



Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvia University of Agriculture

Pārtikas tehnoloģijas fakultāte
Faculty of Food technology

Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sīgra”
Resarch Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine „Sīgra”



Mg.sc.sal. **Vita Strazdiņa**

LATVIJĀ MEDĪJAMO DZĪVNIEKU GAĻAS BIOĶĪMISKAIS VĒRTĒJUMS

BIOCHEMICAL EVALUATION OF GAME MEAT IN LATVIA

Promocijas darba KOPSAVILKUMS
inženierzinātņu doktora (Dr.sc.ing.) zinātniskā grāda iegūšanai
pārtikas zinātņu nozarē

SUMMARY
*of Doctoral Thesis for the Academic Degree in Engineering and Food Science
(Dr.sc.ing)*

Sigulda, Jelgava 2014

Promocijas darba vadītājs/
Scientific supervisor:
Promocijas darba konsultante/
Scientific advisers:

Dr.habil.agr., Dr.med.vet. prof.em.
Aleksadrs Jemeljaovs

Dr. sc. ing. **Vita Šterna**

Oficiālie recenzenti:

- Prof. Dr.chem. **Viesturs Kreicbergs** (Latvijas Lauksaimniecības universitāte, / *Latvia University of Agriculture*)
- Dr.sc.ing. **Jānis Zutis** (Latvijas Gaļas ražotāju un pārstrādātāju asociācija / *Meat Processors Association in Latvia*)
- Asoc.prof. Dr.med.vet. **Aivars Bērziņš** (Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts "BIOR" / *Institute of Food Safety, Animal Health and Environment BIOR*)

Promocijas darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda ESF projekta „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai”,
vienošanās NR. 2009/0180/1p/1.1.2.1.2./09/IPIA/VIAA/017 atbalstu (2013 -2014) /
Doctoral thesis has been worked out by financial support of ESF Project. Support to Doctoral Studies of Latvian University of Agriculture,
Agreement No. 2009/0180/1p/1.1.2.1.2./09/IPIA/VIAA/017 (2013-2014).



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Pārtikas zinātnes nozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2014. gada 25. augustā, plkst. 12⁰⁰, 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 August 25th, 2014, at 12⁰⁰ o'clock a.m. in auditorium 145, at the Faculty of Food Technology of LUA, Liela street 2, Jelgava.

Ar promocijas darbu un kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā, LV–3001 un internetā (pieejams: http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html).

Atsauksmes sūtīt Pārtikas zinātnes nozares Promocijas padomes sekretārei LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docentei Dr. sc. ing. I. Beitānei (Lielā ielā 2, Jelgavā, LV–3001 tālr. 63025170, e-pasts: Ilze.Beitane@llu.lv). Atsauksmes vēlams sūtīt ieskenētā veidā ar parakstu. / *Please, send the reviews to I. Beitāne, Dr. Sc.ing.*

The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture , Liela street 2, Jelgava LV-3001, and on internet: e-pasts: Ilze.Beitane@llu.lv

LATVIJĀ MEDĪJAMO DZĪVNIĒKU GAĻAS BIOĶĪMISKAIS VĒRTĒJUMS

SATURS

PĒTĪJUMA AKTUALITĀT	4
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA	6
MATERIĀLI UN METODES	9
PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA	16
Savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāte	16
Savvaļas dzīvnieku gaļas ķīmiskā satura izvērtējums	16
Saldēšanas un uzglabāšanas ietekme uz savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāti	24
Savvaļas dzīvnieku gaļas uzturvērtības analīze	27
SECINĀJUMI	33

BIOCHEMICAL EVALUATION OF GAME MEAT IN LATVIA

TABLE OF CONTENTS

TOPICALITY OF THE RESEARCH	34
MATERIALS AND METHODS	37
RESULTS AND DISCUSSION	43
The quality of wild game meat	43
Chemical composition evaluation of wild game meat	43
Freezing and thawing effects on wild game meat quality	50
Wild game meat nutritional value analysis	53
CONCLUSIONS	59

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Mežam un mežsaimniecībai ir būtiska loma Latvijas tautsaimniecībā, tomēr ar jēdzienu „meža vērtība” biežāk saprot tikai koksnes, meža zemes kadastrālo vai tirgus vērtību. Pārējās meža vērtības – ekoloģiskās un sociālās vērtības, t.sk. medības, bieži vien netiek ņemtas vērā, jo ir metodoloģiskas un praktiskas grūtības tās novērtēt naudas izteiksmē, lai varētu salīdzināt ar koksnes un zemes vērtību.

Pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem Latvijā 2011. gadā ir reģistrēti ap 33 000 mednieku, no tiem aktīvi ir ap 20 000. Medības ir populārs sporta veids, un nomedītie dzīvnieki – briedis, alnis, stirna, mežacūka vai bebrs – katru rudens un ziemas periodu dod ievērojamu ieguldījumu apgādē ar pārtiku, nodrošinot vai daudzveidojot daudzguņu ģimeņu maltītes. Nomedītie dzīvnieki tiek nodoti arī pārstrādes uzņēmumiem, restorāniem un nonāk mazumtirdzniecībā. Pēdējo gadu laikā savvaļas dzīvnieku gaļas popularitāte pieaug un tā tiek uzskatīta par nozīmīgu produktu cilvēku uzturā.

Tam ir vairāki iemesli: augsta produkta bioloģiskā vērtība – liels olbaltumvielu daudzums ar plašu neaizvietojamu aminoskābju spektru, zems tauku saturs ar lielu polinepiesātināto taukskābju daudzumu, salīdzinot ar mājdzīvnieku gaļu. Medījuma gaļa ir svarīgs B grupas vitamīnu, mikro un makro elementu avots, ar ievērojami lielu dzelzs saturu, turklāt ir tīra no zāļu atliekām un augšanas hormoniem. Cilvēkiem labāk apzinoties veselīgas pārtikas ietekmi uz dzīves kvalitāti, medījuma gaļas augstsvērtīgās īpašības tiek aizvien atzinīgāk novērtētas.

Patērētāju vidū ir liela interese par dzīvnieku gaļu, kuras ieguvei dzīvnieki ir audzēti iespējami tuvu dabīgiem apstākļiem. Šādiem nosacījumiem atbilst arī medījuma gaļa, nomedījamu dzīvnieku augšanas apstākļiem palīdzot saglabāt tai raksturīgo augsto uzturvērtību un specifiskās sensorās īpašības (Daszkiewicz et al., 2009; Soriano et al., 2006; Vergara et al., 2003; Rywotycki, 2003). Rēķinoties ar patērētāju vēlmēm lietot uzturā augstvērtīgu gaļu un tās produktus, arvien vairāk līdzās tradicionālajām lauksaimniecības nozarēm – lopkopībai, cūkkopībai un putnkopībai – tiek audzēti savvaļas dzīvnieki, Latvijā attīstot briežu audzēšanu nebrīvē. Šāda audzēšanas tehnoloģija dod iespēju efektīvi izmantot zālāju platības valstī, iegūt augstas kvalitātes gaļu, nodrošināt ar medījumu gaļu patērētājus. Tā ir Latvijā viena no perspektīvākajām nozarēm, kura paver plašas eksporta iespējas. Šādi ir iespējams plānot nomedīto dzīvnieku skaitu, iegūto gaļas daudzumu un nodrošināt noteiktu izejvielas apjomu pārstrādei.

Medību sezona pārsvarā ir rudens un ziemas mēnešos, bet patērētāji jāapgādā visu gadu, turklāt, lai nodrošinātu pietiekamu produktu apjomu, medībās iegūtā gaļa ir jāuzglabā. Lai pagarinātu tās uzglabāšanas laiku, gaļu saldē.

Pēdējos gados pārtikas rūpniecībā saldētu gaļu plaši izmanto pārstrādē. Tādēļ, lai iegūtu kvalitatīvu izejvielu, ir ļoti svarīgi zināt visas izmaiņas, kas notikušas ar gaļu līdz tās atlaidināšanai.

Promocijas darba **pētījuma objekts** ir Latvijā medīto dzīvnieku: aļņu (*Alces alces*), staltbriežu (*Cervus elaphus*), stirnu (*Capreolus capreolus*), mežacūku (*Sus scrofa scrofa*) liemeņiem atlasīts garais jostas muskulis (*m.logissimus lumborum*) un no bebra liemeņiem atlasīts augšstilba divgalvainais ciskas muskulis (*biceps femoris*).

Promocijas darba hipotēze – Latvijā nomedīto savvaļas dzīvnieku un nebrīvē audzēto briežu gaļa ir kvalitatīvs produkts ar augstu bioloģisko vērtību.

Promocijas darba hipotēzi pierāda ar **tēzēm**:

1. savvaļas dzīvnieku gaļa ir uzturprodukts ar augstu olbaltumvielu un zemāku tauku saturu, kā arī optimālu to savstarpējo attiecību;
2. nebrīvē audzētu staltbriežu un savvaļā medītu staltbriežu gaļas ķīmiskais sastāvs būtiski atšķiras;
3. savvaļas dzīvnieku gaļas saldēšana un saldētas gaļas uzglabāšana būtiski nemaina gaļas sastāvu;
4. savvaļas dzīvnieku gaļai ir augsta bioloģiskā vērtība.

Promocijas darba mērķis ir analizēt savvaļas dzīvnieku gaļas ķīmisko sastāvu, uzturvērtību un kvalitāti, izvērtēt to izmaiņas gaļas saldēšanas un uzglabāšanas laikā.

Darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi**:

1. noteikt savvaļas dzīvnieku gaļas ķīmisko sastāvu;
2. izvērtēt savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāti;
3. salīdzināt savvaļā un nebrīvē audzētu staltbriežu gaļas ķīmisko sastāvu un uzturvērtību;
4. analizēt saldēšanas un uzglabāšanas ietekmi uz staltbriežu un mežacūku gaļas kvalitāti, ķīmisko sastāvu un audu mikrostruktūru;
5. izvērtēt savvaļas dzīvnieku gaļas uzturvērtību un nozīmi uzturā.

Promocijas darba **novitāte un zinātniskais nozīmīgums**.

Promocijas darbā veikts jauns pētījums par šobrīd Latvijā aktuālu, bet maz pētītu savvaļas dzīvnieku – aļņu, staltbriežu, stirnu, mežacūku un bebru gaļas ķīmisko sastāvu, dots to uzturvērtības novērtējums. Iegūtie rezultāti zinātniski pamato savvaļas dzīvnieku gaļas lietošanu uzturā, daudzpusīgi izvērtējot tās bioloģisko un uzturvērtību.

Promocijas darba **tautsaimnieciskā nozīme.**

1. Iegūtās atziņas būtiski papildina līdz šim veiktos pētījumus savvaļas dzīvnieku gaļas sastāva un kvalitātes izpētē un Latvijas pārtikas produktu sastāva datubāzes (pieejams: www.partikasdb.lv/partikas-sastava-datubaze/par-datubazi) informāciju.
2. Savvaļas dzīvnieku gaļā noteiktie rādītāji palīdzēs ražotājiem izvērtēt saldētas gaļas uzturvērtības izmaiņas uzglabāšanas laikā un jaunu produktu ražošanā.
3. Nebrīvē audzētu staltbriežu atšķirīgas ēdināšanas ietekmē gaļas sastāvs atšķiras no savvaļā nomedītu staltbriežu gaļas.

ZINĀTNISKA DARBA APROBĀCIJA

Pētījuma rezultāti apkopoti un publicēti monogrāfijas nodaļā, 12 recenzētos izdevumos, kurus ir atzinusi Latvijas Zinātnes padome, un publicēšanai iesniegts viens manuskripts.

Publikācijas / Publications

1. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Ikauniece D. (2014) Nutritional characteristics of wild boar meat hunted in Latvia. **In:** *FOODBALT-2014: 9th Baltic Conference on Food for Consumer Well-being Conference Proceedings*. Jelgava, Latvia University of Agriculture, Faculty of Food Technology, Jelgava: LLU. p. 32-36. ISSN 2255-9809; ind Scopus.
2. **Strazdiņa V.**, Konošonoka I. H., Šterna V., Antone U., Ikauniece D. (2013) Bioloģiski aktīvu barības vielu atsevišķu komponentu ietekme uz brieža gaļas biokīmisko sastāvu. **No:** *Vietējo resursu (zemes dzīvnieku, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana - jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes). Valsts pētījumu programma, 2010-2013*. Rakstu krājums. Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, SIA „Aģentūra Radars” 241-245 lpp. ISBN 978-9934-14-010-5. Tiešsaites piekļuve: http://www.kki.lv/dokumenti/VPP_NatRes_Rakstu_Krajums.pdf
3. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V. (2013) The nutrition value of wild animal meat. **In:** *Proceedings of the Latvian Academy of sciences. Section B, Vol. 67 (2013), No. 4 (685)*, p. 20-30. ISSN 1407-0009X; ind CAB Abstracts; ind Scopus; ind Agris. Tiešsaites piekļuve: <http://versita.com/plassneas>
4. **Strazdiņa V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Ikauniece D. (2013) Nutrition value of deer, wild boar and beaver meat hunted in Latvia. **In:** *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering. Vol. 53, Proceedings of the 2nd International conference on Nutrition and Food Sciences*. Singapore, July 27-28, 2013, p.71-76.

ISSN 2010-4618; ISBN 978-981-07-7051-8. Tiešsaites piekļuve:
www.ipcbee.com

5. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Antone U. (2013) Evaluation of nutrition value of beaver meat obtained in Latvia wildlife. **In:** *Proceedings. 23rd International Symposium „New technologies in contemporary animal production”* Novi Sad, Serbia, 19-21 June, 2013, p. 325-327.
6. Jemeljanovs A., Zitare I., Konošonoka I. H., Krastiņa V., Proškina L., Jansons I., **Strazdiņa V.** (2012) Evaluation of meat used for human consumption in Latvia. **In:** *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Section B, Vol. 66 No. 3 (678). p. 87-95.
ISSN 1407-009X. DOI: 10.2478/v10046-012-0001-4. CAB Abstracts; ind Scopus; ind Agris; Tiešsaites piekļuve:
<http://www.degruyter.com/view/j/prolas.2012.66.issue-3/v10046-012-0001-4/v10046-012-0001-4.xml?format=INT>
7. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V. (2012) Fatty acids composition of elk, deer, roe deer and wild boar meat hunted in Latvia. **In:** *World Academy of science, Engineering and Technology*, Rome, Italy. Issue 69, p. 840-843.
ISSN 2010-376X; ISSN 2010-3778; Tiešsaites piekļuve:
<http://www.waset.org/journals/waset/v69/v69-164.pdf>
8. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Paeglitis D. (2012) Evaluation of nutrition value of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. **In:** *Landbauforschung. vTI Agriculture and Forestry Research*. Special issue 362: Tackling the Future Challenges of Organic Animal Husbandry. Proceedings of the 2nd Organic Animal Husbandry conference Hamburg/Trenthorst, Germany, 12-14 Sep, p.478-481.
ISSN 0376-0723; ISBN 978-3-86576-094-4. Tiešsaites piekļuve:
http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern.dn050754.pdf
9. **Strazdiņa V.**, Jemeljanovs A., Šterna V. (2012) Staltbriežu (*Cervus elaphus*) gaļas ķīmiskā sastāva izvērtējums Latvijā. **No:** *Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija* : LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētās zinātniski praktiskās konferences raksti, Jelgava, 23.-24. februārs, Jelgava, 219-223.lpp.
ISBN 978-9984-48-059-6. ind CAB Abstracts; ind CABI full text; ind Agris. Tiešsaites piekļuve:
http://llu.fb.llu.lv/conference.LLU-partika-lopbariba-skiedra-energija2012/proceedings_LLU_partika_lopbariba_energija2012.pdf
10. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V.(2012) Fatty acids composition of elk, deer, roe deer and wild boar meat hunted in Latvia. **In:** *Research for rural development 2012: annual 18th international scientific conference proceedings*, Jelgava, 16-18 May Latvia University of Agriculture.Jelgava, LLU, Vol.1, p. 176.-180.

ISSN 1691-4031. Ind CAB Abstract; ind CABI full text; ind Agris. Tiešsaites piekļuve:

http://www.llu.lv/research_conf/Proceedings/18th_volume1.pdf

11. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Vjazezica V. (2011) Evaluation of protein composition of game meat in Latvian farms and wildlife. In: *Agronomy Research*, Volume 9. (Food/feed Quality, Safety and Risks in Agriculture, Special issue 2) Saku, Estonia. p. 469-472.

ISSN 1406-894X. ind CAB Abstracts; ind CABI full text; ind Scopus

12. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Antone U. (2010) Evaluation of fatty acids composition of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. In: *Gyvulininkystė (Animal Husbandry)* No. 56, p. 37-44.

