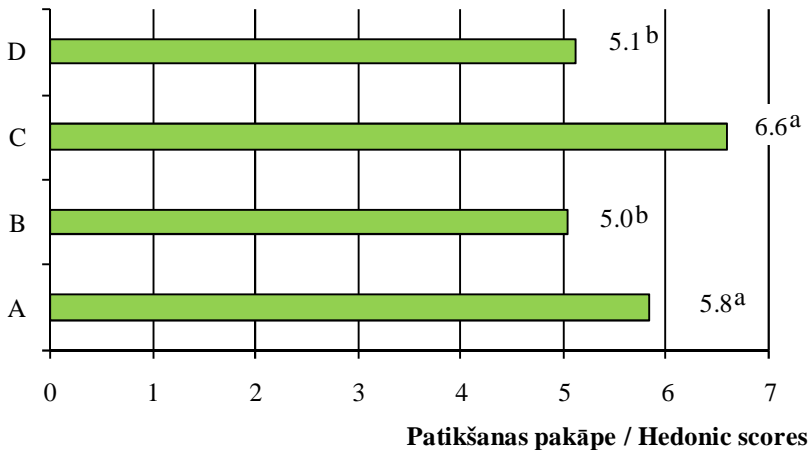
Produkti bez augļu un dārzeņu piedevas satur atdzesētu broilera vai vistas fileju, vīnu, ķiplokus, sāli, citronpiparus, kaltētas dilles un pētersīļus (skat. 5. tabulā). Produktu ar augļu un dārzeņu piedevu sastāvā ietilpst atdzesēta broilera vai vistas fileja, vīns, ķiploki, sāls, citronpipari, kaltētas dilles, pētersīļi, augļu un dārzeņu piedeva. Tā pagatavota no ābolu biezeņa, smiltsērķšķu biezeņa, rīvītiem burkāniem, sāls, cukura un ķiplokiem.

5. tabula / Table 5

**Vakuumpakojumā termiski apstrādātu broilera un vistas filejas produktu receptūras, g kg<sup>-1</sup> filejas**  
*Recipes of heat treated vacuum packaged broiler and hen fillet products, g kg<sup>-1</sup> of fillet*

Sastāvdaļas / <i>Ingredients</i>	Broilera vai vistas filejas produkti bez piedevas/ <i>Broiler or hen fillet products without additive</i>	Broilera vai vistas filejas produkti ar dārzeņu un augļu piedevu / <i>Broiler or hen fillet products with vegetable-and-fruit additive</i>
Fileja / <i>Fillet</i>	1000	1000
Rīvīti burkāni / <i>Shredded carrots</i>	0	292
Smiltsērķšķu mērce ar āboliem / <i>Sea buckthorn sauce with apples</i>	0	210
Vīns / <i>Wine</i>	96	144
Ķiploki / <i>Garlic</i>	3	3
Sāls / <i>Salt</i>	15	15
Citronpipari / <i>Lemon pepper</i>	2	2
Kaltētas dilles / <i>Dried dill</i>	1	1
Kaltēti pētersīļi / <i>Dried parsley</i>	1	1
<b>Kopā / Total</b>	<b>1118</b>	<b>1668</b>

**Izstrādāto produktu sensorais novērtējums.** Izstrādāto broilera un vistas filejas produktu ar/bez augļu un dārzeņu piedevu hēdoniskais novērtējums apkopots 5. attēlā.



\* Vērtības, kas atzīmētas ar vienu un to pašu burtu, būtiski neatšķiras ( $p > 0,05$ ) / Values, marked with the same letter, are not significantly different ( $p > 0,05$ ).

#### 5. att. Putnu gaļas produktu patikšanas pakāpes vērtējums,

A –vistas fileja bez augļu un dārzeņu piedevas; B –vistas fileja ar augļu un dārzeņu piedevu; C –broilera fileja bez augļu un dārzeņu piedevu; D –broilera fileja ar augļu un dārzeņu piedevu.

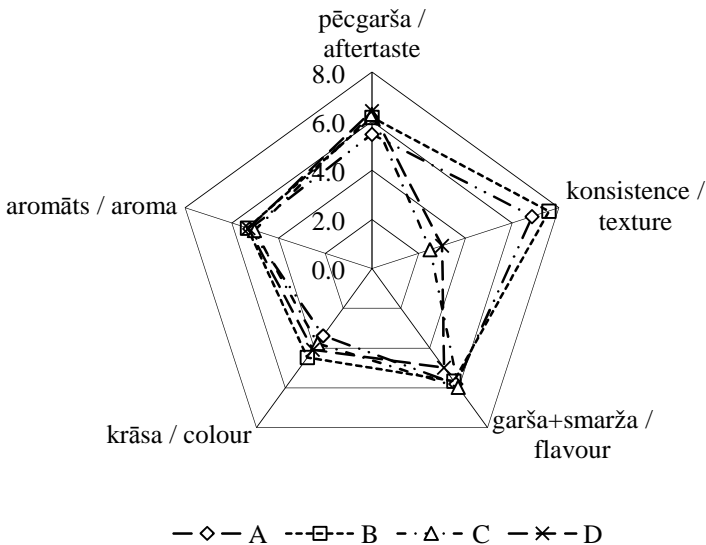
#### Fig. 5. Hedonic scores for poultry meat product samples,

A – hen fillet without additive; B – hen fillet with fruit-vegetable additive; C – broiler fillet without additive; D – broiler fillet with fruit-vegetable additive.

Datu novērtēšana, izmantojot dispersijas analīzi (ANOVA), ļauj secināt, ka paraugi būtiski atšķiras ( $F_{apr.} = 6,28 > F_{p<0,05} = 2,73$ ). Turpmākai analīzei izmantots Tjūkija tests, lai noteiktu atšķirības starp dažādiem paraugiem.

Hēdoniskā vērtējuma rezultāti liecina, ka vērtētājiem vairāk patika ( $p < 0,05$ ) broilera un vistas filejas jaunie produkti bez augļu un dārzeņu piedevas nekā produkti ar augļu un dārzeņu piedevu. Analīze parāda, ka starp parauga A un parauga C patikšanas pakāpi nav būtiskas atšķirības ( $p > 0,05$ ). Paraugi B un D neatšķiras. Paraugi C (broilera fileja bez augļu un dārzeņu piedevas) būtiski atšķiras ( $p < 0,05$ ) no paraugiem D un B (broilera un vistas fileja ar augļu un dārzeņu piedevu).

Izmantojot līniskālu tika noteikts produktu aromāts, krāsa, garša+smarža, konsistence un pēcgarša. Sensoro īpašību intensitātes novērtējums liecina, ka nav būtisku atšķirību ( $p > 0,05$ ) termiski apstrādātās vistas un broilera filejas smaržā, krāsā, garšā un pēcgaršā, taču broilera fileja, kas termiski apstrādāta vakuumpakojumā, ir mīkstāka ( $p < 0,05$ ) nekā vistas fileja (skat. 6. attēlu). Tas saskan ar iepriekš veiktajiem pētījumiem, kas norāda uz putnu vecuma ietekmi uz gaļas cietību (Chen et al., 2007).



**6. att. Sensoro īpašību intensitātes vērtējums putnu gaļas produktos,**

A –vistas fileja bez augļu un dārzeņu piedevas; B –vistas fileja ar augļu un dārzeņu piedevu; C –broilera fileja bez augļu un dārzeņu piedevas; D –broilera fileja ar augļu un dārzeņu piedevu.

**Fig. 6. Intensity of sensory properties of poultry meat products,**

A – hen fillet without additive; B – hen fillet with fruit-vegetable additive; C – broiler fillet without additive; D – broiler fillet with fruit-vegetable additive.

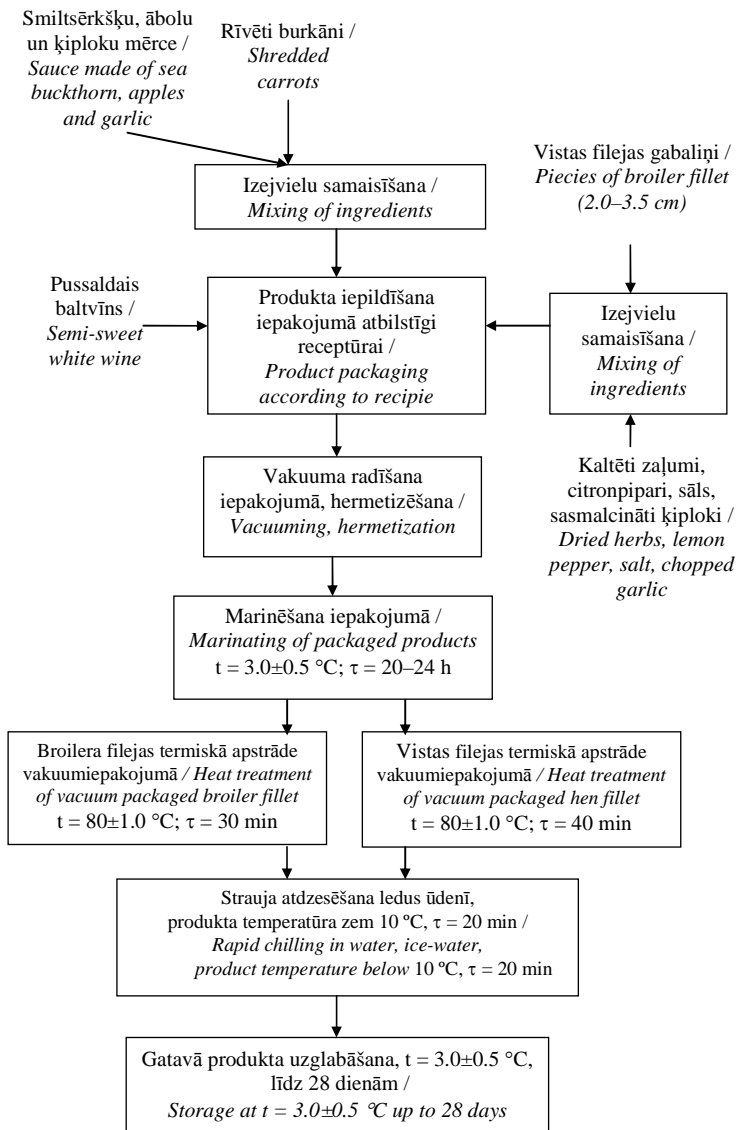
Pamatojoties uz mikrobioloģisko un sensoro analīžu rezultātiem, izstrādāta broilera un vistas filejas produktu ar/bez augļu un dārzeņu piedevu gatavošanas tehnoloģija (7. attēls).