ISSN 1392-6144. ind CAB Abstracts.

Monogrāfijas apakšnodala

Proškina L, Jemeljanovs A., Strazdiņa V., Paeglītis D., Vjaževiča V., Jansons I. (2013) Briežu un medījamo dzīvnieku gaļas ražošana. **No:** *Latvijā iedzīvotāju pārtikā lietojamās gaļas raksturojums*. Red.: A. Jemeljanovs, I. Jansons, L. Proškina, S. Grišina, A. Mukāne. Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Bioloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra”. Sigulda, 299-333. lpp.

Sagatavotas un recenzētas publikācijas

Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V. (2014) Protein Quality of Game Meat Hunted in Latvia. **In:** *World Academy of science, Engineering and Technology*, ICAFE 2014: International Conference on Agricultural and Food Engineering to be held in Venice, Italy on June, 19-20, 2014. (*Iesniegts, recenzēts, pieņemts publicēšanai.*)

Citas publikācijas par promocijas darba tēmu:

J. Mičulis, I. Zītare, **V. Strazdiņa** (2012). Ko zinām par veselīgu gaļu. *AgroTops*. 3, 63-64. lpp.

V. Stradiņa (2013). Medījumu gaļa kā vērtība. *Medības. Makšķerēšana. Daba*. 1, 39-41. lpp.

Par rezultātiem ziņots 12 starptautiskās zinātniskās konferencēs Čehijā, Itālijā, Igaunijā, Krievijā, Latvijā, Lietuvā, Serbijā Vācijā, kā arī divās Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas sēdēs (19. jūnijs 2012; 25. februāris 2013) un divās Starptautiskās pārtikas izstādēs „RīgaFood 2011, 2013”.

1. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Antone U. Evaluation of fatty acids composition of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. **In:** *BaltFoodQual 7th Framework Programme international conference „Risk factors in the process of animal feeding and their implication on food*

- quality" Lithuania. 16-17 September, 2010. (Mutisks referats / oral presentation).
2. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Vjazevica V. Evaluation of protein composition of game meat in Latvian farms and wildlife. **In: International Conference: „Food/feed quality, safety and risks in agriculture” (FLAVOURE Conference)**, Tallinn, Estonia. 25-28 oktober, 2011 (Mutisks referats / oral presentation).
 3. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V. Fatty acids composition of elk, deer, roe deer and wild boar meat hunted in Latvia. **In: Proceeding of 18th Annual International Scientific conference „Research for rural development 2012”**, Jelgava, 16-18 may 2012, (Mutisks referats / oral presentation).
 4. **Strazdina V.** Jemeljanovs A. Evaluation of nutrition value of the wild game meat in Latvia. **In: 7th International Scientific Conference „Students on their Way to Science”**, Jelgava, 25. May, 2012, (Mutisks referats / oral presentation).
 5. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V. The nutrition value of wild animal meat. **In: International Conference “Nutrition and Health”**, Riga, 4.-6. Sep., 2012, (Stenda referats / poster presentation).
 6. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Paeglitis D. Evaluation of nutrition value of deer meat obtained in Latvian farms and wildlife. **In: 2nd IFOAM Organic Animal Husbandry Conference** Hamburg, Germany. 12-14 Sep., 2012 (Stenda referats / poster presentation).
 7. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V. Fatty acids composition of elk, deer, roe deer and wild boar meat hunted in Latvia. **In: ICSAEF 2012: International Conference on Sustainable Agriculture, Environmental and Forestry to be held in Rome, Italy.** 26-27. Sep., 2012 (Stenda referats / poster presentation).
 8. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Miculis J., Sterna V., Ernstsons A. Evaluation of Polycyclic aromatic hydrocarbons compounds composition of deer meat in fried and processed with smoke to grill. **In: Chemical Reactions in Foods VII**, Prāgā, Čehijā, 14.-16. Nov./ 2012, (Stenda referats / poster presentation).
 9. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Antone U. Evaluation of nutrition value of beaver meat obtained in Latvia wildlife. **In: 23rd Internal Symposium „New technologies in contemporary animal production”** Novi Sad, Serbia. 19.-21. Jun., 2013. (Stenda referats / poster presentation).
 10. **Strazdina V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Ikaunieca D. Nutrition value of deer, wild boar and beaver meat hunted in Latvia **In: 2nd International conference on Nutrition and Food Sciences.** Moscow, Russia, 27-28. Jul., 2013. (referats / oral presentation).
 11. **Strazdiņa V.**, Jemeljanovs A., Šterna V. Staltbriežu (*Cervus elaphus*) gaļas ķīmiskā sastāva izvērtējums **No: LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizēta zinātniski praktiska konference Zinātne Latvijas**

lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija Jelgava, 23-24 feb., 2012, (Mutisks referats / oral presentation).

12. **Strazdiņa V.**, Jemeljanovs A., Sterna V., Ikauniece D. Nutritional characteristics of wild boar meat hunted in Latvia. **In:** *9th Baltic Conference on Food for Consumer Well-being FOODBALT 2014*. Jelgava, May 8-9, 2014. (Stenda referats / poster presentation).
13. **Strazdiņa V.** Latvijā medījamo dzīvnieku gaļas bioloģiskais vērtējums. *Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu nodaļas un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas prezidija kopsēde* 25. Feb., 2013, (Mutisks referats / oral presentation).
14. **Strazdiņa V.**, Jemeljanovs A. Medījumu gaļa - vērtīga uzturvērtība. *18.Starptautiskā izstāde „Riga/Food 2013”*, 4.-7. sep., 2013 (Mutisks referats / oral presentation).
15. **Strazdiņa V.** Latvijas medījamo dzīvnieku gaļas uzturvērtība. *Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas un Latvijas Lauksaimniecības zinātnisko iestāžu Direktoru padomes organizētā „Lauku izmēģinājumu un laboratorijas eksperimentu skate” - izbraukuma sēde*, Sigulda. 19. jūn., 2012, (Mutisks referats / oral presentation).
16. Jemeljanovs A., Liepiņa S., **Strazdiņa V.**, Proškina L. Briežkopības produkcijas ieguves perspektīvas Latvijā. *16.Starptautiskā izstādē „Riga/Food 2011”*, 7.-10. sep., 2011, (Stenda referats / poster presentation).

Pateicības

Promocijas darba autore izsaka vislielāko pateicību Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes macītbspēkiem, pētniekiem un darbiniekiem par sniegtajiem padomiem un palīdzību promocijas darba izstrādē. Pateicos Latvijas Lauksaimniecības universitātes bijušās aģentūras „Bioķīmijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta „Sīgra”” kolēģiem par sniegtajām konsultācijām un palīdzību pētījumu praktiskās daļas realizācijā un mednieku kolektīviem un ražotājiem par sadarbību gaļas paraugu iegūšanā.

MATERIĀLI UN METODES

Pētījumu vieta un laiks

Pētījumi veikti laika posmā no 2010. gada līdz 2013. gadam, bet 2014. gadā apkopoti un sistematizēti pētnieciskie rezultāti, uzrakstīts promocijas darbs. Kopumā tika analizēti 144 savvaļas dzīvnieku gaļas paraugi, 124 paraugus iegūstot pēc nejaušības principa no mednieku kolektīviem, kuru medību teritorijas atrodas Latvijas Kurzemes, Latgales un Vidzemes reģionos.

Papildus savvaļas dzīvnieku gaļas paraugu izmeklēšanai analizēti 20 nebrīvē audzētu staltbriežu gaļas paraugi, kas iegūti no divām staltbriežu audzētavām Vidzemes reģionā.

Rezultātu izvērtēšanas nolūkos un uzskatāmākai to salīdzināšanai darbā iekļauti arī liellopu un cūku gaļas paraugu rezultāti no LLU aģentūras „Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Siga”” pētījumiem.

Gaļas paraugu analīzes tika veiktas:

1. LLU aģentūras „Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Siga”” Bioķīmijas un mikrobioloģijas zinātniskajā laboratorijā;
2. LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes Iepakojuma materiālu īpašību izpētes laboratorijā;
3. Zinātniski konsultatīvajā laboratorijā (*UBF – Untersuchung-Beratungs Forschungslaboratorium GmbH*, Vācija);
4. LLU Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā.

Materiālu raksturojums

Pētījuma objekts ir savvaļas dzīvnieku garais jostas muskulis (*m. logissimus lumborum*), iegūts no aļņiem, staltbriežiem, stirnām, mežacūkām, un no bebra – augšstilbs (*m. biceps femoris*), jo tas ir lielākais un vērtīgākais gaļas gabals.

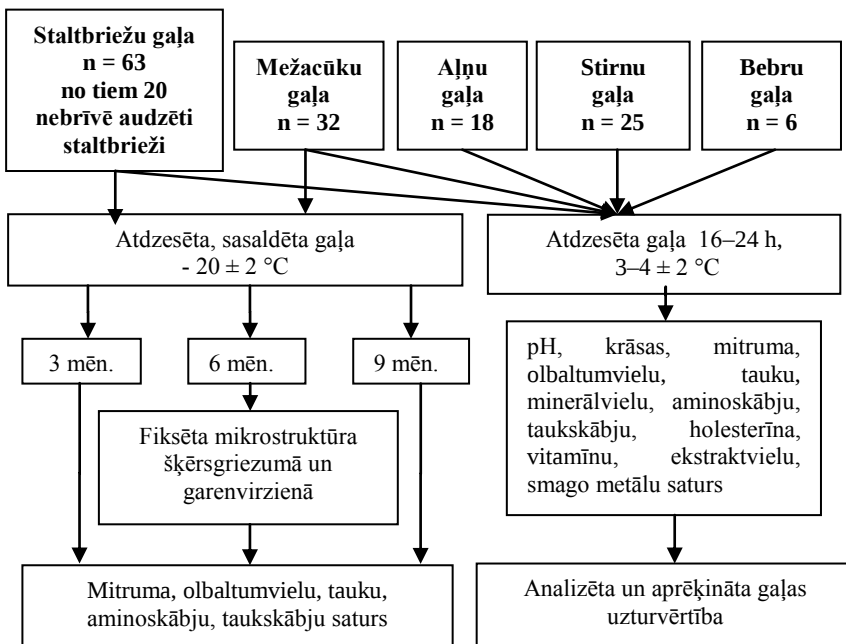
Pētījuma struktūra

Savvaļas dzīvnieku gaļas paraugi analizēti, ievērojot, ka:

1. paraugi no Latvijā savvaļā medītiem dzīvniekiem iegūti medību sezonas laikā;
2. dzīvnieks tiek nomedīts, atasiņots un veikta dzīvnieka pirmapstrāde. Pēc veterināri sanitārās ekspertīzes kautķermenis tiek atdzesēts un sadalīts, šai laikā tiek iegūti gaļas paraugi pētījumu veikšanai;
3. aļņu, savvaļas briežu, dārzu briežu, stirnu, mežacūku un bebru gaļas paraugu piegādes laboratorijai tika veiktas 16–20 h laikā pēc dzīvnieku nomedīšanas;
4. paraugi tika homogenizēti un sagatavoti turpmākai pH, mitruma, olbaltumvielu, tauku analizēšanai saskaņā ar laboratorijas labas prakses vadlīnijām, testēšanai ņemti divi paraugi ticamu datu iegūšanai. Svaigu paraugu analizē, cik ātri iespējams, bet ne vēlāk kā 24 h pēc homogenizācijas, līdz analīžu veikšanai paraugi tika glabāti 4–8 °C temperatūrā, šim nolūkam izmantojot sadzīves ledusskapi;

- lai noteiktu aminoskābju, ekstraktvielu, taukskābju, holesterīna, vitamīnu, minerālvielu un smago metālu saturu, pēc paraugu homogenizācijas daļa parauga tika atdalīta un iepakota polietilēna maisiņā ar noslēdzošu mehānismu, un šīs paraugu daļas tika uzglabātas saldēšanas kamerā $20 \pm 2^\circ\text{C}$ līdz turpmāko analīžu veikšanai.

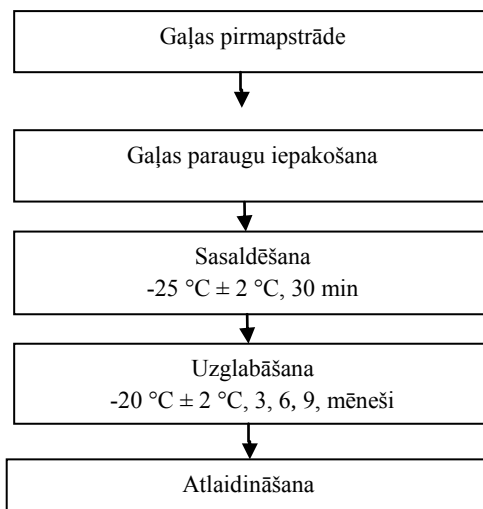
Savvaļas dzīvnieku gaļas paraugu pētījuma struktūra apkopota 1. attēlā.



1. att. Pētījuma struktūra.

Gaļas sasaldēšana ir populārākais ilgstošas uzglabāšanas veids, ko izmanto, lai maksimāli saglabātu produkta uzturvielas.

- Savvaļas staltbriežu un mežacūku gaļas paraugi tika uzglabāti sasaldēti un atlaidināti saskaņā ar 2. attēlā atspoguļoto shēmu un pēc tam testēti saskaņā ar norādītajām metodēm:
- Lai sekmīgi veiktu pētījumu, laboratorijā piegādātie gaļas paraugi tika griezti šķēlēs pa 300 ± 5 g un ievietoti polimēra plēves iepakojumā. Tika sagatavoti 8 iepakojumi, pa 4 iepakojumiem no katras dzīvnieku sugas (savvaļā nomedītu staltbriežu un mežacūku *m.logissimus lumorum*), gaļas uzglabāšanas laiks bija 3, 6 un 9 mēneši.



2. att. Savvaļas staltbrīžu un mežacūku gaļas sasaldēšanas un atlaidināšanas vispārīgā shēma.

3. Gaļas paraugu šķēles bija apmēram 3–3.5 cm biezas, kas nodrošināja ātru un vienmērīgu gaļas sasaldēšanu.
4. Ņemot vērā, ka maksimāla kristālu veidošanās notiek robežās no -2 °C līdz -8 °C, ūdens kustību un lielu kristālu veidošanos var novērst – ātri samazinot temperatūru šajā intervālā, paraugi iesaldēšanas posmā tika izvietoti uz metāla paplātes vienā kārtā, lai nodrošinātu pēc iespējas ātrāku sasaldēšanas laiku – 30 min.
5. Paraugi tika iesaldēti vienādos apstākļos sadzīves saldētavā (*BEKO FSA 21300*, Francija), ar gaisa dzesēšanas sistēmu -25 °C ± 2 °C un uzglabāti temperatūrā ne zemākā kā -18 °C, tātad -20 °C ± 2 °C.
6. Paraugi tika uzglabāti saldētā veidā 3, 6 un 9 mēnešus.
7. Katrā pētījuma posmā no saldētavas tika izņemti divi (katras sugas) gaļas paraugi, atlaidināti +6 °C 16 stundas, pēc tam paraugi tika izņemti no iepakojuma, nosusināti ar salveti un svērti, lai noteiktu mitruma zudumus uzglabāšanas un atlaidināšanas laikā. Par kontroles paraugiem kalpoja atdzesētie savvaļas staltbrīžu un mežacūku gaļas paraugi.

Pētījumā veikto analīžu metodes

Noteikto rādītāju analīžu metodes apkopotas 1. tabulā.

Savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos noteikto rādītāju analīžu metodes

N.p.k	Rādītāji	Noteikšanas metode / standarts
1.	pH	LVS ISO 2917:2004
2.	Mitruma saturs	LVS ISO 1442:1997
3.	Krāsa	CIE 1976 L*a*b* krāsu modelis
4.	Ūdens aktivitāte(a_w)	ISO 21807: 2004
5.	Olbaltumvielu saturs	LVS ISO 937:1978
6.	Tauku saturs	LVS ISO 1443:1973
7.	Kopējais minerālvielu saturs	ISO 936:1996
8.	Kalcija saturs	LVS ISO 6869: 2002
9.	Fosfora saturs	ISO 6491: 1998
10.	Aminoskābju saturs	LVS ISO 13903: 2005
11.	Taukskābju saturs	Pēc Aldai metodes (Aldai, 2006)
12.	A, E, D vitamīnu saturs	ISO/CEI 17025:2005
13.	B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ , nikotīnskābes, pantotēnskābes, foliaskābes saturs	LVS EN ISO 5983-2: 2009
14.	Na, Mg saturs	LVS EN ISO 5983-2: 2009
15.	Fe, Zn, Cu, Mn saturs	LVS EN ISO 6869: 2002
16.	Kopējo ekstraktvielu saturs	Refraktometriskā metode
17.	As, Pb, Cd, Hg saturs	AOAC 999. 111, AOAC 971.21
18.	Holesterīna saturs	Blura metode / <i>Blura method</i> (Шманенков, 1973)

Atsevišķu **taukskābju kopējais saturs** tika aprēķināts šādi:
piesātināto taukskābju (PTS) summa:

$$\Sigma \text{PTS} = \text{C10:0} + \text{C11:0} + \text{C12:0} + \text{C13:0} + \text{C14:0} + \text{C15:0} + \text{C16:0} + \\ + \text{C17:0} + \text{C18:0} + \text{C20:0} + \text{C21:0} + \text{C22:0} + \text{C23:0} + \text{C24:0}$$

nepiesātināto taukskābju (NTS) summa :

$$\Sigma \text{NTS} = \text{C14:1} + \text{C15:1} + \text{C16:1} + \text{C17:1} + \text{C18:1t} + \text{C18:1c9} + \text{C18:1c11} + \\ + \text{C18:2t} + \text{C18:2}\omega-6 + \text{C18:3}\omega-3 + \text{C18:4}\omega-3 + \text{C20:3}\omega-6 + \text{C20:4}\omega-6 + \\ + \text{C20:5}\omega-3 + \text{C22:1} + \text{C22:4}\omega-6 + \text{C22:5}\omega-3 + \text{C22:6}\omega-3 + \text{c9, tr11CLA} + \\ + \text{C18:3}\omega-6 + \text{C20:2}\omega-6 + \text{C20:3}\omega-3 + \text{C22:2}\omega-6 + \text{C24:1}$$

mononepiesātināto taukskābju (MNTS) summa:

$$\Sigma \text{ MNTS} = \text{C14:1} + \text{C15:1} + \text{C16:1} + \text{C17:1} + \text{C18:1t} + \text{C18:1c9} + \text{C18:1c11}$$

Polinepiesātināto taukskābju (PNTS) summa:

$$\Sigma \text{ PNTS} = \text{C18:2t} + \text{C18:2}\omega-6 + \text{C18:3}\omega-3 + \text{C18:4}\omega-3 + \text{C20:3}\omega-6 + \\ + \text{C20:4n}\omega-6 + \text{C20:5}\omega-3 + \text{C22:1} + \text{C22:4}\omega-6 + \text{C22:5}\omega-3 + \text{C22:6}\omega-3 + \\ + \text{c9, tr11CLA} + \text{C18:3}\omega-6 + \text{C20:2}\omega-6 + \text{C20:3}\omega-3 + \text{C22:2}\omega-6$$

polinepiesātināto taukskābju $\omega-3$ summa:

$$\Sigma \omega-3 = \text{C20:3}\omega-3 + \text{C22:6}\omega-3 + \text{C22:5}\omega-3 + \text{C20:5}\omega-3 + \text{C18:4}\omega-3 + \\ + \text{C18:3n}\omega-3$$

polinepiesātināto taukskābju $\omega-6$ summa:

$$\Sigma \omega-6 = \text{C22:2}\omega-6 + \text{C20:2}\omega-6 + \text{C18:3}\omega-6 + \text{C22:4}\omega-6 + \text{C20:3}\omega-6 + \\ + \text{C18:2}\omega-6 + \text{C20:4}\omega-6$$

Cilvēka veselību ietekmējošās taukskābju attiecības un indeksi aprēķināti šādi:

$$\text{PNTS} / \text{PTS} = \Sigma \text{ PNTS} / \Sigma \text{ PTS}$$

$$\omega-6 / \omega-3 = \Sigma \omega-6 / \Sigma \omega-3$$

Aterogēnais indekss (AI) un trombogēnais indekss (TI) ir lipīdu kvalitātes rādītāji, kurus aprēķina saskaņā ar Ulbricht un Southgate izstrādās formulu (Ulbricht un Southgate 1991), šie indeksi kalpo kardiovaskulāro saslimšanu riska parognozei (Marsico et al. 2007).

$$\text{AI} = [(4 \times \text{C14:0}) + \text{C16:0} + \text{C18:0}] / [\Sigma \text{MNTS} + \Sigma \text{PNTS}\omega-6 + \Sigma \text{PNTS}\omega-3]$$

$$\text{TI} = [\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}] / [(0.5 \times \text{MNTS}) + (0.5 \times \text{PNTS}\omega-6) + \\ + (3 \times \text{PNTS } \omega-3) + (\text{PNTS } \omega-3 / \text{PNTS } \omega-6)]$$

Gaļas sagremojamības raksturojošs lielums:

$$\text{GKRL (g kg}^{-1}\text{)} = \text{triptofāns (g kg}^{-1}\text{)} / \text{hidroksiprolīnu (g kg}^{-1}\text{)}$$

Kolagēna un saistaudu daudzuma aprēķins. Kolagēnu izmanto kā galveno indikatoru saistaudu kvantitatīvai noteikšanai, jo ES Komisijas Direktīva 2001/101¹ ierobežo saistaudu summu, kas drīkst būt gaļā, ko paredzēts izmantot gaļas produktu ražošanai.

¹ - Komisijas Direktīva 2001/101/EK, ar ko groza Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2000/13/EK par dalībvalstu tiesību aktu tuvināšanu attiecībā uz pārtikas produktu marķēšanu, noformēšanu un reklāmu. [Tiešsaiste] [Skatīts 2013. 09. sept.]: eurlex.europa.eu/.../site/.../02001L0101-20021127-en.pdf

kolagēna saturs = hidroksiprolīna saturs (%) × 8

saistaudu summu = kolagēna saturs (%) / olbaltumvielu saturs (%)

Olbaltumvielu bioloģiskās vērtības. Zinātniskajā literatūrā olbaltumvielu sagremojamības vērtēšanai un datu salīdzināšanai lieto aminoskābju punktu (score) metodi, kas izstrādāta Starptautiskās pārtikas un lauksaimniecības (FAO, 2007) un Pasaules Veselības organizācijās (WHO, 2007). Saskaņā ar šo metodi izvērtē neaizvietojoamo aminoskābju saturu (mg) vienā gramā olbaltumvielu. Neaizvietojoamo aminoskābju rezultāti pētījumā tika aprēķināti attiecībā pret aminoskābju modeli pieaugušiem (WHO/FAO/UNU 2007) – līdzsvarotai bilancei nepieciešamie ikdienas minimālie daudzumi mg kg ķermeņa svara.

Aminoskābes punktu skaits (score) = [parauga aminoskābes (mg g⁻¹) / references aminoskābe² (mg g⁻¹)] x 100

Gaļas enerģētiskās vērtības aprēķins. Pārtikas produkti nodrošina cilvēka dzīvības funkcijām un fiziskajai slodzei nepieciešamo enerģiju, kā arī ķermeņa audu uzbūvei vajadzīgo plastisko materiālu. Ar Harrisa-Benedikta vienādojumu nosaka enerģijas līdzsvaru, kas cilvēkam jāuzņem ar uzturu. Gaļas produktu enerģētisko vērtību nosaka pēc formulas:

$\text{kcal} = \text{olbv.} \times 4 + \text{tauki} \times 9$, kur

1 g olbaltumvielu atbilst 4 kcal, jeb 17 kJ;

1 g tauku atbilst 9 kcal, jeb 37 kJ ;

1kcal, ir 4,18kJ

Datu matemātiskā apstrāde

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm. Iegūtajiem rezultātiem aprēķināti - vidējais aritmētiskais un standartnovirze. Datu interpretācijai izmantota vienfaktoru un divfaktoru dispersijas analīze (ANOVA), korelācija, lietojot Microsoft Excel 7.0, SPSS 22.0 programmas paketi.

Izvirzītās hipotēzes pārbaudītas ar p-vērtības metodi, un faktori novērtēti kā būtiski, ja p - vērtība < $\alpha_{0,05}$. Rezultātu interpretācijai pieņemts, ka $\alpha < 0.05$ ar 95% ticamību, ja nav norādīts citādi.

² - References aminoskābju modelis WHO/FAO/UNU (2007)

PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāte

Svarīgs gaļas kvalitātes rādītājs ir gaļas krāsa, tas ir viens no galvenajiem sensorajiem rādītājiem, ko pirmo pamana patērētājs, lai spriestu par gaļas svaigumu (Muchenje et al., 2009; Khliji et al., 2010; Troy, Kerry, 2010). Gaišākā (L*) no atgremotājdzīvnieku gaļām ir stirnu gaļa (34.83), tumšākā – aļņu gaļa (31.52). Analizējot staltbriežu gaļu, nebrīvē audzētu staltbriežu gaļa bija gaišāka par savvaļā augušo staltbriežu gaļu (attiecīgi 33.41 un 32.72), kas skaidrojams ar aktīvāku dzīvesveidu, līdz ar to augstāku mioglobīna daudzumu savvaļas dzīvnieku muskuļaudos. No analizētajām savvaļas dzīvnieku sugām visintensīvākais sārtums (a*) tika noteikts mežacūku un bebru gaļai.

Ūdens aktivitāte un mitruma saturs savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos būtiski neatšķiras starp dzīvnieku sugām ($p > 0.05$).

Pētījumā noteikto smago metālu – kadmija, arsēna, svina un dzīvsudraba – saturs savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos nepārsniedza Eiropas Savienības normatīvajos aktos noteiktās robežas. Līdz ar to gaļa ir lietojama uzturā.

Savvaļas dzīvnieku gaļas ķīmiskā satura izvērtējums

Kā liecina pētījuma rezultāti, kas apkopoti 2. un 3. tabulā, visu medījamo dzīvnieku sugu gaļas paraugi ir augstvērtīgi olbaltumvielu avoti.

2. tabula

Aļņu, staltbriežu un stirnu gaļas ķīmiskais sastāvs 36 h pēc dzīvnieku nomedīšanas

Rādītāji	Alnis	Savvaļas staltbriedis	Nebrīvē audzēts staltbriedis	Stirna	Liellops ¹
Olbaltumvielu saturs, %	22.09 ± 0.56	21.09 ± 1.16	22.43 ± 1.69	22.05 ± 1.78	19.61 ± 1.86
Tauku saturs, %	1.04 ± 0.64	1.27 ± 0.81	1.63 ± 0.88	1.63 ± 0.76	1.48 ± 0.89
Minerālvielas, %	1.12 ± 0.74	1.14 ± 0.12	1.08 ± 0.11	1.15 ± 0.24	1.09 ± 0.13

¹ – (Jemeljanovs u.c., 2008)

Dažādu savvaļas dzīvnieku sugu gaļas paraugos intramuskulāro tauku saturs būtiski atšķiras ($p < 0.05$). Viszemākais noteiktais 1.04% ir aļņu gaļas paraugos, visaugstākais mežacūku 3.45% un bebru 4.29% gaļas paraugos. Pētījumā mežacūkas gaļas paraugos tauku vidējais saturs noteikts 3.45%, bet kopumā tas svārstījās no 1.23 līdz 4.27%, ko literatūrā skaidro ar mežacūku mainīgo barības sastāvu savvaļas apstākļos (Quaresma et al., 2011).

Mežacūku, cūku, bebru gaļas olbaltumvielu, tauku un minerālvielu saturs

Rādītāji	Mežacūka	Cūka¹	Bebrs
Olbaltumvielu saturs, %	20.88 ± 2.99	21.32 ± 2.67	21.39 ± 1.32
Tauku saturs, %	3.45 ± 1.67	3.18 ± 1.12	4.29 ± 0.98
Minerālvielu saturs, %	1.14 ± 0.13	1.12 ± 0.09	1.13 ± 0.09

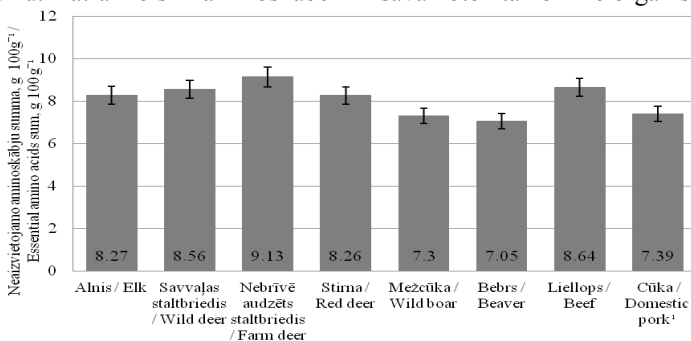
¹ – (Ramiņš u.c., 2002)

Nebrīvē audzēto staltbriežu intramuskulāro tauku saturs ir $1.63 \pm 0.88\%$ un tas ir augstāks par savvaļā nomedīto staltbriežu gaļas paraugos noteikto $1.27 \pm 0.81\%$.

Minerālvielu saturs savvaļas dzīvnieku gaļā bija robežās no 1.12% aļņiem līdz 1.15% stirnām, kas statistiski neatšķiras starp dzīvnieku sugām ($p > 0.05$). Nebrīvē audzētiem staltbriežiem minerālvielu saturs gaļas paraugos bija 1.08%, bet savvaļā nomedīto staltbriežu gaļā – 1.14%, atšķirības starp šīm grupām bija nenozīmīgas.

Pētījuma rezultāti liecina, ka aļņu, staltbriežu, stirnu, mežacūku *logissimus lumborum* muskuļaudi un bebru gaļa olbaltumvielu un tauku satura ziņā vērtējama kā līdzvērtīga liellopu un cūkgaļai.

Olbaltumvielu sastāvs. Aminoskābes ir dažādas, to savstarpējā attiecība cilvēka olbaltumos ir ļoti līdzīga aminoskābju attiecībai dzīvnieku olbaltumos. Pie cilvēka organismam nepieciešamām (neaižstājāmām) aminoskābēm pieskaita lizīnu, izoleicīnu, fenilalanīnu, triptofānu, leicīnu, metionīnu, treonīnu, valīnu, pie daļēji neaižvietojāmām aminoskābēm pieskaita arginīnu, histidīnu. Katrai no šīm aminoskābēm ir sava noteikta nozīme organismā.



3.att. Neaižvietojamo aminoskābju summu salīdzinājums starp analizēto dzīvnieku gaļas paraugiem, g 100 g⁻¹

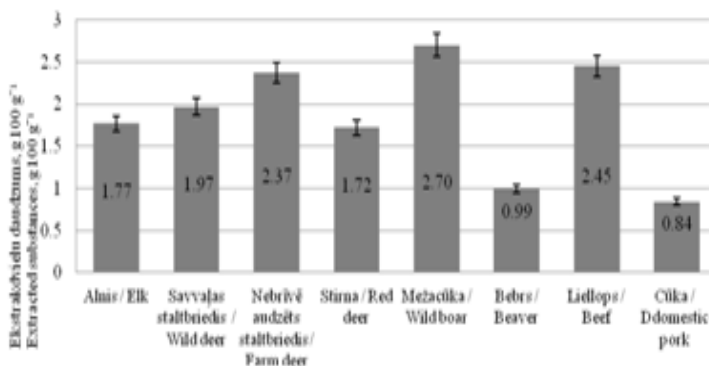
¹ - (Jansons, Jemeljanovs, 2013)

Nomedīto aļņu, staltbriežu un stirnu gaļas paraugi pēc neaizvietojamā aminoskābju summas ir līdzīgi (3. attēls), kas liecina par šo atgremotājdzīvnieku līdzīgo diētu vēla rudens un ziemas periodā. Nebrīvē audzēto staltbriežu augstāks neaizvietojamā aminoskābju saturs skaidrojams ar to piebarošanu ziemas periodā, līdz ar to paaugstinās šo dzīvnieku gaļas uzturvērtība. Nomedīto aļņu, staltbriežu un stirnu gaļas paraugi pēc neaizvietojamā aminoskābju summas ir līdzīgi, kas liecina par šo atgremotājdzīvnieku līdzīgo diētu vēla rudens un ziemas periodā.

Nebrīvē audzēto staltbriežu gaļā augstāks neaizvietojamā aminoskābju saturs skaidrojams ar to piebarošanu ziemas perioda līdz ar to paaugstinās šo dzīvnieku gaļas uzturvērtība.

Nomedīto aļņu, staltbriežu un stirnu gaļas paraugi pēc neaizvietojamā aminoskābju summas ir līdzīgi, kas liecina par šo atgremotājdzīvnieku līdzīgu diētu vēla rudens un ziemas periodā.

Ekstraktvielas. Kopā ar brīvajām aminoskābēm ekstraktvielas ir būtiskas gaļas aromāta veidotājas termiskās apstrādes laikā. Šīs vielas gaļā ir nelielās koncentrācijās, bet to pienesums ir būtisks gaļas sensorā vērtējumā. Savvaļas dzīvnieku gaļas ekstraktvielu kopējais saturs ir apkopots 4. attēlā un salīdzinājumam iekļauts arī liellopu un cūkgaļas paraugu ekstraktvielu saturs.