**Jauno produktu mikrobioloģiskais novērtējums**

Svaigā putnu gaļā pēc pirmapstrādes normālos apstākļos atrodas baktērijas, kuru lielākā daļa veicina gaļas bojāšanos (Waldroup, 1996). Eksperimentālie rezultāti aprēķināti pamatojoties uz V. Levkāne et al. (2010) izstrādāto termiskās apstrādes režīmu aprēķināšanas matemātisko modeli salātiem ar gaļu un majonēzi *Sous vide* iepakojumā.

Tipiskas diagrammas broilera un vistas filejas termiskajai apstrādei vakuumpakojumā ir parādītas 8. un 9. attēlā.

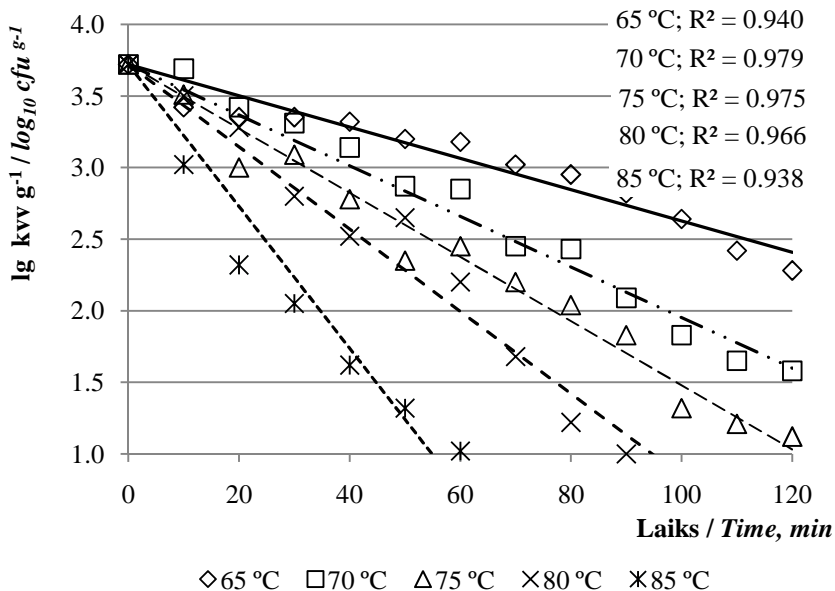




**7. att. Vakuumpakojumā termiski apstrādātas broilera un vistas filejas produktu ar/bez augļu un dārzeņu piedevas ražošanas tehnoloģiskā shēma.**

**Fig. 7. Technological scheme for production of heat treated vacuum packaged broiler or hen fillet products with/without fruit-vegetable additive.**

Decimālās redukcijas laiks (D vērtība), uzturot nemainīgu termiskās apstrādes temperatūru 65–85 °C diapazonā, broilera filejai bez augļu un dārzeņu piedevas ir robežās no 94 līdz 20 minūtēm, bet broilera filejai ar augļu un dārzeņu piedevu – no 43 līdz 8 minūtēm. Līdzīgi *M. S. Rahman et al.* (2004) iegūtajiem rezultātiem autore secina, ka paaugstinoties temperatūrai, D vērtības ievērojami samazinās, un tas liecina, ka, paaugstinoties temperatūrai, pieaug arī mikroorganismu letālais efekts.



**8. att. Izdzīvojušo MAFAM logaritms vakuumpakojumā termiski apstrādātā broilera filejā bez augļu un dārzeņu piedevas.**

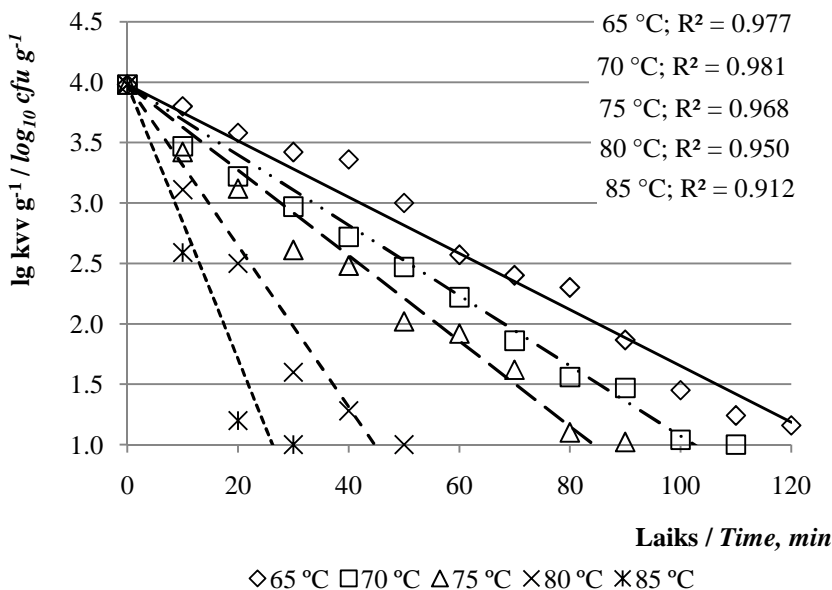
**Fig. 8. Survivor curves showing logarithmic order of death for total aerobic plate count for heat treated broiler fillet without fruit-vegetable additive.**

Augļu un dārzeņu piedeva veicina mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu (MAFAM) inaktivāciju filejas produktu termiskajā apstrādē vakuumpakojumā, jo šādos produktos ir zemāka pH vērtība. Tātad, lai samazinātu MAFAM skaitu filejas produktos ar augļu un dārzeņu piedevu, nepieciešams īsāks laiks, un tas varētu radīt energoresursu ietaupījumu.

Temperatūrai paaugstinoties, mikroorganismu D vērtība samazinās eksponenciāli. Taču faktiski D vērtība nesamazinās pilnīgā apmērā dažādu dabisku variāciju un eksperimentālu kļūdu dēļ (Hyytia-Trees et al., 2000; Murina et al., 2002).

D vērtību ietekmē dažādi faktori, piemēram, termiskās apstrādes temperatūras, un tā mainās logaritmiski attiecībā pret apstrādes laiku. Šīs

attiecības aprakstošās līknes slīpumu izsaka kā temperatūras starpību  $Z$ , kas nepieciešama, lai līkne šķērsotu vienu  $\log$  ciklu (Teixeira, 1992; Garbutt, 1997; Drive, Bozeman, 1999; McCormick et al., 2003).



**9. att. Izdzīvojušo MAFAM logaritms vakuumpakojumā termiski apstrādātā broilera filejā ar augļu un dārzeņu piedevu.**

**Fig. 9. Survivor curves showing logarithmic order of death for total aerobic plate count for heat treated broiler fillet with fruit-vegetable additive.**

Pamatojoties uz iepriekš veiktajiem eksperimentiem un aprēķiniem, iegūst empīrisku izteiksmi  $D$  vērtības (MAFAM kvv skaita samazināšanai par vienu kārtu nepieciešamā laika) aprēķinam temperatūru diapazonā  $65\text{ °C} < t < 85\text{ °C}$ :

$$D = a \cdot e^{-bt}, \quad (3)$$

$D$  – decimālās redukcijas laiks, min

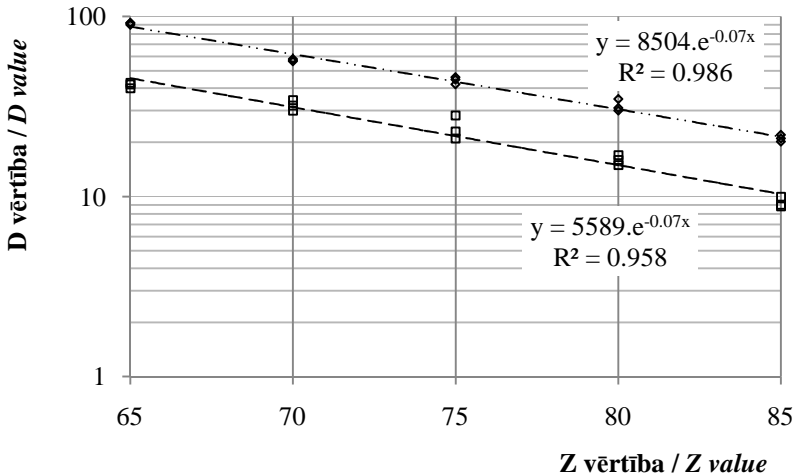
$t$  – termiskās apstrādes temperatūra, °C

$a, b$  – eksperimentāli koeficienti (skat. 6. tabulu).

**Koeficienti D vērtības aprēķinam**  
**Coefficients for D value calculation**

Produkta veids / Type of product	Koeficientu eksperimentālās vērtības / Experimental values of coefficients	
	a	b
Fileja bez augļu dārzeņu piedevas / <i>Fillet without fruit-vegetable additive</i>	8504	0.07
Fileja ar augļu dārzeņu piedevu / <i>Fillet with fruit-vegetable additive</i>	5589	0.07

D vērtības attiecībā pret temperatūru, Z vērtības noteikšanai, redzamas 10. attēlā. Šīs liknes slīpuma apgrieztā lieluma absolūtā vērtība ir Z vērtība. Praktiskajā aspektā tas parāda, cik uzņēmīga pret temperatūras izmaiņām ir konkrētā mikroorganismu populācija (MAFAM) (Hyttia-Trees et al., 2000; Murphy et al., 2000; Murina et al., 2002).