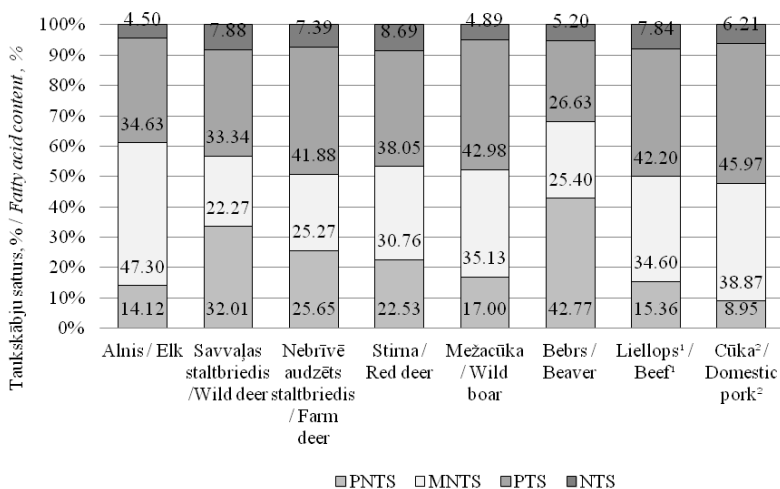
4.att. Ekstraktvielu saturs savvaļas un mājdzīvnieku gaļā

Mežacūku gaļā tika konstatēts augstākais ekstraktvielu saturs (2.9%) starp analizēto savvaļas dzīvnieku gaļas paraugiem un salīdzinājumā ar pētījumā iekļauto cūkgaļas paraugu ekstraktvielu saturu (0.84%) pārsniedza to pat 3.5 reizes. Zinot, ka ekstraktvielas veido gaļas garšu, autore pievienojas *Zmijewski, Korzeniowski* (2001) pētījumā paustajai atziņai, ka patērētāji mežacūku gaļu atzīst par delikatesi, pateicoties tās izteiktajām garšas īpašībām, un tas attiecināms kā uz poļu, tā arī Latvijā dzīvojošo gaļas lietotāju izvēli.

Mazākais ekstraktvielu saturs tika konstatēts bebru gaļā, tas bija 1.9 reizes mazāks nekā citiem analizētajiem savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļas paraugiem un 2.9 reizes mazāks nekā mežacūku gaļā.

Tauku saturs. Arvien biežāk patērētāji treknu gaļu uzskata par neveselīgu, tāpēc palielinās pieprasījums pēc liesas gaļas (Jaworska et al., 2009). Savvaļas dzīvnieku gaļa ir pēc tauku satura liesa, tā raksturojas arī ar mazu piesātināto tauku saturu un lielāku polinepiesātināto taukskābju saturu (Eaton et al., 1998) nekā liellopu un cūku gaļai, tādējādi palielinot to uzturvērtību.

Piesātināto, mononepiesātināto un polinepiesātināto taukskābju summas salīdzinājums dzīvnieku gaļas paraugos ir apkopots 5. attēlā.



5.att. Piesātināto, mononepiesātināto un polinepiesātināto taukskābju satura salīdzinājums dzīvnieku gaļas paraugos, %

Literatūrā, pētot atgremotājdzīvnieku gaļā esošās taukskābes un to koncentrāciju, parasti uzsver piesātināto taukskābju pārsvaru. Pētījumā noteiktais piesātināto taukskābju saturs aļņu gaļas paraugos ir 34.63%. Aļņu gaļā lielāks ir tieši mononepiesātināto taukskābju saturs. Bebru gaļā mononepiesātināto taukskābju saturs (25.40%) būtiski neatšķiras ($p > 0.05$) no piesātināto taukskābju satura (26.63%).

Mežacūku gaļas paraugos noteiktais mononepiesātināto taukskābju saturs ir 35.13%, bet Lietuvas zinātnieku (Razmaitē et al., 2012) pētījumos mežacūku gaļā tiek norādīts pat 43.96% mononepiesātināto taukskābju saturs.

Vitamīnu saturs. Taukos šķīstošo vitamīnu muskuļaudos ir maz, vairāk tie ir sastopami dzīvnieku iekšējos orgānos.

A vitamīns savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļas paraugos noteikts: stirnu gaļā vidēji – 0.95 mg 100g⁻¹, savvaļā nomedīto staltbriežu gaļas paraugos –

0.96 mg 100 g⁻¹ un aļņu gaļas paraugos – 0.97 mg 100 g⁻¹. Savukārt nebrīvē audzētu staltbriežu gaļas paraugos A vitamīna saturs bija 4.26 mg 100 g⁻¹, tātad retinola koncentrācija bija 4.4 reizes lielāka nekā savvaļā nomedītu staltbriežu gaļas paraugos.

4. tabula

Vitamīnu saturs aļņu, staltbriežu un stirnu gaļas paraugos, mg 100 g⁻¹

Vitamīns	Alnis	Savvaļas brieži	Nebrīvē audzēti brieži	Stirna
Taukos šķīstošie vitamīni				
A vitamīns	0.97 ± 0.06	0.96 ± 0.04	4.26 ± 0.09	0.95 ± 0.04
D vitamīns	n.a *	n.a.*	0.05 ± 0.01	n.a.*
E vitamīns	0.38 ± 0.03	0.37 ± 0.01	1.06 ± 0.14	0.37 ± 0.00
Ūdenī šķīstošie vitamīni				
B ₁ vitamīns	0.30 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.41 ± 0.04	0.29 ± 0.01
B ₂ vitamīns	0.28 ± 0.02	0.26 ± 0.04	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01
B ₆ vitamīns	0.51 ± 0.11	0.47 ± 0.05	0.50 ± 0.02	0.46 ± 0.04
B ₁₂ vitamīns	0.003 ± 0.000	0.003 ± 0.000	0.002 ± 0.000	0.002 ± 0.000
Nikotīnskābe	6.66 ± 0.77	6.52 ± 0.82	6.23 ± 0.48	6.53 ± 0.62
Pantotēnskābe	0.41 ± 0.02	0.63 ± 0.02	1.83 ± 0.14	0.55 ± 0.02
Folskābe	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

*- nav konstatēts

D vitamīna saturs savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos (4. tab.) konstatēts atšķirīgās koncentrācijās, mežacūku gaļā – 0.02 mg 100 g⁻¹ un bebru gaļā 0.03 mg 100g⁻¹, savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļā D vitamīns netika atrasts, bet nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā tas bija 0.05 mg 100 g⁻¹. Latvijā ultravioletie stari novembra beigās, decembrī, janvārī un februārī D vitamīna vajadzīgo daudzumu nenodrošina, D vitamīnu nepieciešams uzņemt ar uzturu (Zariņš, Neimane, 2009). Savvaļas dzīvnieku gaļa, kā nebrīvē audzētu briežu gaļa, mežacūku un bebru gaļa, būtu daļējs risinājums ziemas mēnešos cilvēku organisma apgādei ar D vitamīnu.

Literatūrā ir norādīts, ka E vitamīnam ir antioksidanta funkcija, tā klātbūtne izejvielā ir ļoti vēlama arī no tehnoloģiskā viedokļa.

Savvaļā nomedīto dzīvnieku gaļā (4. un 5. tab.) E vitamīna saturs ir 0.37–0.38 mg 100 g⁻¹, tas statistiski neatšķirās ($p > 0.05$). Nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā kopējais tokoferolu līmenis ir 2.7 reizes lielāks nekā pārējiem pētījumā iekļautajiem dzīvnieku gaļas paraugiem. Tas skaidrojams ar dzīvniekiem izēdinātās barības sastāva atšķirībām.

Literatūrā atspoguļotie pētījumu rezultāti liecina, ka ap 71% no kopējā E vitamīna satura mežacūku gaļā veido tieši α tokoferols (Quaresma et al., 2011). Mežacūku gaļa satur gan α -tokoferolus (0.17 mg 100 g⁻¹ gaļas), gan γ -tokoferolus (0.26 mg 100g⁻¹ gaļas)(Quares et al., 2011). To var skaidrot ar

barības sastāvu un saturu mežacūku barībā, kurā galvenais E vitamīna avots ir ozolziļes un zāle (Cava et al., 1997).

5. tabula

Vitamīnu saturs mežacūku un bebru gaļas paraugos, mg 100 g⁻¹

Vitamīns mg	Mežacūka	Bebris
Taukos šķīstošie vitamīni		
A vitamīns	n.a*	n.a*
D vitamīns	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.01
E vitamīns	0.38 ± 0.03	0.37 ± 0.02
Ūdenī šķīstošie vitamīni		
B ₁ vitamīns	0.36 ± 0.06	0.35 ± 0.02
B ₂ vitamīns	0.26 ± 0.02	0.24 ± 0.01
B ₆ vitamīns	0.37 ± 0.03	0.23 ± 0.01
B ₁₂ vitamīns	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Nikotīnskābe	4.43 ± 0.41	4.47 ± 0.34
Pantotēnskābe	0.68 ± 0.04	1.60 ± 0.13
Folskābe	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

*- nav konstatēts / *not found*

No ūdenī šķīstošajiem vitamīniem pētījumā (4. un 5. tabula) noteikti gaļā biežāk pārstāvētie B₁, B₂, B₆, B₁₂ vitamīni, nikotīnskābe, pantotēnskābe un folskābe.

B₁ vitamīna saturs ($p > 0.05$) noteikts robežās no 0.28 līdz 0.30 mg 100 g⁻¹. Nebrīvē audzētu staltbriežu gaļas paraugos B₁ vitamīna saturs būtiski atšķīrās, tā koncentrācija bija 1.4 reizes augstāka nekā savvaļā nomedīto staltbriežu gaļas paraugos. Mežacūku gaļas paraugos B₁ vitamīna koncentrācija bija 0.36 mg 100 g⁻¹, līdzīgi bebru gaļas paraugos – 0.35 mg 100 g⁻¹.

B₂ vitamīna saturs svārstījās robežās no 0.24 mg 100 g⁻¹ līdz 0.28 mg 100 g⁻¹. Augstākā B₂ vitamīna koncentrācija tika konstatēta aļņu gaļas paraugos 0.28 mg 100 g⁻¹, bet zemākā 0.24 mg 100 g⁻¹ bebru gaļas paraugos. Arī nebrīvē audzētu staltbriežu gaļa B₂ vitamīna satura ziņā būtiski neatšķīrās.

Savvaļā nomedīto atgremotājdzīvnieku (4. tab.), kā arī nebrīvē audzētu staltbriežu gaļas paraugos B₆ vitamīna saturs bija robežās no 0.46 mg 100 g⁻¹ stirnu gaļā līdz 0.51 mg 100 g⁻¹ aļņu gaļā. Divas reizes zemāks B₆ vitamīna daudzums noteikts bebru gaļas paraugos – 0.24 mg 100 g⁻¹, savukārt mežacūku gaļā 0.37 mg 100 g⁻¹, tas bija 1.3 reizes mazāks nekā savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļas paraugos.

Pētījumu rezultāti (Mann, 2000) liecina, ka gaļa, un zivis, uzturā ir galvenie B₁₂ vitamīna avoti. Savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļas paraugos, kā arī nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā tas ir noteikts no 0.002 mg 100 g⁻¹ līdz 0.003 mg 100 g⁻¹ ($p > 0.05$). Mežacūku un bebru gaļā tas bija par 10 reizēm lielāks, sasniedzot 0.01 mg līdz 0.02 mg 100 g⁻¹.

Minerālvielu saturs. Nomedīto aļņu, staltbrīžu, stirnu, mežacūku un bebru gaļā esošo nozīmīgāko minerālvielu saturs atspoguļots 6. un 7. tabulā.

6. tabula

Minerālvielu saturs aļņu, staltbrīžu un stirnu gaļas paraugos, mg 100 g⁻¹

Rādītāji	Alnis	Savvaļas staltbrīdis	Nebrīvē audzēts staltbrīdis	Stirna
Makroelementi, mg 100 g⁻¹				
Ca	2.43 ± 0.24	3.03 ± 0.21	3.22 ± 0.28	1.97 ± 0.19
P	93.11 ± 0.34	92.16 ± 0.28	134.41 ± 0.10	92.29 ± 0.33
K	1270.03 ± 3.65	1145.62 ± 4.75	1318.46 ± 3.89	1144.92 ± 04.21
Na	20.61 ± 0.82	23.18 ± 0.79	26.37 ± 0.63	19.98 ± 0.71
Mg	9.34 ± 0.34	8.93 ± 0.57	12.11 ± 0.31	8.78 ± 0.46
Fe	9.42 ± 0.86	15.93 ± 1.04	13.55 ± 0.93	8.37 ± 0.71
Mikroelementi, mg 100 g⁻¹				
Zn	13.52 ± 1.02	10.94 ± 0.79	13.88 ± 1.06	8.83 ± 0.76
Cu	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.05 ± 0.00
Mn	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00

Savvaļas dzīvnieku gaļa ir lielisks mikro un makro elementu avots, īpaši dzelzs un cinka saturs.

Makroelementi – kalcijs, fosfors, kālijs nātrijs un magnijs savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļas paraugos noteikts līdzīgs, kas būtiski neatšķiras starp dzīvnieku sugām ($p > 0.05$). Arī mežacūku un bebru gaļā šo elementu saturs bija līdzīgs. Gaļā esošos dzelzs savienojumus organisms ļoti labi izmanto. Dzelzs daudzums savvaļas staltbrīža gaļā ir apmēram divas reizes lielāks (15.93 mg 100 g⁻¹) nekā stirnu gaļā (8.83 mg 100 g⁻¹), savvaļā nomedīto staltbrīžu gaļas paraugos tas ir nedaudz lielāks nekā nebrīvē audzētu brīžu gaļā (13.55 mg 100 g⁻¹). Aļņu gaļas paraugos dzelzs saturs bija 9.42 mg 100 g⁻¹. Mežacūku un bebru gaļā attiecīgi 8.25 un 10.84 mg 100 g⁻¹.

7. tabula

Minerālvielu saturs mežacūku un bebru gaļas paraugos, mg 100 g⁻¹

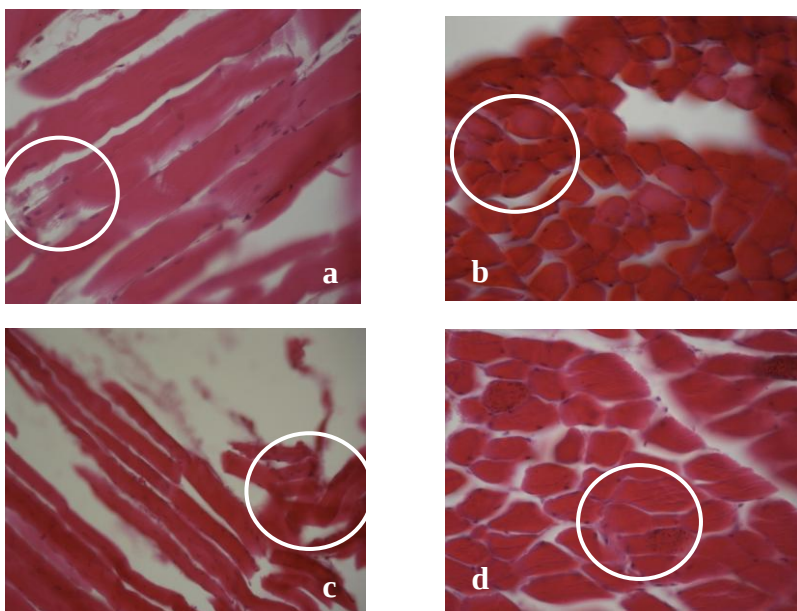
Rādītāji	Mežacūka	Bebrs
Makroelementi, mg 100 g⁻¹ / Macroelements, mg 100g⁻¹		
Ca	3.22 ± 0.21	1.98 ± 0.15
P	91.15 ± 0.31	113.06 ± 0.48
K	930.71 ± 3.45	1194.64 ± 4.06
Na	20.43 ± 0.74	23.71 ± 0.83
Mg	7.37 ± 0.33	7.61 ± 0.41
Fe	8.25 ± 0.63	10.84 ± 0.86
Mikroelementi, mg 100g⁻¹		
Zn	8.52 ± 0.45	10.64 ± 0.79
Cu	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00
Mn	0.03 ± 0.00	0.05 ± 0.00

Savvaļā nomedīto atgremotājdzīvnieku gaļas paraugos mikroelementu vara un mangāna saturs būtiski neatšķīrās ($p > 0.05$). Savukārt cinka saturs savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļā tika konstatēts no 8.83 mg 100 g⁻¹ stirnu gaļā līdz 13.52 mg 100 g⁻¹ aļņa gaļā un nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā tas bija lielākais – 13.88 mg 100 g⁻¹. Mežacūkas un bebru gaļas paraugos mikroelementu vara un mangāna saturs bija līdzīgs savvaļas atgremotājdzīvnieku gaļā atrastajam. Cinka saturs mežacūku gaļā bija 8.52 mg 100 g⁻¹ un bebru gaļā 10.64 mg 100 g⁻¹. Pētnieks Grofs secinājis, ka sarkanā gaļa ir galvenais cinka avots uzturā (Groff, 2000).

Piemēram, pieaugušo uzturā dienā jāuzņem 9.5 mg⁻¹ (vīriešiem) un 7.0 mg⁻¹ (sievietēm) cinka (EFSA..., 2006). Šai iedzīvotāju grupā Latvijā nomedīto savvaļas dzīvnieku 100 g gaļa nodrošina no 27% līdz 39% dienas devas.

Saldēšanas un uzglabāšanas ietekme uz savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāti

Saldētas gaļas kvalitāti ietekmē vairāki faktori, to vidū dzīvnieka stāvoklis pirms nāves, kautķermeņa pirmapstrādes un tā atdzesēšanas process, sasaldēšanas ātrums un temperatūras stabilitāte uzglabāšanas laikā.

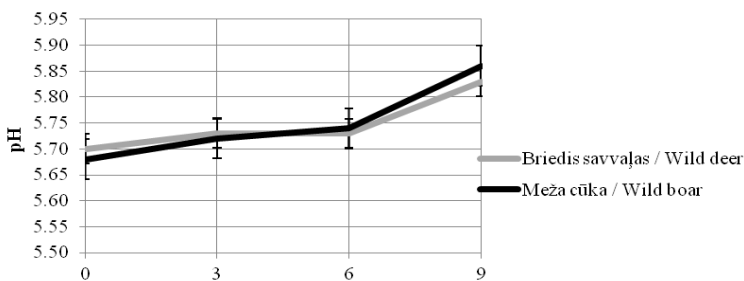


6. att. Savvaļas staltbriežu un mežacūku muskuļaudu izmaiņas pēc 6 mēnešu uzglabāšanas saldētā veidā, x 200

a) staltbriežu gaļas mikrostrukturā garenvirziens; b) staltbriežu gaļas mikrostrukturā šķērsriezums; c) mežacūkas gaļas mikrostrukturā garenvirziens; d) mežacūkas gaļas mikrostrukturā šķērsriezums

Gaļas fizikālās, ķīmiskās un uzturvērtības izmaiņas var radīt jebkurš no iepriekšminētajiem procesiem. Pēc 6 mēnešu gaļas paraugu uzglabāšanas - 20 ± 2 °C temperatūrā gan savvaļas staltbriežu, gan mežacūku muskulatūrā ir konstatētas izmaiņas. Savvaļas staltbriežu mikrostruktūrā konstatēta atsevišķu šķiedru bojāja, bet izteiktākas izmaiņas konstatētas mežacūku muskulatūrā.

Viens no būtiskākajiem nometīto savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitātes rādītājiem ir gaļas pH, jo tas ir viens no gaļas sensoro īpašību – krāsas, garšas un gaļas sulīguma – noteicējiem, vienlaikus arī gaļas tehnoloģisko īpašību – ūdens noturīguma un gaļas produktu derīguma termiņa – ietekmējošajiem faktoriem. Pētījumā bija svarīgi noskaidrot, kā paraugu pH mainās, uzglabājot sasaldētu gaļu (sk. 7. att.).



7. att. Savvaļas staltbriežu un mežacūkas gaļas pH izmaiņas saldētas gaļas uzglabāšanas laikā

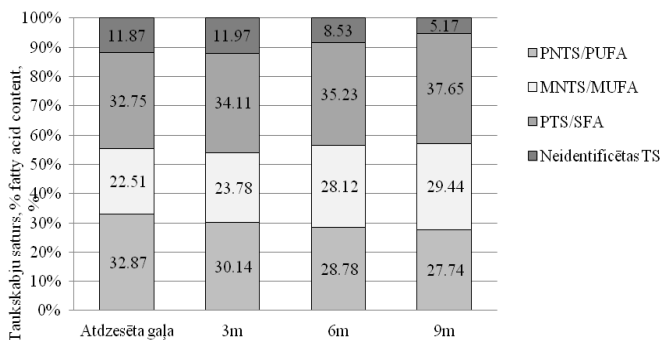
Novērojot lēnu, bet konsekventu pH vērtības palielinājumu paraugu uzglabēšanas laikā, izmaiņas nav būtiskas ($p > 0.05$). Uzglabājot ilgstoši sasaldētu gaļu, pH svārstības nav uzskatāmas par produkta kvalitātes pasliktināšanos. Pētījumā analizēto staltbriežu un mežacūku gaļas pH nepārsniedza pH = 6.0 robežu, tas liecina par gaļas kvalitātes saglabāšanos produkta sasaldēšanas un atlaidināšanas periodā.

Vērtējot gaļas ķīmisko sastāvu un atsevišķu komponentu satura izmaiņas, konstatēts, ka olbaltumvielu kvantitatīvās izmaiņas staltbriežu un mežacūku gaļas sasaldēšanas, saldētas gaļas uzglabāšanas procesā nav būtiskas.

Arī intramuskulāro tauku satura ziņā savvaļas staltbriežu un mežacūku gaļas paraugiem, uzglabājot tos sasaldētā veidā 3, 6 un 9 mēnešus, netika novērotas būtiskas izmaiņas ($p > 0.05$). Nelielas izmaiņas var radīt gaistošo taukskābju mainīgais daudzums gaļas paraugos.

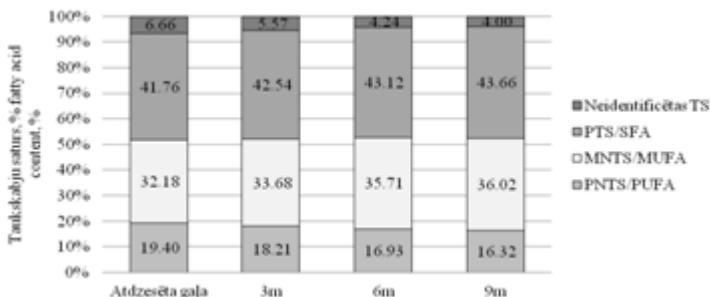
Lai gan tauku saturs būtiski neatšķiras, pētījumā tika veiktas arī taukskābju sastāva analīzes katrā no sasaldētās gaļas uzglabāšanas posmiem.

Staltbriežu gaļas taukskābju sastāva izmaiņas saldētas gaļas uzglabāšanas laikā apkopotas 8. attēlā.



8.att. Taukskābju satura izmaiņas saldētas staltbriežu gaļas uzglabāšanā,

Kopējais polinepiesātināto taukskābju saturs atdzesētas staltbriežu gaļas paraugos bija 32.87% no kopējo taukskābju daudzuma. Pēc 3 mēnešu uzglabāšanas to saturs samazinājās par 2.7%, pēc 6 mēnešiem par 4.1%, bet pēc 9 mēnešiem par 5.1%.



9.att. Taukskābju satura izmaiņas saldētas mežacūku gaļas uzglabāšanā,

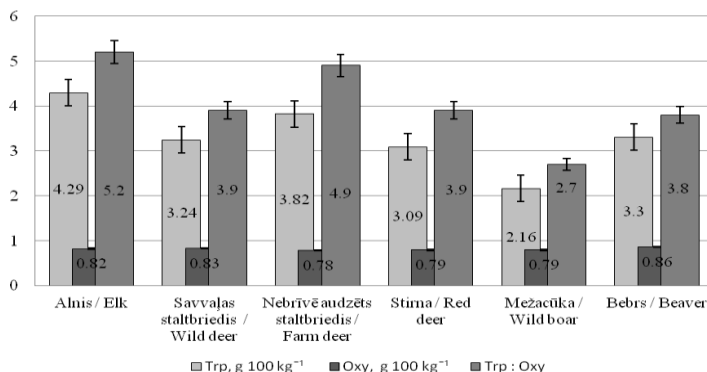
Mežacūku gaļas taukskābju sastāva izmaiņas sasaldēšanas un saldētas gaļas uzglabāšanas laikā apkopotas 9. attēlā. Uzglabāšanas laikā vērojamas būtiskas izmaiņas ($p > 0,05$) arī mežacūku gaļas paraugu intramuskulāro tauku taukskābju sastāvā. Mainoties taukskābju sastāvam, mainās arī gaļas uzturvērtība. At dzesētā mežacūku gaļā polinepiesātināto taukskābju koncentrācija bija mazāka kā staltbriežu gaļā, arī zudumi bija mazāki.

Pētījumā tika konstatētas arī taukos šķīstošo A un E vitamīnu zudumi pēc 6 mēnešu uzglabāšanas, taču tas nebija būtisks ($p > 0,05$). Lielāki zudumi, izvērtējot staltbriežu gaļas paraugus, tika konstatēti ūdenī šķīstošo vitamīnu satura ziņā, tieši B₆, B₁₂ un pantotēnskābei. Savukārt, mežacūku gaļā pētījumā tika konstatēts D vitamīna satura zudums. Nomedīto mežacūku gaļas paraugos

D vitamīna saturs bija niecīgs, bet uzglabātā gaļā tas vispār netika konstatēts. E vitamīna koncentrācija saglabājās nemainīga, gan tikko iegūtos gaļas paraugos, gan saldētos un uzglabātos paraugos. Mežacūku gaļā, uzglabājot to saldētā veidā sešus mēnešus, B₁ vitamīna zudums vidēji bija 2,8%, B₂ -3,9%, B₆ - 13,5%, nikotīnskābei - 0,9%, pantotēnskābei - 35,3%, bet B₁₂ un folskābe saturā izmaiņas nebija. Nestabilākie zemo temperatūru iedarbībā mežacūku gaļā bija B₆ vitamīns un pantotēnskābe.

Savvaļas dzīvnieku gaļas uzturvērtības analīze

Izvērtējot gaļas uzturvērtību, galvenokārt analizējām olbaltumvielu, tauku, minerālvielu saturu un sastāvu. Olbaltumvielu kvalitāti var vērtēt no diviem aspektiem - olbaltumvielu saturs un uzņemtā produkta raksturojums, tā spēja nodrošināt individuālā patēriņa vajadzības. Tās ir atkarīgas no cilvēka vecuma, fizioloģiskā stāvokļa un enerģijas nepieciešamības, to ietekmē dažādi faktori. Lai raksturotu gaļas uzturvērtību, tiek lietota triptofāna satura attiecība pret oksiprolīna saturu gaļā. Triptofāns ir viena no vērtīgākajām aminoskābēm, pēc tās satura spriež par pilnvērtīgo olbaltumvielu kopējo saturu paraugā. Būtiska nozīme gaļas sastāvā ir oksiprolīna saturam, kurš pieder pie nepilnvērtīgajām saistaudu olbaltumvielām ar būtisku ietekmi uz gaļas sagremojamību. Pētījumā noteiktais triptofāna un oksiprolīna saturs un to attiecība savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos apkopota 10. attēlā.



10.att. Savvaļas dzīvnieku muskulatūras kvalitāti raksturojošo aminoskābju saturs un to attiecība

Izvērtējot triptofāna un oksiprolīna attiecību savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos, jāsecina, ka visaugstākā šī attiecība noteikta tieši aļņu gaļas paraugiem - 5,2, bet mazākā mežacūkas gaļas paraugiem - 2,7. Tātad no Latvijā medījamo dzīvnieku sugām aļņu gaļai ir visaugstākā uzturvērtība.

Salīdzinot savvaļā nomedīto un nebrīvē audzēto staltbriežu gaļas paraugus, lielāka uzturvērtība ir nebrīvē audzētu staltbriežu gaļai, jo triptofāna - oksiprolīna attiecība bija 4,9, bet savvaļā nomedīto staltbriežu gaļā šī attiecība

bija 3,9. Šīs atšķirības skaidrojamas ar nebrīvē audzētu staltbriežu mazkustīgo dzīves veidu iežogotās teritorijās. Savvaļas dzīvnieku gaļa ir vērtīgāka, salīdzinot ar Latvijā audzētu liellopu gaļu, jo triptofāna - oksiprolīna attiecība liellopu gaļai ir 3,7 (Lujāne et al., 2013). Izvērtējot bebru gaļas paraugus, šī attiecība ir 3,8.

Produkti, kas ir bagāti ar atsevišķām aminoskābēm ir slikti olbaltumvielu ekvivalenti, jo gremošanas procesu rezultātā tiek deaminētas aminoskābes, pārvēršot tās taukos un ogļhidrātos. Lai būtu iespējama pilnīgāka olbaltumvielu izmantošana, ir nepieciešams neaizvietojoamo aminoskābju līdzsvars. Zinātniskajā literatūrā olbaltumvielu sastāva vērtēšanai un datu salīdzināšanai lieto aminoskābju vērtību izteiktu punktus (skat. 8. un 9. tab.).

8. tabula

Neaizvietojoamo aminoskābju bioloģiskā vērtība aļņu, briežu un stirnu gaļas olbaltumvielās

Neaizvietojamās aminoskābes	Neaizvietojoamo aminoskābju modelis, mg g ⁻¹ olbaltum-vielās*	Aļnis		Savvaļas staltbriedis		Nebrīvē audzēts staltbriedis		Stirna	
		Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits	Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits	Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits	Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits
Thr	23	8.9	39	10.9	48	11.0	48	9.4	40
Val	39	7.3	19	9.73	25	12.8	33	8.8	23
Met	16	5.5	34	4.67	29	5.6	35	5.2	33
Ile	30	8.2	27	9.39	31	10.4	35	8.8	29
Leu	59	18.4	31	16.3	28	19.9	34	16.9	29
Trp	6	0.4	6	0.3	5	0.4	6	0.3	5
His	15	8.5	57	8.8	59	7.53	50	8.0	58
Lys	45	21.6	48	22.6	50	20.3	45	21.9	49
SSA ¹	22	17.5	80	16.9	76	14.8	67	16.8	77
AA ²	38	5.51	34	4.67	12	4.58	12	5.21	14

*- *References aminoskābju modelis WHO/FAO (2007)*

¹ - *Sēru Saturošās Aminoskābes (fenilalanīns+ tirozīns)*

² - *Aromātiskās Aminoskābes (metionīns+ cistīns)*

Izvērtējot rezultātus, jāsecina, ka aļņu, stirnu, briežu gaļas paraugos neaizvietojoamo aminoskābju - metionīna, treonīna un histidīna saturs ir augstāks, t.i., punktu skaits ir lielāks kā pilnvērtīgajā olu olbaltumvielās. Izoleicīna, leicīna un lizīna saturs ir līdzvērtīgs, bet šo dzīvnieku gaļa nenodrošina pilnībā cilvēka vajadzību pēc valīna. Savvaļas dzīvnieku gaļas paraugi satur 3 - 4 reizes vairāk sēru saturošās aminoskābes - fenilalanīnu un tirozīnu. Visvairāk šo aminoskābju ir aļņu gaļā - 17,5 mg g⁻¹ jeb 80 punkti, turklāt aļņu gaļas paraugi satur vairāk triptofāna (0,43 mg g⁻¹ jeb 7 punkti), salīdzinot ar pārējiem atgremotājdzīvnieku gaļas paraugiem. Mazāk tajā vienīgi

ir metionīna un cisteīna. Mežacūku un bebru gaļas paraugi satur 6 - 9 reizes vairāk triptofāna.

9. tabula

Neaizvietojamā aminoskābju bioloģiskā vērtība mežacūku un bebru gaļas olbaltumvielās

Neaizvietojamās aminoskābes	Neaizvietojamā aminoskābju modelis, mg g ⁻¹ olbaltumvielās*	Mežacūka		Bebrs	
		Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits	Saturs, mg g ⁻¹ olbaltumvielu	Punktu skaits
Treonīns / <i>Thr</i>	23	5.2	23	0.8	4
Valīns / <i>Val</i>	39	1.2	3	9.3	24
Metionīns/ <i>Met</i>	16	5.6	35	3.9	24
Izoleicīns / <i>Ile</i>	30	10.4	35	10.9	36
Leicīns / <i>Leu</i>	59	16.1	27	15.2	26
Triptofāns / <i>Trp</i>	6	2.2	36	3.3	55
Histidīna / <i>His</i>	15	10.7	71	10.0	67
Lizīns / <i>Lys</i>	45	21.6	48	17.1	38
SAS ¹	22	16.5	75	7.1	32
AAS ²	38	5.6	15	3.9	10

*- *References aminoskābju modelis WHO/FAO/UNU (2007)*

¹ – *Sēru saturošās aminoskābes (fenilalanīns+ tirozīns)*

² – *Aromātiskās aminoskābes (metionīns+ cistīns)*

Gaļas kvalitāte ir atkarīga no taukskābju sastāva intramuskulārajos taukos. Pētījumā noteikto taukskābju saturs liecina par savvaļas dzīvnieku gaļas augstāku uzturvērtību.