- ◊ Broilera fileja bez augļu un dārzeņu piedevas /  
Broiler fillet without fruit-vegetable additive
- ▣ Broilera fileja ar augļu un dārzeņu piedevu /  
Broiler fillet with fruit-vegetable additive

**10. att. D vērtība atkarībā no temperatūras, Z vērtības noteikšanai.**  
**Fig. 10. Correlation between D value and temperature for calculation of Z values.**

Rezultātu analīze parāda, ka broilera filejas termiskās apstrādes procesu vakuumpakojumā raksturo Z vērtības 34 °C un 27 °C, attiecīgi, termiski apstrādātā broilera filejā bez augļu un dārzeņu piedevas un broilera filejā ar augļu un dārzeņu piedevu. Tas norāda, ka inaktivācijas mehānisms mainās atkarībā no produkta veida.

Aprēķinātās D un Z vērtības un to sakarības, kas raksturīgas putnu gaļas produktu termiskai apstrādei vakuumpakojumā, ļauj paredzēt drošu paņēmieni konkrētu broilera un vistas filejas produktu ražošanai.

### **Vakuumpakojumā termiski apstrādātas broilera un vistas filejas produktu fizikālie un ķīmiskie rādītāji**

**Ūdens aktivitāte, pH un mitruma saturs** atdesētos, marinētos un termiski apstrādātos broilera un vistas filejas produktos ar/bez augļu un dārzeņu piedevas redzams 7. tabulā. Filejas pH samazinājumu marinēšanas procesā rada pievienotā augļu un dārzeņu piedeva, kuras sastāvā ietilpst gan smiltsērķšķi, gan āboli, kas satur organiskās skābes.

Marinēšanas laikā broilera filejai bez augļu un dārzeņu piedevas mitruma saturs palielinājās par 1,85%, bet vistas filejai bez augļu un dārzeņu piedevas mitruma saturs palielinājās par 2,16%. Mitruma saturs broilera un vistas filejā ar/bez augļu un dārzeņu piedevas marinēšanas procesā palielinās un to varētu izskaidrot ar autoru *K. S. Rhee* un *Y. A. Ziprin* (2001) minēto, ka nātrija hlorīds (NaCl) padara gaļu mīkstāku, palielinot jonu stiprību, uzlabo garšu un ūdens saistīšanas spēju, bet lielā koncentrācijā tas arī nomāc mikroorganismu attīstību, darbojoties kā konservants. Mitruma saturs ir būtiski lielāks marinētai broilera un vistas filejai ar augļu un dārzeņu piedevu nekā bez šīs piedevas ( $p < 0,05$ ), jo augļi un dārzeņi satur salīdzinoši daudz ūdens. Mitruma saturs burkāniem ir 88,7%, bet sāļajai smiltsērķšķu mērcei – 92,0%.

Pēc termiskās apstrādes mitruma saturs broilera filejā bez piedevas samazinās par 8,86%, bet vistas filejā bez piedevas – par 9,98%. Kā liecina *E. Chiavaro et al.* (2009) pētījumi, gaļas termiskās apstrādes laikā notiek miofibrillu olbaltumvielu denaturācija, kas izmaina gaļas ūdens saistīšanas spēju. Olbaltumvielām saraujoties, samazinās miofibrillu telpa un tajā esošais ūdens tiek izspiests apkārtējā vidē.

Broilera un vistas filejas produktu ķīmiskais sastāvs parādīts 8. tabulā.

Vistas filejai raksturīgs mazāks mitruma saturs nekā broilera filejai. Vairāki pētījumi liecina, ka palielinoties vistu vecumam, muskuļu saistaudu izmaiņu ietekmē pieaug intramuskulālo tauku saturs, intramuskulāro lipīdu piesātinātība, mioglobīna koncentrācija un sīkstums (Murphy et al., 2001).

7. tabula / Table 7

**Ūdens aktivitāte, pH un mitruma saturs atdzesētos, marinētos un termiski apstrādātos broilera un vistas filejas ar/bez augļu un dārzeņu piedevu produktos / Water activity, pH and moisture content in chilled, marinated and heat treated vacuum packed broiler and mature hen fillet with/without fruit and vegetable additive**

<b>Produkta nosaukums / Type of product</b>	<b>Ūdens aktivitāte / Water activity</b>	<b>pH</b>	<b>Mitruma saturs, % / Moisture content, %</b>	
Atdzesēta fileja / <i>Refrigerated fillet</i>	broilera / <i>broiler</i>	0.992±0.001	5.91±0.10	74.3±0.50
	vistas / <i>hen</i>	0.993±0.001	5.74±0.16	72.20±0.50
Marinēta fileja bez augļu un dārzeņu piedevas/ <i>Marinated fillet without fruit- vegetable additive</i>	broilera / <i>broiler</i>	0.986±0.001	5.83±0.31	75.71±0.30
	vistas / <i>hen</i>	0.986±0.001	5.68±0.15	73.80±0.52
Marinēta fileja ar augļu un dārzeņu piedevu / <i>Marinated fillet with fruit- vegetable additive</i>	broilera / <i>broiler</i>	0.987±0.001	5.29±0.12	76.50±0.50
	vistas / <i>hen</i>	0.987±0.001	5.14±0.11	74.80±0.50
Vakuumpakojumā termiski apstrādāta fileja bez augļu un dārzeņu piedevas/ <i>Heat treated vacuum packaged fillet without fruit- vegetable additive</i>	broilera / <i>broiler</i>	0.976±0.001	6.10±0.05	69.00±0.30
	vistas / <i>hen</i>	0.977±0.001	5.94±0.05	66.43±0.30
Vakuumpakojumā termiski apstrādāta filejas ar augļu un dārzeņu piedevu / <i>Heat treated vacuum packaged fillet with fruit-vegetable additive</i>	broilera / <i>broiler</i>	0.984±0.001	5.73±0.04	70.56±0.30
	vistas / <i>hen</i>	0.984±0.001	5.50±0.04	68.10±0.30

**Atdzesētas broilera un vistas filejas un vakuumpakojumā termiski  
apstrādāto filejas produktu ķīmiskais sastāvs**  
*Chemical composition of chilled fillet and heat treated  
vacuum packaged broiler and hen fillet products*

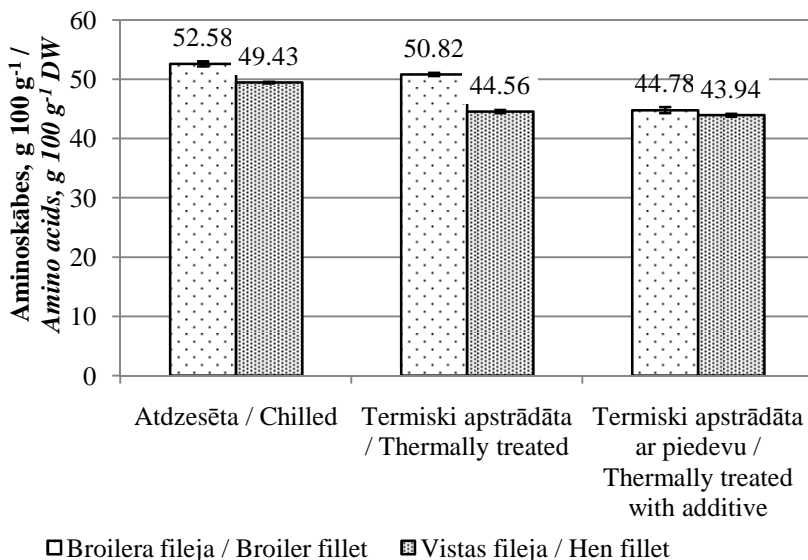
Produkta nosaukums / <i>Type of product</i>		Rādītāji, g 100 g <sup>-1</sup> sausnas / <i>Indices, g 100 g<sup>-1</sup> DW</i>		
		Olbaltumvielas/ <i>Proteins</i>	Tauki / <i>Fat</i>	Pelvielas / <i>Ash</i>
<b>Broilera fileja / Broiler fillet</b>	atdzesēta / <i>chilled</i>	88.91±3.79	6.61±0.94	4.47±0.26
	termiski apstrādāta bez piedevas / <i>heat treated without additive</i>	85.21±2.50	5.87±0.70	7.61±0.30
	termiski apstrādāta ar piedevu / <i>heat treated with additive</i>	86.83±2.45	5.49±0.75	6.29±0.30
<b>Vistas fileja/ Hen fillet</b>	atdzesēta / <i>chilled</i>	90.11±1.47	5.76±0.57	4.14±0.17
	termiski apstrādāta bez piedevas/ <i>heat treated without additive</i>	86.76±1.50	5.81±0.40	6.23±0.20
	termiski apstrādāta ar piedevu / <i>heat treated with additive</i>	87.02±1.75	5.93±0.50	5.78±0.25

Termiskās apstrādes procesā vakuumpakojumā tauku saturs saunā broilera filejā kļūst mazāks, bet vistas filejā – lielāks. Tas izskaidrojams ar ievērojami atšķirīgo taukskābju un aminoskābju kvantitatīvo un kvalitatīvo sastāvu broilera un vistas filejā, jo tas var ietekmēt olbaltumvielu un tauku šķīdību un termisko izturību.