Ir četri savstarpēji saistīti faktori, kas ir svarīgas mūsu veselībai:

1. kopējais tauku saturs,
2. taukskābju saturs,
3. PNTS / PTS attiecība,
4. ω-6 attiecība pret ω-3.

Katrs no šiem faktoriem ietekmē mūsu veselību. Uzņemot vairāk tauku, nekā nepieciešams, tie organismā veido enerģijas rezervi. Tas var novest pie aptaukošanās, veselības problēmas rada gaļas produktos esošie neveselīgie – piesātinātie – tauki.

Dažādām taukskābēm ir atšķirīga ķīmiskā struktūra un tās atšķirīgi ietekmē cilvēka organismu un veselību. Pētījumā noteiktais taukskābju sastāvs, taukskābju attiecība un to veselības indeksi parādīti 10. un 11. tabulā.

Pētījuma rezultāti liecināja, ka nebrīvē audzētu staltbriežu un liellopu gaļā (Strazdina et al., 2010) noteiktais piesātināto taukskābju saturs bija 40.11%, mononepiesātināto taukskābju saturs – 34.6% un polinepiesātināto taukskābju saturs – 15.36%. Tas liecina par savvaļas dzīvnieku dzīves un ēšanas paradumu izmaiņām iežogotās teritorijās, radot tendenci intramuskulāro tauku profilam tuvināties liellopu tauku profilam.

10. tabula

Svarīgākās taukskābes un to attiecības aļņu, staltbriežu, stirnu un liellopu gaļā

Rādītājs	Alnis	Savvaļas staltbriedis	Nebrīvē audzēti staltbrieži	Stirna	Liellops ¹
Tauku saturs, %	1.04±0.64	1.27±0.81	1.63±0.88	1.63±0.76	1.68±0.62
PTS	34.63±2.32	33.34±3.06	41.88±3.58	38.05±3.22	40.1±3.82
Stearīnskābe	12.46±1.22	13.76±0.94	13.88±1.62	14.65±2.60	9.24±1.53
Miristīnskābe	1.54±0.41	1.60±0.76	3.59±0.49	1.92±0.07	3.62±0.47
Palmitīnskābe	18.45±1.98	17.28±2.40	22.69±2.75	18.55±2.46	21.43±2.51
MNTS	47.30± 3.92	22.27±2.19	25.27±2.46	30.76±3.61	34.60±3.78
PNTS	14.12±2.03	32.0±3.58	25.65±0.93	22.53±0.78	15.36±0.46
ω -3	4.39±0.19	7.61±0.43	6.69±0.35	6.61±0.5	2.65±0.26
ω -6	9.53±0.28	17.75±0.82	22.59±0.86	15.78±0.42	12.71±0.13
Holesterīns, mg 100g ⁻¹	63.16±6.18	57.13±7.89	78.53±5.71	62.37±5.34	76.31±5.63

¹ – (Lujāne, 2013)

Taukskābju sastāvs, īpaši PNTS: PTS attiecība ir nozīmīgākais faktors cilvēka veselībai. MacRae ar līdzautoriem (2005) norādīja, ka pazeminot piesātināto taukskābju saturu asinīs, īpaši miristīnskābes (C14:0) un laurīnskābes (C12:0) saturu, var panākt būtiski samazināt holesterīna saturu asins plazmā un samazināt sirds un asinsvadu slimību risku

Kā liecina pētījuma rezultāti, savvaļas dzīvnieku gaļā ir ap 15% mazāk holesterīna nekā liellopu gaļā. Savukārt, nebrīvē audzēto staltbriežu gaļas paraugos, holesterīna saturs ir līdzīgs Latvijā audzēto gaļas šķirņu liellopu gaļā noteiktajam. Mežacūku gaļā ir lielāks holesterīna saturs, ko var skaidrot ar augsto adrenalīna līmeni stresa apstākļos, to mēdību laikā.

Vizemākais holesterīna līmenis pētījumā konstatēts bebru gaļā (49,51 mg 100 g⁻¹).

**Svarīgākās taukskābes un to attiecības mežacūku,
bebru un cūkgaļā**

Rādītājs	Mežacūka	Bebrs	Cūka
Tauku saturs, %	3.45 ± 1.11	4.29 ± 0.98	3.18
PTS	42.98 ± 2.65	26.63 ± 1.07	45.97
Stearīnskābe	16.57 ± 2.51	7.66 ± 1.85	~
Miristīnskābe	3.45 ± 0.51	1.26 ± 0.29	1.23
Palmitīnskābe	22.82 ± 1.24	17.09 ± 0.07	~
MNTS	35.13 ± 2.13	25.40 ± 1.04	38.87
PNTS	17.00 ± 1.33	42.77 ± 2.98	8.95
ω - 3	3.05 ± 0.21	18.71 ± 2.13	~
ω - 6	13.63 ± 0.20	23.81 ± 0.86	~
Holesterīns, mg 100g ⁻¹	98.11 ± 7.82	49.51 ± 4.01	67.85 ± 5.67

~ - nav datu

Svarīgāka par gaļas sensorām īpašībām ir produkta bioloģiskā vērtība, 12. tabulā sniegts gaļas uzturvērtības raksturojums, lai gaļu varētu izvēlēties ne vien pēc garšas, bet arī pēc lietderības.

Sabalansēts uzturs ir viens no labas veselības un darbaspēju saglabāšanas pamatiem. Uzņemot uzturu ar pārāk lielu enerģētisko vērtību, organismā rodas enerģijas pārpalikums, kas izgulsnējas tauku rezervēs zemādā vai ap iekšējiem orgāniem, tādēļ ir svarīgi sabalansēt fizisko aktivitāti, pareizās uzturvielu attiecības (enerģētisko vērtību) un ēšanas režīmu.

Organisma šūnās nepārtraukti norit vielu un enerģijas maiņa, kas ir dzīvības pamata procesi. Šīs svarīgās funkcijas veic uzturvielas, kas organismā noārdoties atbrīvo noteiktu enerģijas daudzumu. Aprēķinot kaloriju daudzumu savvaļas dzīvnieku gaļā iegūtais rezultāts ir līdzīgs kā mājdzīvnieku gaļas paraugos. Starpība, piem., starp nebrīvē audzētu staltbrieža un liellopu gaļu ir tikai 12 kalorijas, kas ir nenozīmīga daļa salīdzinot ar visu parasti dienā patērēto kaloriju daudzumu. 100g jēlas gaļas porcija būtu tikai 5 - 7% no šīm kalorijām. Tādējādi visi tabulā redzami gaļas veidi var iederēties sabalansētā diētā vai pat svara samazināšanas diētā.

Pētījumā analizēto savvaļas dzīvnieku gaļas paraugos PNTS : PTS attiecība nebija zemāka par 0,4; tas liecina par savvaļas dzīvnieku *logissimus lumborum* muskuļa gaļas kvalitāti, augsto intramuskulāro tauku uzturvērtību. Īpaši augsta šī attiecība bija bebru gaļā (1,6) un savvaļā nomedīto staltbriežu gaļā (0,96).

Dietologu uzmanība ir vērsta uz polinepiesātināto taukskābju sastāvu produktos. Ne visas polinepiesātinātās taukskābes ir vienlīdz veselīgas un labi izmantojas organismā, tādēļ šo taukskābju raksturošanai lieto ω - 6 : ω - 3 attiecību. Pasaules Veselības organizācija (2003) iesaka ω - 6 : ω - 3 attiecību mazāku par 4. Pētījuma rezultāti liecina, ka visu savvaļas dzīvnieku gaļas paraugi, kas pētījuma ietvaros bija analizēti, izņemot mežacūku gaļu (4,6),

atbilst Pasaules Veselības organizācijas rekomendācijām, to attiecība bija no 3,58 līdz 1,26.

12.tabula

Atdzesētas savvaļas dzīvnieku gaļas bioloģiskās vērtības rādītāji

Rādītāji	Alnis	Savvaļas stalt- briedis	Nebrīvē audzēts staltbriedis	Stirna	Liellops	Meža- cūka	Cūka	Bebrs
Kcal	97.72	95.79	104.39	102.87	91.85	114.57	113.90	124.17
Σ NA, g 100g ⁻¹	8.27	8.56	9.13	8.26	8.64	7.30	7.39	7.05
PNTS:PTS	0.40	0.70	0.90	0.60	0.38	0.40	0.16	1.60
ω -6 : ω -3	2.20	2.50	3.60	2.70	4.80	4.60	12.52	1.29
TI	0.70	0.80	0.90	0.90	n.d.	1.00	n.d.	0.40
AI	0.60	0.70	0.80	0.80	n.d.	1.10	n.d.	0.60

ω -6 : ω -3 < 4

PNTS : PTS > 0,4

n.d. – nav datu

TI - trombogēnais indekss

AI - aterogēnais indekss

Aterogēnais indekss (AI) un trombogēnais indekss (TI) ir lipīdu kvalitātes rādītāji gaļā, kas kalpo kā kardiovaskulāro saslimšanas risku pareģotāji (Marsico et al. 2007). Indeksu vērtības ir zemākas, ja dzīvnieku taukos ir mazāks piesātināto taukskābju (miristīnskābes, palmitīnskābes un stearīnskābes) saturs un lielāks veselību labvēlīgi ietekmējošo mono- un polinepiesātināto taukskābju (ω - 3 un ω - 6) saturs.

Savvaļas dzīvnieku gaļa ir produkts ar augstu bioloģisko vērtību, tā var lieliski papildināt un daudzveidot ikdienas gaļas sortimentu, atbilst veselīgas diētas rekomendācijām, tai ir zems tauku un augsts olbaltumvielu saturs un visas neaizvietojamās aminoskābes. Tā ir lielisks A, E un B grupas vitamīnu avots, kā arī satur nozīmīgus mikro- un makro- elementus, jo īpaši dzelzi un cinku. Augstvērtīgākie no pētījumā analizētiem gaļas paraugiem ir bebru un aļņu gaļa.

SECINĀJUMI

1. Darbā izvirzītā hipotēze - Latvijā nomedīto savvaļas dzīvnieku gaļa ir kvalitatīvs produkts ar augstu bioloģisko vērtību - ir apstiprinājusies.
2. Meža dzīvnieku gaļā noteikts liels olbaltumvielu saturs, tas svārstījās robežās no 20.88% mežacūku līdz 22.79% aļņu gaļā. Augstākais neaizvietojoamo aminoskābju saturs noteikts nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā, neaizvietojoamo aminoskābju saturs savvaļas dzīvnieku gaļā ir līdzīgs attiecīgās sugas dzīvniekiem.
3. Mazākais saistaudu olbaltumvielu saturs ir noteikts nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā, kas liecina par mazāku fizisko slodzi dzīvniekiem iežogotās teritorijās. Savvaļas dzīvnieku gaļa ir bagāta ar neaizvietojoamo aminoskābju daudzums, šajā ziņā visvērtīgākā ir aļņu un mežacūku gaļa.
4. Kopējais intramuskulāro tauku saturs atgremotājdzīvnieku (1,14 – 1,93%) un mežacūku (3,45%) *logissimus lumborum* muskulī bija mazāks nekā tas atbilst gaļai ar zemu tauku saturu
5. Pētījumā noteiktais piesātināto taukskābju saturs aļņu gaļas paraugos ir 34,63%. bet mononepiesātināto taukskābju ir vairāk 47,3%. Bebru gaļā mononepiesātināto taukskābju saturs (25,40%) būtiski neatšķīrās no piesātināto taukskābju satura (26,63%). Savvaļas dzīvnieku gaļa satur vairāk polinepiesātinātos taukus kā liellopu gaļa un cūkgaļa. Īpaši daudz to ir bebru gaļā (42,8%).
6. Visu savvaļas dzīvnieku gaļā noteikta optimāla PNTS : PTS attiecība, kas liecina par savvaļas dzīvnieku gaļas kvalitāti un augsto intramuskulāro tauku uzturvērtību. Īpaši augsta šī attiecība bija bebru (1,60) un savvaļā nomedīto staltbriežu (0,96) gaļā.
7. Savvaļas dzīvnieku gaļa, kā nebrīvē audzētu briežu gaļa, mežacūku un bebru gaļa, būtu daļējs risinājums ziemas mēnešos cilvēku organisma apgādē ar D vitamīnu.
8. Nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā A, E, un B₁ vitamīnu, kā arī pantotēnskābes saturs ir lielāks nekā savvaļā nomedītu dzīvnieku gaļas paraugos.
9. Savvaļas dzīvnieku gaļa ir lielisks mikro- un makro- elementu avots īpaši dzelzs un cinka satura ziņā. Nebrīvē audzētu staltbriežu gaļā mikro- un makro- elementu saturs ir lielāks nekā savvaļā nomedītu dzīvnieku gaļas paraugos, bet dzelzs saturs par 14% mazāks.
10. Savvaļas medījuma gaļas ķīmiskais sastāvs un uzturvērtība būtiski nemainās, uzglabājot to saldētā veidā līdz pat deviņiem mēnešiem, tādējādi šī gaļa ir veselīga un neatņemama uztura sastāvdaļa.

TOPICALITY OF RESEARCH STUDY

Both, the forest and forestry play a crucial role in the national economy of Latvia, however the concept „forest value” is more often associated with value of timber, the land cadastral value or the market value of wood. Other values pertaining to forest, like ecological and social values incl. also hunting are often neglected due to methodological and practical difficulties of expressing them in money and comparing to the land and wood value.

According to data of the Central Statistical Bureau, 33,000 hunters have been registered in Latvia in 2001, of which about 20 000 were active hunters. Hunting is a popular sports event and hunted game like red deer, elk, roe deer, wild boar or beaver every season provide an excellent diversification to the diet of many families. Carcasses of the hunted animals are shipped to meat packing establishments, restaurants and retail food stores. Over the recent years, the popularity of wild game meat has increased and game is considered an important item for human consumption.

There are several reasons behind this fact: the high biological value of game meat enjoying high protein content with extensive spectrum of essential amino acids, low fat content with rich composition of poly-unsaturated fatty acids in comparison with meat of domestic animals. The game meat is an important source of B group vitamins, micro- and macro-nutrients, considerably high iron content, moreover it is free from drug residues and growth hormones.

There is a high interest on the part of consumers to obtain meat from animals which have been raised as close to natural conditions as possible. Game meat, characterised by high nutritional value and specific organoleptic qualities, complies also to this claim. (Daszkiewicz et al., 2009; Soriano et al., 2006; Vergara et al., 2003; Rywotycki, 2003). Following the drive of consumers for consumption of high quality meat and its products, raising of wild deer in captivity becomes more and more popular sub-sector in Latvia, firmly establishing itself among the traditional branches of animal farming like cattle breeding, pig farming and poultry farming. This technology allows for efficient use of grassland areas, for acquisition of high quality meat, ensuring availability of game meat on the market. It is one of the most prospective sub-sectors in Latvia, opening up extensive opportunities for export. Following this method, it is possible to plan the number of harvested animals, amount of the meat obtained and produce a pre-defined amount of raw material for processing.

The hunting season mostly covers only autumn and winter months, however the meat should be provided on the market the whole year round, furthermore, delivery of an even supply requires storage of game meat. To extend its shelf-life, meat is frozen.

Over recent years, frozen meat is widely used in processing. Therefore, to acquire high quality raw material, it is critical to know all the changes meat has undergone before defrosting.

Research object of the doctoral thesis is: *m.logissimus lumborum* obtained from carcasses of elks (*Alces alces*), red deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boars (*Sus scrofa scrofa*), selected from carcasses of the said animals hunted in Latvia and *biceps femoris* selected from beavers hunted in Latvia.

Hypothesis: the wild game meat and meat of the farmed wild deer in Latvia is a high quality product of high biological value.

The above Hypothesis is proved by the following **Theses**.

1. Wild game meat is a product high in protein and low in fat as well as with the optimum correlations between them.
2. The chemical composition of meat from wild deer and farmed deer is essentially different.
3. Freezing of wild game meat and its storage does not essentially change its composition.
4. Wild game meat has a high biological value.

Objective of the doctoral thesis is analysis of the chemical composition, nutritional value and quality of the wild game meat, evaluation of transformation it undergoes over the freezing and storage period.

The following **Assignments** have been identified for attainment of the above **Objective**.