Termiskās apstrādes procesā novērots filejas masas zudums, ko rada mitruma, tauku un šķīstošo olbaltumvielu zudumi. Agrākie pētījumi liecina, ka ūdens saturs mainījies no 72,5 g 100 g<sup>-1</sup> liesā cāļa gaļā uz 67,9 g 100 g<sup>-1</sup> krāsni ceptā cāļi, kamēr olbaltumvielu saturs – attiecīgi no 20,2 g 100 g<sup>-1</sup> uz 24,5 g 100 g<sup>-1</sup> (Kumar, Aalbersberg, 2006).

Kopējais aminoskābju saturs (11. attēls) vistas filejā ir mazāks nekā broilera filejā.

Augstākais kopējais aminoskābju saturs starp vērtētajiem paraugiem konstatēts atdzesētā broilera filejā 52,16 g 100 g<sup>-1</sup> sausnas. Tas pēc termiskās apstrādes samazinās līdz 50,82 g 100 g<sup>-1</sup> sausnas filejā bez piedevas un līdz 44,78 g 100 g<sup>-1</sup> sausnas filejā ar augļu un dārzeņu piedevu. Līdzīgi aminoskābju zudumi novēroti arī vistas filejas produktos, bet tie būtiski neatšķiras termiski apstrādātos vistas filejas produktos ar/bez augļu un dārzeņu piedevu (p > 0,05).



**11. att. Kopējais aminoskābju saturs broilera un vistas filejas produktos.**

**Fig. 11. Total content of amino acids in broiler and hen fillet and their products.**

Kopējais aminoskābju saturs termiskās apstrādes ietekmē vakuumā iepakotā broilera filejā samazinās par 5,8%. Tomēr broilera filejas ar augļu un dārzeņu piedevu termiskajā apstrādē novērots ievērojami lielāks aminoskābju zudums (14,8%). Tas, iespējams, saistīts ar zemāku pH produktos, kuriem pievienota augļu un dārzeņu piedeva, kā arī aminoskābju mijiedarbību ar bioloģiski aktīvajām vielām, kas sastopamas augļos un dārzeņos. Termiski apstrādātā vistas filejā ar/bez augļu un dārzeņu piedevas kopējo aminoskābju saturs samazinās vidēji par 10,7%, salīdzinot ar aminoskābju saturu atdzesētā vistas filejā pirms pārstrādes.



### 3. Vakuumpakojumā termiski apstrādātu broilera un vistas gaļas produktu kvalitāte uzglabāšanas laikā

Vakuumpakojumā termiski apstrādātu broilera un vistas gaļas produktu fizikālie rādītāji – ūdens aktivitāte, pH un mitruma saturs – noteikti produkta 0., 7., 10., 14., 21., 28. uzglabāšanas dienā.

Izstrādāto broilera un vistas filejas produktu ūdens aktivitāte, pH, E vitamīna, selēna saturs būtiski nemainās ( $p > 0,05$ ) 28 dienu uzglabāšanas laikā. Mitruma saturs broilera un vistas filejas produktiem bez augļu un dārzeņu piedevas uzglabāšanas laikā palielinās par 1%, bet produktiem ar augļu un dārzeņu piedevu – par apmēram 1,15% ( $p < 0,05$ ).

Uzglabāšanas perioda beigās masas zudumi broilera filejas produktiem bez augļu un dārzeņu piedevas ir 12% no neapstrādātās filejas masas, vistas filejas produktiem bez augļu un dārzeņu piedevas ir 14%. Broilera filejas produktiem ar augļu un dārzeņu piedevu masas zudumi uzglabāšanas perioda beigās ir 14%, bet vistas filejas produktiem ar augļu un dārzeņu piedevu ir 17%.

Ņemot vērā, ka uzglabāšanas laikā produkts saista ūdeni, kas atrodas vakuumpakojumā, un produkta mitruma saturs palielinās, produkta cietība samazinās. Cietība broilera filejas produktiem bez augļu un dārzeņu piedevas uzglabāšanas laikā samazinās par 29,25%, bet vistas filejas produktiem bez piedevas – par 22,53%. Cietība broilera filejas produktiem ar augļu un dārzeņu piedevu uzglabāšanas laikā samazinās par 29%, bet vistas filejas produktiem ar piedevu – par 27,71% ( $p < 0,05$ ).

Ņemot vērā, ka uzglabāšanas laikā produkts turpina saistīt ūdeni, kas atrodas vakuumpakojumā, un produkta mitruma saturs palielinās, rezultātā produkta cietība samazinās ( $p < 0,05$ ).

Broilera un vistas filejas produktu uzglabāšanas laikā  $3,0 \pm 0,5$  °C temperatūrā līdz 28 dienām nav konstatēta *Enterobacteriaceae* dzimtas, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* klātbūtne. Mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaits uzglabāšanas laikā būtiski nemainās ( $p > 0,05$ ), un tas apliecina, ka produktu var droši lietot uzturā.

## SECINĀJUMI

1. Pilnvērtīgās barības daļēja aizstāšana ar kviešu graudiem (10%) būtiski nemaina broilera filejas un stilbu olbaltumvielu, tauku un pelnvielu saturu, bet būtiski samazina olbaltumvielu saturu broilera šķiņķos. Broilera gaļas izcirtņiem raksturīgs lielāks mitruma saturs, mazāka cietība un mazāks muskuļšķiedru laukums nekā vistas gaļas izcirtņiem ( $p < 0,05$ ).
2. Termiskajā apstrādē vakuumpakojumā, salīdzinot ar termisko apstrādi gaisa-tvaika vidē bez iepakojuma, labāk saglabājas mitrums (broilera filejā mitruma saturs ir par 3,5%, bet vistas filejā – par 3,25% lielāks) un

vērojami mazāki masas zudumi (broilera filejā – par 28,23%, bet vistas filejā – par 23,39%).

3. Izstrādāti jauni broilera un vistas filejas produkti ar burkāniem un smiltsērķšķu mērci (augļu un dārzeņu piedevu), kuru sagatavošana ietver marinēšanu, termisko apstrādi vakuumpakojumā un strauju atdzesēšanu.
4. Vakuumā iepakotai broilera filejai bez augļu un dārzeņu piedevas termiskās apstrādes D vērtība atkarībā no temperatūras režīma (65 līdz 85 °C) ir robežās no 92 līdz 20 minūtēm un Z vērtība ir 34 °C, bet broilera filejai ar augļu un dārzeņu piedevu D vērtība ir robežās no 43 līdz 9 minūtēm un Z vērtība ir 27 °C, jo piedeva veicina mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaita samazināšanos. Tas skaidrojams ar zemāku vides pH produktā ar augļu un dārzeņu piedevu.
5. Termiskās apstrādes procesa ietekmē broilera filejas sausnā samazinās mitruma, olbaltumvielu un tauku saturs, bet palielinās pelnvielu saturs. Turpretī vistas filejas sausnā samazinās mitruma un olbaltumvielu saturs, bet palielinās tauku un pelnvielu saturs. Broilera filejā ar augļu un dārzeņu piedevu konstatēts lielāks kopējā aminoskābju satura relatīvais samazinājums (14,8%), salīdzinot ar produktiem bez piedevas (5,8%).
6. Sensoro īpašību intensitātes novērtējums liecina, ka nav būtisku atšķirību ( $p > 0,05$ ) vakuumpakojumā termiski apstrādātu broilera un vistas filejas produktu smaržā, krāsā, garšā un pēcgaršā, taču termiski apstrādāti broilera filejas produkti ir mīkstāki ( $p < 0,05$ ) nekā vistas filejas produkti.
7. Izstrādāto broilera un vistas filejas produktu ūdens aktivitāte, pH un mikrobioloģiskie rādītāji būtiski nemainās ( $p > 0,05$ ) 28 uzglabāšanas dienu laikā, un tas apliecina, ka produktu var droši lietot uzturā.

## IETEIKUMI RAŽOTĀJIEM

1. Gaļas produktu sortimenta paplašināšanai ieteicams piedāvāt patērētājiem vakuumpakojumā termiski apstrādātu fileju, kuras uzglabāšanas laiks ir 28 dienas.
2. Ieteicams ražot tieši fileju ar augļu un dārzeņu piedevu, jo tā veicina mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu inaktivāciju produktu termiskajā apstrādē vakuumpakojumā. Šādiem produktiem raksturīga zemāka pH vērtība, tādēļ MAFAM skaita samazināšanai nepieciešams īsāks laiks, un tas ļauj ietaupīt energoresursus.
3. Augstvērtīgu filejas produktu var iegūt, ja to bagātina ar smiltsērķšķu mērci (augļu un dārzeņu piedevu), kas ir bagāts E vitamīna avots. Šāds gaļas produkts satur vairāk E vitamīna, kas ir dabīgs antioksidants.

## TOPICALITY OF THE RESEARCH

There is observed a greater increase in production capacity in the branch of poultry meat production than in other branches of meat production in the world. It is facilitated by the growing demand connected with trends of meat consumption. On the world market, poultry meat production capacity has risen from 69 million tons in 2000 up to 97.7 million tons in 2010, which means increase for 35% during the last decade (Poultry Meat..., 2010). Tendency of increase in poultry meat production volume is anticipated also in the next years, because increase in population is anticipated in the world, especially in developing countries.

During recent decades a tendency of growth in poultry meat consumption is being observed in many countries of the world (Recuserreccion, 2003; McCarthy et al., 2004; Martinez Michel et al., 2011; Pouta et al., 2011). These changes started already in 1990-ies, when *W. Verbeke* and *J. Viaene* (1999) named the attitude of the customers towards wholesomeness, harmlessness, taste of the meat products, the protection of environment and animal welfare as the main reasons for the changes. *M. McCarthy et al.* (2004) in their turn point to the changes in the lifestyle of the customers, for example, meat is mainly purchased in supermarkets, where assortment of already packaged poultry meat cuts and their semifinished products and ready-to-eat chilled food is extending; thus the customers can save time for food preparation. Customers' conception about poultry meat wholesomeness and lower price in comparison to pork and beef also plays a role. There are several reasons for the broiler meat popularity growing: benefit or value against price in comparison to other foodstuffs; low fat content; it is easily and fast prepared; varied products could be obtained; it is suitable for everyday meal.

In EU countries consumption of poultry meat has changed only a little during the period from 2000 until 2007, however, it has increased approximately twice in the Eastern European countries including Latvia. Poultry farming as an independent branch exists in Latvia since sixties of the 20 century. There are a few data about hen meat quality published in Latvia. In the Research Institute "Sigra" studies on broiler chicken feeding, productivity and production quality have been performed. Any published scientific studies on the quality of breed hen meat were not found.

Success in the branch of poultry meat production and processing is connected probably to observation of the above mentioned factors, because this branch offers a variety of semifinished products, ready-to-eat food and products that conform to customers' conception about wholesomeness. Therefore the demand grows for minimally processed ready-to-eat products with a prolonged shelf life. Varied modern technologies could be used in order to achieve this goal, including the *Sous vide* technology. This technology is thermal processing of a product in vacuum packaging developed in France in mid 70-ies of the

20th century (Creed, Reeve, 1998). *Sous vide* technology is based mainly on thermal processing of a vacuum packaged product at temperature 65–95 °C and its storage in a chilled condition (1 to 4 °C). Duration heat treatment process is chosen to ensure pasteurization effect that reduces considerably the count of microorganisms and prolongs the shelf life as a result. However, the commercial sterility of the product is not ensured by this process. At choosing thermal processing regimes (temperature–time) for protein-rich products there is often a tendency to set forward the task of preserving the quality of a product as the primary, a lesser weight giving to inactivation of microorganisms, which being related to product safety reduces the shelf life (Gonzalez-Fandos et al., 2005).

Heat treatment in vacuum packaging contributes to diminishing protein denaturation during heating, decreasing the loss of meat juice and aroma compounds, at the same time prolonging storage in comparison to traditional methods of preparation. There are no studies performed in Latvia up to now on poultry meat thermal treatment in vacuum packaging and development of any new products made using this technology.

**Object of the research** of the Doctoral Thesis is meat from broilers and parents stock hens (further – broiler and hen meat) grown in Latvia and products of its processing.

**Aim of the Doctoral Thesis** is to investigate quality of meat from broilers and hens grown in Latvia and evaluate its changes during heat treatment process in vacuum packaging.

In order to achieve the aim of work, **objectives** were set up as follows.

1. To investigate physical and chemical parameters of chilled meat cuts from broilers and hens grown in Latvia.
2. Evaluate impact of heat treatment on the physical parameters of the broiler and hen fillet.
3. Work out new broiler and hen meat products by using fruits and vegetables.
4. Evaluate influence of heat treatment regimes applied to vacuum-packaged broiler fillet on the total plate count (D and Z values).
5. Evaluate changes of physical and chemical parameters of vacuum-packaged broiler and hen fillet with/without fruit-vegetable additive in the heat treatment process.
6. Perform sensory evaluation of the new created products.
7. Evaluate quality of the new vacuum-packaged and heat treated broiler and hen fillet products during their storage time.

### **Novelties of the Doctoral Thesis and the scientific importance.**

1. Quality of meat from parents stock meat breed hens grown in Latvia has been investigated.
2. New products have been worked out from broiler and hen fillet with carrot and sea buckthorn sauce additive by using heat treatment in vacuum-packaging. Technological method of the product preparation has been registered in the Patent Office of the Republic of Latvia with the Patent No 14095.
3. For the first time in Latvia – changes of physical and chemical parameters of broiler and hen meat products: fillet with spices and fruit-vegetable additive have been investigated during the heat treatment process in vacuum packaging and the storage time.

### **The economic significance of the Doctoral Thesis.**

1. Quality parameters of broiler and hen meat determined in experiments can be used by producers in meat production and processing.
2. Assortment of broiler and hen meat products has been widened by a “ready-to-eat” product.
3. Fruit-vegetable additive facilitates inactivation of total plate count in the fillet products during heat processing in vacuum package, enabling thus to save energy.

## **APPROBATION OF THE RESEARCH WORK**

The research results have been reported at 10 International scientific conferences and congresses in Estonia, France, Hungary, Germany, Latvia, Poland, Russia, and Spain (see the list on pages 6–7).

The research results are reflected in 8 scientific manuscripts (see the list on pages 7–8).

The theme of the scientific study and its elaboration is connected with the project “Technologies of production of new food products rich in functional components” of the State Research Program in agrobiotechnology “Innovative technologies for production of high-value, safe and healthy products from genetically, physiologically and biochemically diverse raw materials of plant and animal origin”.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Time and place of the research**

Research has been performed from September, 2007 till December, 2010.

- At the Faculty of Food Technology of Latvia University of Agriculture.

- At the Laboratory of Packaging Material Investigations - pH, content of moisture, water activity, hardness, colour, preparation and heat treatment of vacuum packaged broiler and hen meat.
- At the Laboratory of Microbiology – detected *E.coli*, *Salmonella* spp., lactic acid bacteria, *Pseudomonas* bacteria, *Listeria* genus bacteria, count of yeast cells, and analysed meat microstructure.
- At the Laboratory of Sensory Evaluation of Food Products – determination of hedonic scores of the heat treated vacuum packaged products, determination of intensity of the sensory properties.
- At the Institute of Food Safety, Animal Health and Environment „BIOR” – content of fat, content of protein, content of ash, content of selenium, the qualitative and quantitative content of fatty acids.
- At the Biology Institute of Latvia University – content of vitamin E.
- At the Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine „Sigra” of Latvia University of Agriculture - the qualitative and quantitative content of amino acids.
- At the laboratory „Auctoritas” of Ltd. „Food Hygiene” – count of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (total plate count).

### **Materials used in the research**

In the research Ross 308 cross broilers and breed hens were used. Birds were grown in a local enterprise, where growing and processing of broilers is realized according to closed technological principle, which includes all technological processes, starting from egg production and ending by poultry processing and realization. For the purpose of lowering the broiler growth cost, combined feed for broilers is partly substituted by wheat grains. For the research purposes broilers fed only by the compound feed were chosen, or broilers for which 10% of their compound feed was substituted by wheat grains.

For determination of changes of meat physical and chemical parameters during storage time, broiler and hen meat cuts were used in research: breast muscle (further – fillet) (*m. pectoralis major*), thighs (*m. biceps femoris*) and drumsticks (*m. gastrocnemius*; *m. fibularis longus*).

Apart from the poultry meat there was used salt, dried dill, parsley, white wine, garlic for preparation of the pasteurized vacuum packaged products. A part of the prepared product was supplemented by carrots mixed with sea buckthorn sauce, further in the text called fruit-vegetable additive. The composition of sea buckthorn sauce included apple puree, sea buckthorn puree, carrots, as well as spices, salt, sugar and garlic.

Poultry meat was purchased from the biggest poultry meat producer in Latvia. Spices, white wine, carrots and garlic were purchased at retailers. Sea

buckthorn sauce was prepared and supplied from Latvia State Institute of Fruit-Growing in Dobele.

### Structure of the research

In the research influence of the feed composition, birds age and storage time on the quality of broiler and hen meat cuts (fillets, thighs, drumsticks) were evaluated, as well as new products were developed – pasteurized vacuum-packaged broiler and hen meat fillet with/without fruit-vegetable additive, evaluating their physical and chemical parameters, sensory properties and microbiological indices (see Fig. 1).

The determined parameters and the used methods in the Doctoral Thesis:

#### 1) chemical parameters:

- the content of protein (%) was determined by the method LVS ISO 937:1978;
- the content of fat (%) was determined by the method LVS ISO 1443:1973;
- the content of ash (%) was determined by the method ISO 936:1996;
- the content of amino acids ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  of dry matter) was determined by the method LVS ISO 13903:2005 of high performance liquid chromatography (HPLC-MS);
- the content of fatty acids (% from total fatty acids) was determined by gas-liquid chromatography detected according to the method described by Aldai et al. (2006);
- determination of the content of vitamin E ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) was based on the ability of tocopherols to oxidize (AOAC Official Method 971.30);
- the content of selenium ( $\text{mg } \text{kg}^{-1}$ ) was determined by a modified method of atom absorption AOAC 986.15;

#### 2) physical parameters:

- water activity was determined by using equipment AquaLab LITE (Decagon Devices Inc, USA);
- the pH was determined by using pH meter Jenway 3510 (UK);
- the content of moisture (%) was determined by using method LVS ISO 1442:1997;
- colour  $L^* a^* b^*$  measurements were performed by using Color Tec-PCM device (Accuracy Microsensors Inc., USA);
- the method of microstructure analysis – microstructure of hen and broiler muscles was determined by using the tri-ocular microscope „Axioskop 40” of the company „Zeiss”;
- for the determination of cooking loss the product samples were weighed before marinating and thermal treatment. The product was weighed after thermal treatment and chilling, when taken out of packaging and when the

exuded solution was drained. Loss of the mass was calculated by the formula (1).

$$M_{m.z.} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

$M_{m.z.}$  – cooking loss, %;

$m_1$  – mass of the fillet product before marinating and packaging, kg;

$m_2$  – mass of the fillet product after heat treatment, kg.

- for the calculation of the loss of mass during the heat treatment and storage the productsamples were weighed before marinating and thermal treatment and after storage. Following the procedure described at the determination of the cooking loss, the calculation was performed according to formula (2).

$$M_{m.i.} = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

$M_{m.i.}$  – loss of product mass during its heat treatment and storage, %;

$m_1$  – mass of the chilled meat, kg;

$m_3$  – mass of heat treated and stored meat, kg.