1. Establish the chemical composition of the wild game meat.
2. Evaluation of the quality of wild game meat.
3. Compare the chemical composition and nutrition value of wild deer meat with farmed wild deer meat.
4. Analyse the impact of freezing and storage on the quality, chemical composition and microstructure of wild deer and wild boar meat.
5. Assess the nutritional value of wild game meat and its role in human nutrition.

Novelty and scientific importance of the Doctoral Thesis.

The present Doctoral Thesis embraces a new research on chemical composition of meat of currently important but little researched wild animals in Latvia: elks, red deer, roe deer, wild boars and beavers, providing the assessment of nutritional value of the above meats. The research results obtained, based on extensive evaluation of biological and nutritional value of the said meat provide the scientific grounding for its use in human consumption.

Importance of the present Doctoral Thesis in National Economy.

1. The findings drawn from the present research study constitute an essential supplementation to the results obtained in previous studies oriented on wild

game meat and to composition of data basis of the Latvia's food products (available at: www.partikasdb.lv/partikas-sastava-datubaze/par-datubazi).

2. The indicators established for wild game meat will be of assistance to producers when estimating the nutritional value changes of frozen meat over its storage period and during processing.
3. Under the influence of feeding, the meat composition of the farmed wild deer differs from that of deer hunted in the wild.

Acknowledgements

Author of the Doctoral Thesis expresses her highest appreciation to lecturers and researchers of the Food Technology Faculty, Latvia University of Agriculture for the advice and assistance rendered over the making period of this Doctoral Thesis. My sincerest thanks go also to my peers in the former Institute of Biotechnology and veterinary Medicine *Sigra* for their input into the practical implementation of trials as well as the hunters' societies for their collaboration in acquisition of the meat samples.

MATERIALS AND METHODS

Time and Venue of Research

Trials were carried out in the period from 2010 to 2013, the findings summarised and systematized and the thesis written in 2014. Altogether, 144 wild game meat samples were tested obtained following the random selection principle from hunters' societies the hunting grounds of which are situated in Kurzeme, Latgale and Vidzemes regions of Latvia.

Besides the meat samples from game hunted in the wild, 20 samples from farmed red deer were analysed obtained from two deer gardens in Vidzeme region.

With an aim of evaluating the results and their more demonstrative comparison, the thesis contains also bovine and pigmeat testing results from research studies carried out at Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine *Sigra*, Agency of Latvia University of Agriculture.

The meat samples were tested:

In Laboratory of Biochemistry and Microbiology of Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine *Sigra*, Agency of Latvia University of Agriculture;

In Packaging Materials' Research Laboratory of Faculty of Food Technology, LUA;

Research advisory laboratory (UBF - Untersuchung - Beratungs Forschungslaboratorium GmbH) in Germany;

Agronomic Testing Research Laboratory of LUA.

Profile of Materials

The object of research: *m.logissimus lumorum* obtained from elk (*Alces alces*), deer (*Cervus elaphus*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boars (*Sus scrofa scrofa*) selected from carcasses of the said animals hunted in Latvia and *biceps femoris* selected from beavers (as the largest and most valuable cut) of this animal carcass.

Structure of Research Study

The meat samples obtained from the wild were tested subject to the following conditions:

1. All samples from game hunted in the wild were obtained over the hunting season.
2. The animals were hunted, carcasses were bled and dressed. After the post-mortem inspection, the carcasses were cut during which time the samples for testing were obtained.

3. The deliveries of of elk, wild red deer, farmed deer, roe deer, wild boar and beaver meat samples to the laboratory were carried out within 16 - 20 h after hunting,
4. The samples were homogenized and pre-treated for the further pH, moisture content and fat content testing in accordance with the guidelines of good laboratory practice; for acquisition of credible results, in each case 2 samples were tested. A fresh sample should be analysed as soon as possible but not later than 24 hours subsequent to homogenisation; before testing, the samples were stored at temperature 4-8 °C, in a household refrigerator.
5. After homogenization, for detection of amino acids, extractives, fatty acids, cholesterol, vitamins, minerals and heavy metals, a part of sample was separated, packed in sealed polythelene bags and stored in freezer at - 20 ± 2 °C until further tests.

The structure of the sample testing trial is summarised in Figure 1.

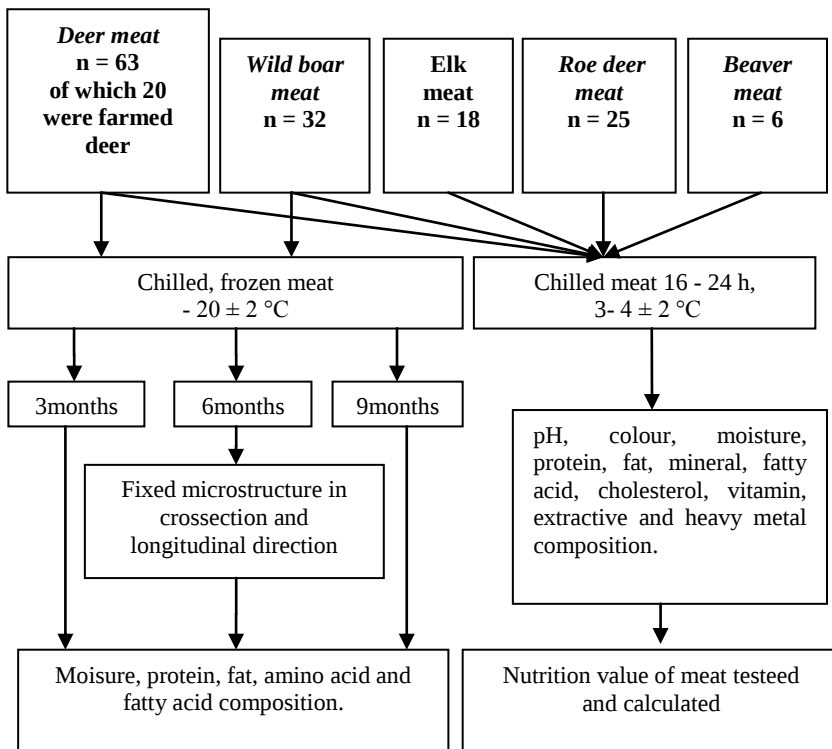


Figure 1. Trial structure

The freezing of meat is the most popular way of storage used to preserve the maximum nutritional value of products.

The wild deer and wild boar meat samples were stored frozen, defrosted in accordance with scheme shown in Figure 2. and subsequently tested according to methods indicated:

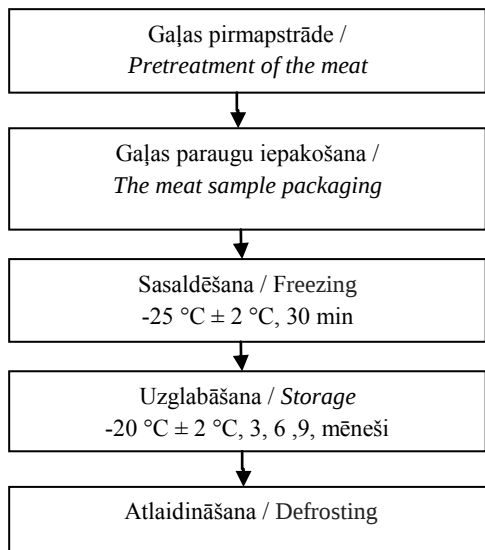


Figure 2. General freezing and defrosting scheme of wild deer and wild boar meat

1. For successful implementation of the trial, the samples delivered to the laboratory were sliced in 300 ± 5 g slices and packed in polymer film. 8 packages were thus prepared, 4 from each species of animals (*m.logissimus lumborum* of deer and wild boars hunted in the wild), the storage time of meat was 3, 6 and 9 months.
2. The slices of meat samples were approximately 3 - 3.5 cm thick which ensured swift and uniform freezing.
3. Regarding that maximum formation of chrystals takes place within the limits from -2°C to -8°C , the water movements and high formation of chrystals can be prevented by quick reduction of temperature in this interval, the samples over the freezing phase were laid out in a roe on a metal tray to ensure a maximum short freezing time: 30 min.
4. The samples were frozen under uniform conditions in a household freezer (BEKO FSA 21300, France), with the air cooling system $-25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and stored in temperature not lower than 18°C , consequently $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
5. The samples were stored in a frozen state for 3, 6 and 9 months.

6. On each stage of the trial, two meat samples of each species were retrieved from the freezer and defrosted to +6 °C for 16 hours. Subsequently the samples were unwrapped, dried with a napkin and weighed for establishment of the moisture losses during storage and defrosting. Defrosted samples of the wild red deer meat and wild boar served as reference samples.

Testing methods applied

The testing methods applied are summarised in Table 1.

Table 1

Testing methods applied for acquisition of prescribed indicators in meat samples

No	Chemical indicators	Testing method
1.	pH	LVS ISO 2917:2004
2.	Moisture content	LVS ISO 1442:1997
3.	Colour	CIE 1976 L*a*b* colour model
4.	Water activity(a_w)	ISO 21807: 2004
5.	Protein content	LVS ISO 937:1978
6.	Fat content	LVS ISO 1443:1973
7.	Mineral content	ISO 936:1996
8.	Calcium content	LVS ISO 6869: 2002
9.	Phosphorous content	ISO 6491: 1998
10.	Amino acid content	LVS ISO 13903: 2005
11.	Fatty acid content	After Alda methods (Aldai, 2006)
12.	Fat-soluble vitamins A, E, D content	ISO/CEI 17025:2005
13.	Water-soluble vitamins B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ niacin, pantothenic acid, folic acid content	LVS EN ISO 5983-2: 2009
14.	Minerals'content Na, Mg	LVS EN ISO 5983-2: 2009
15.	Minerals'content Fe, Zn, Cu, Mn	LVS EN ISO 6869: 2002
16.	Extractives'content	Refractometric method
17.	Heavy metals As, Pb, Cd, Hg content	AOAC 999. 111, AOAC 971.21
18.	Cholesterol content	<i>Blura method</i> (Шманенков, 1973)

Total content of separate **fatty acids** was calculated as follows:

The sum total of saturated fatty acids (SFA):

$$\Sigma \text{ SFA} = \text{C10:0} + \text{C11:0} + \text{C12:0} + \text{C13:0} + \text{C14:0} + \text{C15:0} + \text{C16:0} + \text{C17:0} + \text{C18:0} + \text{C20:0} + \text{C21:0} + \text{C22:0} + \text{C23:0} + \text{C24:0}$$

Sum total of Mono-unsaturated fatty acids (MUFA):

$$\Sigma \text{ MUFA} = \text{C14:1} + \text{C15:1} + \text{C16:1} + \text{C17:1} + \text{C18:1t} + \text{C18:1c9} + \text{C18:1c11}$$

Sum total of poly-unsaturated fatty acids (PUFA):

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ PUFA} = & \text{C18:2t} + \text{C18:2n-6} + \text{C18:3n-3} + \text{C18:4n-3} + \text{C20:3n-6} + \\ & + \text{C20:4n-6} + \text{C20:5n-3} + \text{C22:1} + \text{C22:4n-6} + \text{C22:5n-3} + \text{C22:6n-3} + \\ & + \text{c9, tr11CLA} + \text{C18:3n-6} + \text{C20:2n-6} + \text{C20:3n-3} + \text{C22:2n-6} \end{aligned}$$

n - 3 sum of poly-unsaturated fatty acids:

$$\Sigma \text{ n-3} = \text{C20:3n-3} + \text{C22:6n-3} + \text{C22:5n-3} + \text{C20:5n-3} + \text{C18:4n-3} + \text{C18:3n-3}$$

n - 6 sum of poly-unsaturated fatty acids:

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ n-6} = & \text{C22:2n-6} + \text{C20:2n-6} + \text{C18:3n-6} + \text{C22:4n-6} + \text{C20:3n-6} \\ & + \text{C18:2n-6} + \text{C20:4n-6} \end{aligned}$$

The correlations and indices of fatty acids laying an impact on human health have been calculated in the following way:

$$\text{PUFA} / \text{SFA} = \Sigma \text{ PUFA} / \Sigma \text{ SFA}$$

$$\text{n-6} / \text{n-3} = \Sigma \text{ n-6} / \Sigma \text{ n-3}$$

Atherogenic index (AI) and Thrombogenic index (TI) are lipid quality indices, calculated according to formula defined by Ulbricht and (Ulbricht un Southgate 1991); both indices serve as risk prognosticators of cardiovascular diseases (Marsico et al. 2007).

$$\text{AI} = [(4 \times \text{C14:0}) + \text{C16:0} + \text{C18:0}] / [\Sigma \text{ MUFA} + \Sigma \text{ PUFA}_{\text{n-6}} + \Sigma \text{ PUFA}_{\text{n-3}}]$$

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

Measure characterising the digestibility of meat:

$$\text{MCDM (g kg}^{-1}\text{)} = \text{tryptophan (g kg}^{-1}\text{)} / \text{hydroxyproline (g kg}^{-1}\text{)}$$

Collagen and connective tissue computation. Due to requirements of the EU Commission Directive 2001/101³ restricting the sum total of connective tissue present in meat destined for production of meat products (up to 25%), collagen is used as the main indicator for the quantitative assay of connective tissue.

³ - Commission Directive 2001/101/EC amending Directive 2000/13/EC of the European Parliament and the Council on approximation of laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs. [online] [accessed on September 9, 2013.]; eurlex.europa.eu/.../site/.../02001L0101-20021127-en.pdf

Collagen content = hydroxyproline (%) × 8

Sum total of connective tissue = collagen content (%) /
amino acid content (%)

Biologic value of amino acids. For assaying the protein digestability and comparing data, the amino acid score method is used in research literature, developed by Food and Agricultural Organization (FAO, 2007) and World Health Organization (WHO, 2007). According to this method, the amount of essential amino acids (mg) is established per mg of protein. The results for essential amino acids in the present research study were calculated in relation to amino acid model for adults (WHO/FAO 2007) – the minimum amounts in mg per kg of body weight indispensable for an even balance.

Amino acid score = [reference amino acids (mg g⁻¹) /
Reference amino acid⁴ (mg g⁻¹)] × 100

Meat energy value computation. Foodstuffs ensure the energy required for sustaining human life functions, enduring physical load as well as plastic material necessary for the body tissue building.

The energy balance required to be taken up by food is calculated with Harris-Benedict equation. The energy value of meat products is calculated according to formula:

$$\text{kcal} = \text{protein} \times 4 + \text{fat} \times 9,$$

where:

1 g of protein equals 4 kcal, which equals 17 kJ;

1 g fat equals 9 kcal, which equals 37 kJ;

1kcal, which equals 4.18kJ

Mathematical processing of data

Mathematical processing of data was carried out with methods of mathematical statistics. For the obtained data, the arithmetic mean and standard deviation was calculated. Single factor and multiple factors dispersion analysis and corelation (ANOVA) was used for data interpretation applying Microsoft Excel 7.0, SPSS 22.0 software package.

The hypotheses set forth were verified with p-value method and factors evaluated as essential if p - value < α_{0.05}. For interpretation of the results, the α < 0.05 as having credibility of 95% unless specified otherwise.

⁴ - Reference model of amino acids WHO/FAO/UNU (2007)

RESULTS OF RESEARCH STUDY AND DISCUSSION

Wild game meat quality

Meat colour is an important quality indicator and one of the main sensoric indices first noticed by consumer considering the freshness of meat (Muchenje et al., 2009; Khlijji et al., 2010; Troy, Kerry, 2010). Of ruminant animals, the lightest (L*) is the meat of roe deer (34.83), the darkest – that of elk (31.52). Analysing red deer meat it is evident that meat from farm deer was lighter than that of deer hunted in the wild (33.41 and 32.72 respectively), which is explained by active way of life of the latter bringing about higher myoglobin content in muscle tissue of wild animals. Of all the animal species tested, the most intensive pink colour (a*) was established for wild boar and beaver meat.

The water activity and moisture content in meat samples did not have significant variance by species ($p > 0.05$).

The content of heavy metals detected in meat samples within this research study: cadmium, arsenic, lead and mercury did not exceed the limits set down in regulatory enactments of the European Union. Consequently, the meat is appropriate for use in human consumption.

Chemical composition evaluation of wild game meat

According to the results of the present research study summarised in Tables 2 and 3, all the samples of the wild game species should be deemed highly valuable protein sources.