- determination of hardness – analysis of texture of chilled poultry meat was performed by using TA.XT.Plus Texture Analyser (Stable Microsystems, UK);

**3) sensory evaluation** - there were two methods (ISO 4121:2003) used for sample analyses of the vacuum-packaged heat-treated broiler and hen fillet with/without fruit-vegetable additive:

- for evaluation of intensity of the sensory properties the line-scale method was used;
- for determination of the hedonic scores (degree of liking) of the products the nine-point hedonic scale was used.

#### **4) microbiological analyses:**

- the total count of microorganisms in meat samples was determined by using meat peptone agar medium, incubating for 48 h at 37 °C;
- the count of *Enterobacteriaceae* was determined by using VRBD (Violet Red Bile Dextrose Agar) (*E.coli* and *Salmonella* spp.), incubating for 24 h at 37 °C;
- the count of lactic acid bacteria was determined by using MRS agar medium, incubating for 72 h at 30 °C;
- the total count of proteolytic bacteria was determined by using skimmed milk agar medium, incubating for 48 h at 37 °C;
- the presence of *Pseudomonas* bacteria was determined by using *Pseudomonas* selective agar medium, incubating for 48 h at 37 °C;
- the presence of *Listeria* genus bacteria was determined by using *Listeria* agar medium, incubating for 48 h at 37 °C;



- the count of yeast cells was determined by using the malt extract agar medium, incubating for 48 h at 30 °C;
- the count of mesophylic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (total plate count) was determined by using the standard LVS EN ISO 4833:2003.

### **Determination of the D and Z values**

Products were prepared according to the recipe, vacuum-packaged, marinated as described in the patent No 14095 registered in the Republic of Latvia and thermally treated in a water bath (*Clifton Food Range, AK*), maintaining constant ambient temperature 65±0.5 °C; 70±0.5 °C; 75±0.5 °C; 80±0.5 °C and 85±0.5 °C. Thermal treatment duration was up to 120 minutes, reaching and maintaining temperature in the centre of product correspondingly 64±0.5 °C; 69±0.5 °C; 74±0.5 °C; 79±0.5 °C; 84±0.5 °C. Temperature was measured by means of K-type thermocouple. Temperature and time were registered by means of the temperature (°C) and time (min) data collector „USB TC-08” (Pico Tehnologist, USA). The obtained data were recorded by data processing software „PicoLog”. The total plate count in broiler meat samples with/without fruit-vegetable additive was determined before processing of the products, and every 10 minutes during the entire experiment. Thermally treated samples were frozen in a plate-type freezer (Armfield, FXBC10, UK) at temperature –25 °C and stored at temperature –18 °C until analyses, to avoid growth of the survived microorganisms. The samples were analysed on the next day after thermal treatment. Method of calculation of the experimental data was based on the mathematical model of calculation of heat treatment regimes worked out by *V. Levkane et al. (2010)* for salads with meat and mayonnaise in *Sous vide* packaging.

### **Preparation of samples and thermal treatment in vacuum package**

Fresh hen and broiler meat was cut into 2 × 3,5 cm pieces, mixed with dried dill, parsley, salt, and chopped garlic. In a package was inserted fillet of 130±10 g and added white wine 12 ml, for individual samples a mixture of sea buckthorn sauce of 65 g and shredded carrots were added. Meat mixture samples were vacuum-packaged in polyamide/polyethylene (PA/PE) pouches (film thickness – 90 µm, pouch size – 230 × 145 mm) in camera type vacuum packaging machine „MULTIVAC C300” (Germany).. The packaged products were placed into Elcold cooling camera for 20–24 hours at temperature 3.0±0.5 °C. Marinated products were heat treated in water bath at temperature 80.0±1.0 °C: broiler fillet for 30 minutes, hen fillet – 40 minutes, which ensures product readiness for use and microbiological safety. After heat treatment samples were cooled in water – ice bath and stored at +3.0±0.5 °C until analyzing.

**Data mathematical processing** was performed by the methods of mathematical statistics. For the obtained results indices were calculated as follows: the Mean, Standard Deviation (SD). For data interpretation were used: one-factor and two-factor analysis of variance (ANOVA), Tukey's test, correlation test, using Microsoft Windows for Excel 7.0, SPSS 11.0 software (Arhipova, Bălița, 2003).

## RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

### 1. Quality of Chilled Broiler and Hen Meat

#### **Influence of feed composition on the quality of broiler meat**

In order to evaluate influence of feed on the quality of chilled broiler meat, broiler fillets, thighs and drumsticks were used. Feed combinations used in the research made no significant changes in the content of fat, ash and moisture in fillets, thighs and drumsticks, and water activity (Table 1). Partial substitution of the compound feed by wheat grains made no significant changes in the content of proteins and the pH in fillets and drumsticks ( $p > 0.05$ ), but it significantly decreased protein in thighs for 20.84%, and increased pH for 8% ( $p < 0.05$ ). Partial substitution of the compound feed by wheat grains made significant changes in hardness of the chilled broiler fillet (for 58%) and thighs (for 46%).

#### **Influence of bird age on the quality of chilled meat cuts**

**Content of fat** in broiler and hen meat fillets and drumsticks does not differ significantly ( $p > 0.05$ ). The content of fat (DW) in broiler thighs is higher for 34% than in hen thighs. It is contrary to results of *W. M. N. Ratnayake et al.* (1989), who established that content of fat in red meat is approximately two times higher than in white meat.

Composition of fatty acids in chilled broiler and hen fillet is shown in Table 2. The highest content of fatty acids in broiler and hen fillet is that of oleic acid (C18:1 cis n-9), linoleic acid (C18:2 cis n-6) and palmitic acid (C16:0). In hen fillet there are no such fatty acids detected as cis-10-pentadecanoic acid (C15:1), cis-8, 11, 14-eicosatrienoic acid (C20:3 n6), arachidonic acid (C20:4 n-6), tricosanoic acid (C23:0) and cis-13, 16-docosadienoic acid (C22:2 n-6) and lignoceric acid (C24:0).

**Content of protein** in broiler fillet is 88.91 g 100 g<sup>-1</sup> of dry weight (DW), in thighs – 54.91 g 100 g<sup>-1</sup> DW and in drumsticks – 69.85 g 100 g<sup>-1</sup> DW. Content of protein in hen fillet is 90.11 g 100 g<sup>-1</sup> DW, in thighs – 59.43 g 100 g<sup>-1</sup> DW and in drumsticks – 66.14 g 100 g<sup>-1</sup> DW. There is no significant difference in the content of protein in dry matter between broiler and hen meat cuts ( $p > 0.05$ ). Both in broiler and in hen fillet there is a higher content of protein than in other meat cuts under research.

**Composition of amino acids** in chilled broiler and hen fillet is summarized in Table 3. The total content of amino acids in broiler fillet is on average 52.58 g 100 g<sup>-1</sup> DW, and in hen fillet on average 49.43 g 100 g<sup>-1</sup> DW. The content of amino acids in broiler fillet is for 6% higher ( $p < 0.05$ ) and this difference occurs mainly at the cost of essential amino acids. Essential amino acids in broiler fillet are on average 21.76 g 100 g<sup>-1</sup> DW, but in hen fillet they are considerably less – 18.86 g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter ( $p < 0.05$ ). In broiler fillet a higher content of essential amino acids – lysine, valine and methionine was detected than in hen fillet, but content of the semi-essential amino acid – arginine is considerably less in broiler fillet. Both in broiler and in hen fillet the greatest amount of glutamic acid was detected, which coincides with research results by *J. Sales* and *J. P. Hayes* (1996) and *Y. Probst* (2009).

**Content of moisture** in broiler fillet is 74.30%, in thighs – 67.40% and in drumsticks – 73.80%. *M. Qiao et al.* (2002a) mention in their publications that the content of moisture in broiler fillet is 74.54±0.15% that conforms to the obtained data. However, *S. Jaturasitha et al.* (2008) assert that the content of moisture in broiler fillet is 72.10–73.70% and in broiler thighs – 72.80–75.70%, which was not confirmed within the framework of this research.

Content of moisture in hen fillet is 72.20%, in thighs – 66.85% and in drumsticks – 70.83%. There were found no data in scientific literature on the content of moisture in breed hen meat cuts, but *S. Lee* (2003) specifies that the content of moisture in hen meat is 67.46±3.13%, which contradicts the obtained data. The content of moisture in broiler and hen thighs has no significant difference ( $p > 0.05$ ). Content of moisture in broiler fillet is higher for 2.9% than in hen fillet. However, there is for 4.03% higher content of moisture in broiler thighs ( $p < 0.05$ ).

**pH** in broiler fillet is 5.92, in thighs 6.29 and in drumsticks 6.65. pH in hen fillet is 5.74, in thighs 7.01 and in drumsticks 6.47. If compare broiler and hen meat cuts, there is no significant difference of the pH between fillet and drumsticks ( $p > 0.05$ ). pH in broiler thighs is for 11.44% less than in hen thighs. The obtained data coincide with *A. H. Varnam* and *J. P. Sutherland* (1995) that the pH of the red muscles (that of the broiler and hen thighs and drumsticks) is higher than the pH of the white muscles (that of the broiler and hen fillet).

**Colour of the broiler and hen meat.** The colour component L\* of broiler fillet is on average 55.10, but L\* of hen fillet is 50.06. *A. Saláková et al.* (2009) mentioned that the colour L\* value of broiler fillet is from 52.24–59.40. This coincides also with the research by *R. L. J. M. Van Laack et al.* (2000) that the broiler fillet has a normal colour, if L\* value is 55, but fillet which L\* value is 60, look pale. The obtained colour a\* value of broiler fillet is on average -2.70, which is on the contrary of the results obtained by *S. Jaturasitha et al.* (2008) where the a\* value is specified from -0.60 up to 2.98, and the results by *A. Saláková et al.* (2009), where the colour a\* value is provided from -1.39 up to -0.18.

Total colour difference for chilled broiler meat cuts comparing to hen meat cuts 24 hours after slaughter is showed in Fig. 2. After comparing the obtained colour parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) of broiler and hen meat cuts, a conclusion can be made that there is no significant difference between the broiler hen meat thighs, but there is difference between the broiler and hen fillet and drumsticks ( $p < 0.05$ ). Colour in the deepest layer of the broiler fillet is lighter than the hen fillet. The skin colour of the broiler drumsticks is darker than the skin colour of the hen drumsticks. Taking into consideration the different scalding temperature used for broilers and for hens, and the possible skin thickness difference, skin of the hen drumstick is lighter than skin of the broiler drumstick, because the boiling process could have started in the skin of the hen drumstick due to raised scalding temperature that imparts a lighter colour. Hen fillet is darker than broiler fillet, as probably a too high voltage was chosen at electric stunning, and the bird was not bled enough. Voltage at electric stunning in the hen slaughtering process is one of the problems, because the range of the average weight of the stunned birds is too broad. Surface defects, such as haemorrhage, bruises, dry areas and a too high scalding temperature make a significant impact on colour differences. Meat thickness is not even, and the thickness of the layer can influence muscle colour measurements (Bianchi, Fletcher, 2002).

**Hardness.** Hardness of chilled broiler fillet is 1.46 N, that of thighs – 2.56 N and of drumsticks – 1.68 N. Hardness of hen fillet is 3.40 N, of thighs – 3.10 N and of drumsticks – 3.60 N. Hardness of broiler fillet is for 57% less than of hen fillet. This coincides with the statement by *P. Berge et al.* (1997) that the texture of bird's meat becomes tougher alongside with bird's age, because cross-bonds are formed in the collagen structure. Hardness of broiler drumsticks is for 53.33% less than of hen drumsticks. There is no significant difference between the broiler and hen thighs as well as there is no difference in the content of moisture ( $p > 0.05$ ).

**Content of vitamin E and selenium.** Content of vitamin E in broiler fillet is  $56 \pm 0.30 \text{ mg kg}^{-1}$  DW, but in hen fillet it is  $58 \pm 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$  DW. The obtained results contradict to the conclusions by *H. R. Gheisari et al.* (2010) that the content of vitamin E in broiler fillet is  $8 \mu\text{g g}^{-1}$  of the product. Content of vitamin E in broiler fillet is for 3.44% less than in hen fillet, due to the fact that the amount of vitamin E in broiler feed is  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , which is less than in hen feed -  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Content of selenium in broiler fillet is  $0.39 \pm 0.04 \text{ mg kg}^{-1}$  of dry matter, but in hen fillet it is  $0.32 \pm 0.03 \text{ mg kg}^{-1}$  of dry matter. In the research by *M. Dūma* (2010) was found that the content of selenium in chicken livers is  $0.331 \text{ mg kg}^{-1}$ , which is considerably more than in the results obtained for broiler and hen fillet. The amount of selenium in the feed of both kinds of poultry is  $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ . The content of selenium in broiler fillet is higher than in hen fillet.

### **Storage time impact on quality of the chilled meat cuts**

During the studied storage time physical and chemical parameters in chilled hen and broiler meat cuts did not change considerably ( $p > 0.05$ ), which may be explained by storage at low temperature ( $1.0 \pm 0.5$  °C).

The structure of muscle tissues is closely connected with meat texture that is a very important parameter for customers. Other important factors determining meat texture are myofibrillar proteins, muscle tissue cytoskeleton and intramuscular connective tissues (Wattanachant et al., 2005; Liu et al., 1996). Microstructure of transversal section of muscle tissues obtained by means of a microscope is shown in the Figure 3.

From the obtained muscle fibre areas the equivalent diameters of muscle fibres were calculated that are summarized in Table 4.

If compare diameter of the muscle fibres with values indicated by *S. Wattanachant et al.* (2005): 32.6–68.2  $\mu\text{m}$ , a conclusion follows that only diameter of the muscle fibres of broiler and hen fillet 7 days after slaughter fits within the indicated range.

## **2. Evaluation of Quality of Heat Treated Broiler and Hen Meat Products**

### **Influence of marinating and heat treatment on the physical parameters of broiler and hen meat fillet**

Experimentally there was tested influence of two heat treatment methods on the broiler and hen meat fillet cooking loss, content of moisture and hardness. Cooking loss from broiler and hen fillet products during heat treatment is summarized in Figure 4.

After applying heat-treatment to products in vacuum package, there was for 28.23% less cooking loss in broiler fillet and for 23.39% less in hen fillet if compared to unpackaged fillet treated in air-steam ambiance. Taking into consideration the moisture content decreases considerably in unpackaged broiler and hen fillet during heat treatment, the hardness of meat increases due to water loss.

Product processing by heat treatment in vacuum package was chosen for further studies, because the content of moisture in broiler fillet heat-treated in vacuum package and water bath is higher for 2.96% than in broiler fillet heat-treated under atmosphere pressure in air-steam ambiance ( $p < 0.05$ ). Moisture content in hen fillet heat-treated in vacuum package in water bath is higher for 2.44% than in fillet heat-treated in air-steam ambiance ( $p < 0.05$ ). Applying heat treatment to fillet in vacuum package, moisture is preserved better.

### **Elaboration of recipes for broiler and hen fillet products**

During the research on food consumption in the population of Latvia (2007–2009) the detected proportions revealed a bit higher consumption of

proteins, which is caused mainly by an excessive use of food products of animal origin. Therefore it would be beneficial to develop new products combined from animal and plant origin food.

Elaboration of the product recipes was carried out in three experimental series, applying the hedonic scale in each of them and determining the hedonic scores for the new products. Combination of the fillet with different vegetables was tested – celery roots, onion, paprika, carrots and spices in different proportions. Taking as a basis the obtained results, in the Doctoral Thesis new products have been developed as follows:

1. broiler fillet without fruit-vegetable additive;
2. broiler fillet with fruit-vegetable additive;
3. hen fillet without fruit-vegetable additive;
4. hen fillet with fruit-vegetable additive.

Products without fruit-vegetable additive contain chilled broiler and hen fillet, wine, garlic, salt, lemon pepper, dried dill and parsley (see Table 5). Products with fruit-vegetable additive contain chilled broiler and hen fillet, wine, garlic, salt, lemon pepper, dried dill and parsley, fruit-vegetable additive. Fruit-vegetable additive was prepared from apple puree, sea buckthorn puree, shredded carrots, salt, sugar and garlic.

**Sensory evaluation of the new developed products.** Hedonic evaluation scores of the new developed broiler and hen fillet products with/without fruit-vegetable additive are summarized in Figure 5.

As a result of data analysis by using analysis of variance (ANOVA) a conclusion follows that there are significant differences among the samples under research ( $F_{\text{apr.}} = 6.28 > F_{p<0.05} = 2.73$ ); for further analysis Tukey's test was used in order to determine differences among various samples.

Results of the hedonic scores show that the panellists liked ( $p < 0.05$ ) broiler and hen fillet innovative products without fruit-vegetable additive most of all if compare with products prepared with fruit-vegetable additive. Analysis shows that there is no significant difference in hedonic scores in relation to samples A and C ( $p > 0.05$ ). The sample B did not differ from the sample D. The sample C (broiler fillet without fruit-vegetable additive) differed considerably ( $p < 0.05$ ) from the samples D and B (broiler and hen fillets with fruit-vegetable additive).

Product aroma, colour, flavour, texture and aftertaste were determined by using the line-scale method. Evaluation of intensity of sensory properties shows that there is no significant difference ( $p > 0.05$ ) in product aroma, colour, taste and after-taste among heat-treated vacuum-packaged broiler and hen fillet products, however, the texture of heat-treated vacuum-packaged broiler fillet products is more tender ( $p < 0.05$ ) than of hen fillet products (see Figure 6). This coincides with the previous studies that indicate the influence of bird age on the hardness of meat (Chen et al., 2007).

Taking as a basis the results of microbiological and sensory analysis, production technology for broiler and hen meat fillet with fruit-vegetable additive was worked out (Figure 7).

### Microbiological evaluation of new products

Fresh poultry meat in normal conditions after pre-processing contains bacteria the most part of which facilitate meat perishability (Waldroup, 1996). Experimental results were calculated taking as a basis the mathematical model of calculation of heat treatment regimes worked out by V. Levkāne *et al.* (2010) for salads with meat and mayonnaise in *Sous vide* packaging.

Typical diagrams for broiler and hen meat fillet heat treatment in vacuum packaging are shown in Figures 8 and 9.

Decimal reduction time (D-value) when maintaining constant pasteurization temperature in the range of 65–85 °C, for broiler fillet without fruit-vegetable additive was from 94 to 20 minutes, but for broiler fillet with fruit-vegetable additive it was from 43 to 8 minutes. Similar results have obtained M. S. Rahman *et al.* (2004): at temperature rising, D-values lessened considerably, which proves that alongside with the rise of temperature the microorganism lethality increases.

Fruit-vegetable additive facilitates inactivation of the total plate count in fillet products during heat treatment in vacuum package because of lower pH value in such products. As a result, in fillet products with fruit-vegetable additive a shorter time is needed for reduction of the total plate count that could save energy supply.

Alongside with the rise of temperature, D-values of microorganisms decrease exponentially. However, D-values in fact do not decrease at full extent due to different natural variations and experimental errors (Hyytia-Trees *et al.*, 2000; Murina *et al.*, 2002).

D-value depends on different factors, for example, on the temperature at heat processing, and it changes logarithmically in relation to the time of processing. Inclination of the curve describing this proportion is conveyed as a difference of temperature Z, necessary for the curve to cross one *log* cycle (Teixeira, 1992; Garbutt, 1997; Drive, Bozeman, 1999; McCormick *et al.*, 2003).

Empirical equation for estimating D value (time necessary for decimal reduction of total plate count) is obtained based on previous experiments and calculation within temperature range 65 °C < t < 85 °C:

$$D = a \cdot e^{-bt}, \quad (3)$$

D – decimal reduction time, min

t – temperature of heat treatment, °C

a, b – experimental coefficients (see Table 6).

D values are depicted in the Figure 10 related to the temperature in order to determine Z-value. Absolute value of the reciprocal of this curve inclination

is the Z-value. In practical terms this proves how predisposed to the changes of temperature the certain population of microorganisms is (Hyytia-Trees et al., 2000; Murina et al., 2002; Murphy et al., 2000).

Analysis of the results show that Z-values characterizing the heat treatment process of vacuum-packaged broiler fillet are 34 °C and 27 °C for heat treated broiler fillet without fruit-vegetable additive and broiler fillet with fruit-vegetable additive, respectively. This indicates that the mechanism of inactivation changes depending on the type of product.

The calculated D and Z values and their correlations for poultry meat product heat treatment in vacuum package support expectations of a safe method of production of the particular broiler and hen fillet products.

### **Physical and chemical parameters of pasteurized vacuum-packaged broiler and hen meat fillet products**

**Water activity, pH and content of moisture** in chilled, marinated and heat treated products from broiler and hen fillet with/without fruit-vegetable additive are summarized in the Table 7.

Decrease of the pH in fillet during the process of marinating is connected with the added wine and fruit-vegetable puree, in the composition of which are sea buckthorn and apples that contain organic acids.

During the process of marinating the content of moisture in broiler fillet without fruit-vegetable additive increased for 1.85%, but in hen fillet without fruit-vegetable additive the content of moisture increased for 2.16%. The content of moisture in broiler and hen fillet with/without additive increased during the process of marinating, and this could be explained by what the authors *K. S. Rhee* and *Y. A. Ziprin* (2001) have mentioned that sodium chloride (NaCl) has several functions in meat products – it makes meat softer, by strengthening ions, it improves taste and enhances water binding ability, but in higher concentrations it inhibits growth of microorganisms acting as a preservative. The content of moisture is considerably higher in marinated broiler and hen meat fillet with fruit-vegetable additive than in those without additive ( $p < 0.05$ ), because the used fruit and vegetables contain quite a big amount of water. The content of moisture in carrots was 88.7%, but in the salted sea buckthorn sauce – 92.0%.

The content of moisture after heat treatment in broiler fillet without additive decreased for 8.86%. The content of moisture after heat treatment in hen fillet without additive decreased for 9.98%. According to research by *E. Chiavaro et al.* (2009), during the heat treatment of meat, denaturation of miofibrillar proteins takes place that changes the water binding ability in meat. As a result of shrinkage of proteins the miofibrillar space reduces, and the water from it is forced into outer environment.

Chemical composition of broiler and hen fillet products is shown in Table 8. Hen fillet have a lower content of moisture than broiler fillet. Several



studies prove that the content of intramuscular fat increases alongside with hen age, increases also saturation of intramuscular lipids, concentration of myoglobin, as well as meat leatheriness due to changes taking place in muscle connective tissues (Murphy et al., 2001). In the heat treatment process fat content in dry matter of broiler fillet is reduced, but in hen fillet – increased. It can be explained by significantly different quantitative and qualitative composition of fatty and amino acids in broiler and hen fillets, because it can influence solubility and heat stability of proteins and fats.

Cooking loss from fillet, originating from moisture, fat and soluble proteins was observed during the heat treatment. The previous studies prove that the content of water changed from 72.5 g 100 g<sup>-1</sup> in lean chicken meat to 67.9 g 100 g<sup>-1</sup> in a chicken prepared in oven, while the content of proteins changed accordingly from 20.2 g 100 g<sup>-1</sup> to 24.5 g 100 g<sup>-1</sup> (Kumar, Aalbersberg, 2006).

The total content of amino acids (Fig. 11) in hen fillet is less than in broiler fillet. The highest total content of amino acids among the samples under evaluation was in chilled broiler fillet - 52.16 g 100 g<sup>-1</sup> DW. After heat treatment it decreased to 50.82 g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter, or, to 44.78 g 100 g<sup>-1</sup> DW, if the fillet was processed with fruit-vegetable additive. Similar loss of amino acids was observed in all hen fillet products, however, this loss did not differ considerably in heat processed hen fillet products with or without fruit-vegetable additive ( $p > 0.05$ ).

The total content of amino acids under the influence of heat treatment in vacuum-packaged broiler fillet decreased for 5.8%. However, in broiler fillet with fruit-vegetable additive under heat treatment a significantly greater loss of amino acids was observed (14.8%). It is probably connected with lower pH in products supplemented by fruit-vegetable additive, as well as with interaction of amino acids with the biologically active substances in the additive. The total content of amino acids in heat treated hen fillet with or without fruit-vegetable additive decreased on average for 10.7% if compare with the content of amino acids in chilled hen fillet before treatment.

### **3. Quality of Heat-Treated Vacuum-Packaged Broiler and Hen Meat Products During Storage**

Physical parameters – water activity, pH, loss of mass and content of moisture – of vacuum-packaged heat treated broiler and hen meat products were determined on the 0th, 7th, 10th, 14th, 21st, 28th day of storage. .

Water activity, pH, content of vitamin E and selenium in the new developed products from broiler and hen fillet did not change significantly ( $p > 0.05$ ) during the 28-day storage time. Content of moisture in broiler and hen products without fruit-vegetable additive increased for 1% during storage

time, but in products with fruit-vegetable additive it increased for approximately 1.15% ( $p < 0.05$ ).

By the end of the storage time the loss of mass in broiler fillet products without fruit-vegetable additive was 12% comparing to the unprocessed mass of fillet. Loss of mass was 14% in hen fillet products without fruit-vegetable additive by the end of the storage time. Loss of mass was 14% in broiler fillet products with fruit-vegetable additive by the end of the storage time, but in hen fillet products with fruit-vegetable additive it was 17%.

Taking into consideration that the product during its storage time continues binding water from the meat juice left in vacuum package and the content of moisture in product increases, the hardness of the product decreases as a result. Hardness in broiler fillet products without fruit-vegetable additive decreased for 29.25% during storage time, but in hen fillet products without additive it decreased for approximately 22.53%. Hardness in broiler fillet products with fruit-vegetable additive decreased for 29% during storage time, but in hen fillet products with the additive it decreased for 27.71% ( $p < 0.05$ ).

Taking into consideration that the product during its storage continues binding water from the package, and the content of moisture in product increases, the hardness of the product decreases as a result ( $p < 0.05$ ).

In broiler and hen fillet products during the 28-day storage time at temperature  $3.0 \pm 0.5$  °C presence of *Enterobacteriaceae*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes* was not detected. The total plate count did not change significantly during the storage time ( $p > 0.05$ ) that is an evidence of a safe use of the products in diet.

## CONCLUSIONS

1. Partly substitution (10%) of the compound feed by wheat grains makes no significant changes in the content of proteins, fats and ash in broiler fillet and drumsticks, but it significantly decreases the content of protein in broiler thighs. In broiler meat cuts there is significantly higher moisture content, less hardness and less muscle fibre area in comparison to chilled hen meat cuts ( $p < 0.05$ ).
2. Applying heat treatment to fillet in vacuum packaging, the content of moisture is better preserved (content of moisture in broiler fillet is for 3.5% higher, but in hen fillet for 3.25% higher) in comparison to unpackaged heat treated fillet in air-steam ambience, and the cooking loss is also lower (in broiler fillet for 28.23% lower, but in hen fillet for 23.39% lower).
3. New products were developed from broiler and hen fillet with carrot and sea buckthorn sauce (fruit-vegetable additive), in their preparation including marinating, heat treatment in vacuum packaging and rapid chilling.

4. D-value for broiler fillet vacuum-packaged without fruit-vegetable additive is from 92 to 20 minutes depending on temperature regime (65 to 85 °C), and Z-value is 34 °C, but for broiler fillet with fruit-vegetable additive D-value is from 43 to 9 minutes, and Z-value is 27 °C, because the added supplement contributes to decrease of the total plate count. It is explained by the lower pH in the product with fruit-vegetable additive.
5. Influenced by the process of heat treatment, moisture, protein and fat content decreases in dry matter of broiler fillet, but the ash content increases. Content of protein and moisture decreases in dry matter of hen fillet, but the fat and ash content increases. In broiler fillet with fruit-vegetable additive a greater relative decrease in the total content of amino acids was detected (14.8%) in comparison to products without additive (5.8%).
6. Evaluation of intensity of sensory properties shows that there is no significant difference ( $p > 0.05$ ) in product aroma, colour, taste and after-taste among vacuum-packaged heat-treated broiler and hen fillet products, however, texture of heat-treated broiler fillet products is softer ( $p < 0.05$ ) than of hen fillet products.
7. Microbiological parameters of the new developed broiler and hen fillet products did not change considerably ( $p > 0.05$ ) during the 28-day storage time that is an evidence of a safe use of the product in diet.

## **RECOMMENDATIONS FOR PRODUCTION**

1. For enlargement of meat products assortment it is recommended to offer customers vacuum-packaged heat-treated fillet with 28-day storage time.
2. It is recommended to prepare fillet with fruit-vegetable additive, because the additive contributes to inactivation of mesophylic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the heat treated vacuum packaged fillet products. In such products the pH value is lower and a shorter time is needed for reduction of the total plate count in fillet products with fruit-vegetable additive, thus saving energy as a result.
3. A fillet product of high quality could be obtained if it is enriched with sea buckthorn sauce (fruit-vegetable additive) rich in vitamin E. As a result meat products contain more vitamin E that is a natural antioxidant.