Table 2

Chemical composition of elk, red deer and roe deer meat 36 h after hunting

Indicators	Elk	Wild deer	Farm deer	Roe deer	Beef ¹
Protein content, %	22.09 ± 0.56	21.09 ± 1.16	22.43 ± 1.69	22.05 ± 1.78	19.61 ± 1.86
Fat content, %	1.04 ± 0.64	1.27 ± 0.81	1.63 ± 0.88	1.63 ± 0.76	1.48 ± 0.89
Minerals, %	1.12 ± 0.74	1.14 ± 0.12	1.08 ± 0.11	1.15 ± 0.24	1.09 ± 0.13

¹ – (Jemeljanovs et al, 2008)

The intramuscular fat content in meat samples shows a wide variance by animal species ($p < 0.05$). The lowest level detected (1.04%) was in elk meat, the highest: in wild boar (3.45%) and beaver (4.29%) meat. The average fat content detected in wild boar meat was 3.45%, while altogether it varied from 1.23 to 4.27%, explained in research literature by variable feed composition of wild boars in the wild (Quaresma et al., 2011).

Table 3

**Protein, fat and mineral content in meat of wild boars,
domestic pigs and beavers**

Indicators	Wild boar	Domestic pig ¹	Beaver
Protein content,%	20.88 ± 2.99	21.32 ± 2.67	21.39 ± 1.32
Fat content, %	3.45 ± 1.67	3.18 ± 1.12	4.29 ± 0.98
Mineral content, %	1.14 ± 0.13	1.12 ± 0.09	1.13 ± 0.09

¹ – (Ramiņš u.c., 2002)

The intramuscular fat content of farmed red deer was $1.63 \pm 0.88\%$ which is higher than that detected in meat samples obtained from deer hunted in the wild $1.27 \pm 0.81\%$.

The mineral content in wild game meat varied within the limits 1.12% for elks to 1.15% for roe deer which statistically has no difference among species ($p > 0.05$). For farmed deer the mineral content in meat samples was 1.08%, while for deer hunted in the wild - 1.14%, consequently the differences were negligent.

The research results testify that from the standpoint of protein and fat content muscle tissue of *logissimus lumborum* in meat of elks, deer, roe deer, wild boars and beavers should be estimated as equal to beef and pork.

Amino acids are different but their correlations in human and animal proteins are similar. The amino acids considered critical for humans (essential amino acids) are lysine, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, leucine, methionine, threonine, valine, while arginine and histidine are considered partially essential. Each of the above amino acids plays a certain role in human system. The meat samples of the hunted elks, deer and roe deer are similar as to the sum total of essential amino acids (Figure 3), demonstrating that all these ruminant animals have had a similar diet over the late fall and winter period. Higher amino acid content for the farmed deer can be explained by their additional feeding over the winter season thus increasing also the nutrition value of meat acquired from those animals.

Concerning the sum total of amino acids, the meat samples of the hunted elks, deer and roe deer are closely comparable which is an indication of similar diet over the late fall and winter periods for these animals.

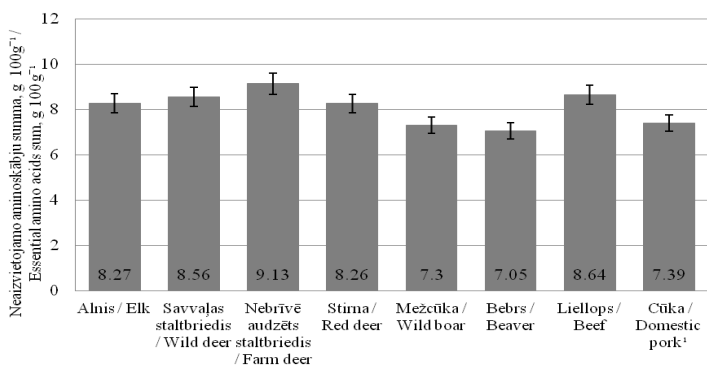


Figure 3. Essential amino acids sum total comparison among meat samples of the tested animals, g 100 g⁻¹

¹ - (Jansons, Jemeljanovs, 2013)

Together with free amino acids, extractives are critical co-players in aroma formation of meat during the cooking process. These substances are found in meat but in small concentrations while their input in sensoric properties of meat is essential. The total content of extractives in meat of animals hunted in the wild is summarised in Figure 4 where it is compared with the same indicator for beef and pork meat samples.

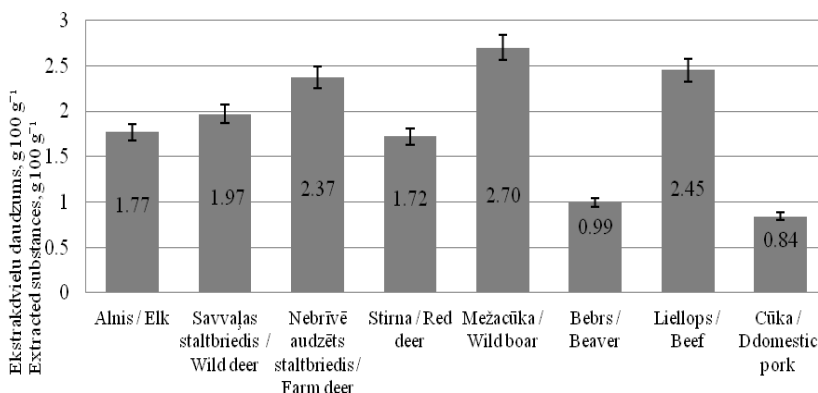


Figure 4. Content of extractives in meat wild game and domestic animals

Among wild animals's meat samples tested and in comparison with pork samples (0.84%), the highest content of extractives (2.9%) was found in meat samples of wild boar: it was as much as 3.5 times higher. Having in mind that

extractives play an important role in taste of meat, one should agree with findings of Zmijewski, Korzeniowski, (2001) research that Polish consumers consider wild boar meat a delicacy thanks to its distinctive taste qualities.

The lowest content of extractives was established for beaver meat, it was 1.9 times lower than for other wild ruminants tested and 2.9 times lower than for wild boar meat.

Fat meat in the eyes of consumers is more and more regarded as unwholesome, thus increasing the demand for lean meat (Jaworska et al., 2009). Concerning the fat content, wild game meat is considered lean and is characterized also by low content of saturated fats and higher content of poly-unsaturated fats (Eaton et al., 1998) than beef and pork which increases nutritional value of the latter.

The comparison of saturated, mono-unsaturated and poly-unsaturated fat sum totals in meat samples is summerised in Figure 5.

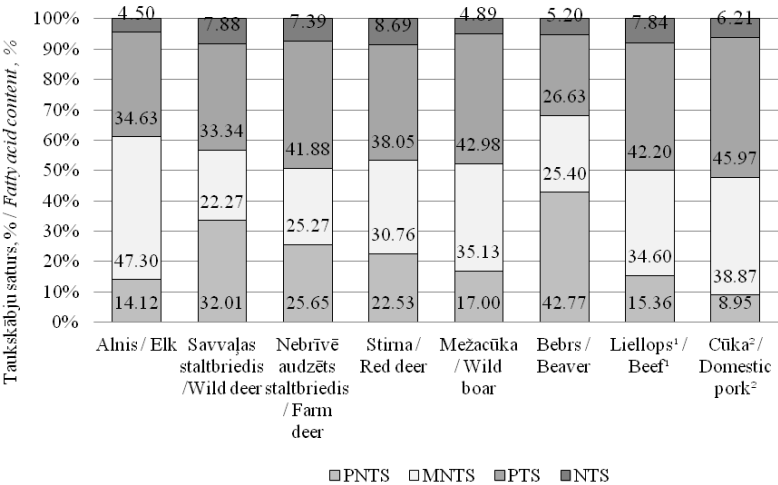


Figure 5. Saturated, mono-unsaturated and poly-unsaturated fat content comparison in animal meat samples, %

The research literature addressing the fatty acids intrinsic to meat of ruminants, usually underlines the predominance of saturated fatty acids. The saturated acids's content in elk meat established by the present research is 34.63%. Instead of saturated fatty acids, elk meat is rather richer in mono-unsaturated fatty acids. In beaver meat the contents of mono-unsaturated fatty acids (25.40%) did not essentially differ ($p > 0.05$) from that of saturated fatty acids (26.63%).

The content of mono-unsaturated fatty acids detected in meat of wild boar was 35.13%, while the research study of Lithuanian scientists (Razmaite et al., 2012) has established it as high as 43.96%.

Muscle tissue has but a low amount of fat-soluble vitamins, they are more found in internal organs of animals.

In meat samples of wild ruminants, vitamin A was established in the following proportions: roe deer- 0.95 mg 100g⁻¹ on the average, deer hunted in the wild - 0.96 mg 100 g⁻¹ and elk - 0.97 mg 100 g⁻¹. In meat samples taken from farm deer, on the other hand, the vitamin A content was 4.26 mg 100 g⁻¹, consequently the retinol concentration was 4.4 times higher than for wild game meat samples.

Table 4

Vitamin content in meat samples of elk, deer and roe deer, mg 100 g⁻¹

Vitamin	Elk	Wild deer	Farm deer	Roe deer
Fat soluble vitamins				
Vitamin A	0.97± 0.06	0.96± 0.04	4.26 ± 0.09	0.95 ± 0.04
Vitamin D	n.a *	n.a.*	0,05 ± 0,1	n.a.*
Vitamin E	0.38 ± 0.03	0.37 ± 0.01	1.06 ± 0.14	0.37 ± 0.0
Water soluble vitamins				
Vitamin B ₁	0.30 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.41 ± 0.04	0.29 ± 0.01
Vitamin B ₂	0.28 ± 0.02	0.26 ± 0.04	0.27 ± 0.01	0.26 ± 0.01
Vitamin B ₆	0.51 ± 0.11	0.47 ± 0.05	0.50 ± 0.02	0.46 ± 0.04
Vitamin B ₁₂	0.003±0.00	0.003 ± 0.00	0.002 ± 0.00	0.002 ± 0.00
Niacin	6.66 ± 0.77	6.52 ± 0.82	6.23 ± 0.48	6.53 ± 0.62
Pantothenic acid	0.41 ± 0.02	0.63 ± 0.02	1.83 ± 0.14	0.55 ± 0.02
Folic acid	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

*- not found

Vitamin D content in meat samples of wild animals was found in different concentrations (Table 4.) i.e., in wild boar meat - 0.02 mg 100 g⁻¹ and beaver meat 0.03 mg 100g⁻¹, while in the meat wild ruminants vitamin D was not found, but in farmed deer meat it was found on the level 0.05 mg 100 g⁻¹. In Latvia, over the months of late November, December, January and February, when ultraviolet rays are scarce, the required D vitamin amount is ensured by ingested vitamin D (Zariņš, Neimane, 2009). Therefore meat of farmed red deer, wild boar and beaver would serve as partial solution to provide human system with the required vitamin D.

It has been pointed out in literature that vitamin E functions as an anti-oxidant therefore its presence is highly recommendable also from the technological point of view.

The vitamin E content in meat of wild game (Table 4 and 5) was 0.37 - 0.38 mg 100 g⁻¹, which statistically did not differ (p > 0.05) from the meat samples tested. The total tocopherol content for farmed wild game meat

samples was 2.7 times higher than that for all other meat samples included in the trial. That can be explained by differences in feed composition fed to the animals.

Table 5

**Vitamin content in wild boar and beaver
meat samples, mg 100 g⁻¹**

Vitamin	Wild boar	Beaver
Fat soluble vitamins		
Vitamin A	n.a*	n.a*
Vitamin D	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.01
Vitamin E	0.38 ± 0.03	0.37 ± 0.02
Water soluble vitamins		
Vitamin B ₁	0.36 ± 0.06	0.35 ± 0.02
Vitamin B ₂	0.26 ± 0.02	0.24 ± 0.01
Vitamin B ₆	0.37 ± 0.03	0.23 ± 0.01
Vitamin B ₁₂	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Niacine	4.43 ± 0.41	4.47 ± 0.34
Pantothenic acid	0.68 ± 0.04	1.60 ± 0.13
Folic acid	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

*- not found

The research results described in literature demonstrate that about 71% of the total vitamin E content in *logissimus lumborum* of wild boar consists of α - tocopherol (Quaresma et al., 2011). The meat of wild boar contains both, α - tocopherols (0.17 mg 100 g⁻¹ of meat) and γ - tocopherols (0.26 mg 100g⁻¹ of meat) (Quares et al., 2011). It can be explained by the composition and contents of feed ingested by wild pigs where the main vitamin E source is acorns and grass (Cava et al., 1997).

Of water soluble vitamins identified, (Tables 3.12. and 3.13.) the ones most found in meat are B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacin, panthothenic acid and folic acid.

It should be noted that the contents of vitamin B₁ in different wild game meat samples had no statistically significant difference ($p > 0,05$), which is set within the limits from 0.28 to 0.30 mg 100 g⁻¹. In farmed deer meat samples, the vitamin B₁ contents was essentially different, its concentration was 1.4 times higher than for wild red deer meat samples. Vitamin B₁ concentration in wild boar meat samples was 0.36 mg 100 g⁻¹, similarly to what was found in beaver meat samples - 0.35 mg 100 g⁻¹.

Vitamin B₂ contents had no essential difference ($p > 0.05$) across all types of meat samples oscilating within the limits of 0.24 mg 100 g⁻¹ to 0.28 mg 100 g⁻¹. Higher vitamin B₂ concentration was found in elk meat samples - 0.28 mg 100 g⁻¹, while the lowest was established in beaver meat samples - 0.24 mg 100g⁻¹. Concerning the contents of vitamin B₂, the farmed deer meat did not essentially differ either.

There were no essential differences found also concerning the vitamin B₆ content ($p > 0.05$). Both, in meat samples of ruminants hunted in the wild (Table 4.) and farm deer its content varied within the limits of 0.46 mg 100 g⁻¹ in roe deer meat to 0.51 mg 100 g⁻¹ in elk meat. Twice lower vitamin B₆ content was established in samples of the beaver meat - 0.24 mg 100 g⁻¹, while in wild boar meat it was 0.37 mg 100 g⁻¹, - 1.3 times lower than in meat samples of wild ruminants.

Research results (Mann, 2000) demonstrate that main sources of vitamin B₁₂ are meat and fish. In meat samples from wild game as well as in those from farm deer B₁₂ was established on the level from 0.002 mg 100g⁻¹ to 0.003 mg 100 g⁻¹ which does not essentially differ from sample to sample ($p > 0.05$). In wild boar and beaver meat it was 10 times higher reaching levels from 0.01 mg to 0.02 mg 100 g⁻¹.

The content of most important minerals found in the meat samples of the hunted elks, deer, roe deer, wild boar and beavers is reflected in Tables 6 and 7.

Meat of wild animals is an excellent source of trace elements, especially of iron and zinc.

Table 6

Content of minerals in meat samples of elks, deer and roe deer, mg 100 g⁻¹

Indicators	Elk	Wild deer	Farm deer	Roe deer
Macronutrients, mg 100 g⁻¹				
Ca	2.43 ± 0.24	3.03 ± 0.21	3.22 ± 0.28	1.97 ± 0.19
P	93.11 ± 0.34	92.16 ± 0.28	134.41 ± 0.10	92.29 ± 0.33
K	1270.03 ± 3.65	1145.62 ± 4.75	1318.46 ± 3.89	1144.92 ± 04.21
Na	20.61 ± 0.82	23.18 ± 0.79	26.37 ± 0.63	19.98 ± 0.71
Mg	9.34 ± 0.34	8.93 ± 0.57	12.11 ± 0.31	8.78 ± 0.46
Fe	9.42 ± 0.86	15.93 ± 1.04	13.55 ± 0.93	8.37 ± 0.71
Micronutrients, mg 100 g⁻¹				
Zn	13.52 ± 1.02	10.94 ± 0.79	13.88 ± 1.06	8.83 ± 0.76
Cu	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.05 ± 0.00
Mn	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00

It was found that the level of macronutrients - calcium, phosphorous, potassium, sodium and magnesium - in ruminant meat samples was similar and did not essentially differ from one species to another ($p > 0.05$). Also in wild boar and beaver meat the contents of these nutrients was even. The human system has an excellent capacity of processing the iron compounds found in meat. The iron content in wild deer meat is approximately twice as high (15.93 mg 100 g⁻¹) than in roe deer meat (8.83 mg 100 g⁻¹) while in wild deer meat it is slightly higher than in farm deer meat (13.55 mg 100 g⁻¹). In elk meat samples the iron content was 9.42 mg 100 g⁻¹. In wild boar and beaver meat it was 8.25 and 10.84 mg 100 g⁻¹ respectively. The content of micronutrients copper and manganese in samples of ruminants hunted in the wild was not

essentially different ($p > 0.05$). The content of zinc on its turn was found in meat of ruminants from 8,83 mg 100 g⁻¹, in roe deer meat up to 13,52 mg 100 g⁻¹ while in farmed deer meat it was the highest - 13,88 mg 100 g⁻¹.

Table 7

**Mineral content in wild boar and beaver
meat samples, mg 100 g⁻¹**

Indicators	Wild boar	Beaver
Macronutrients, mg 100 g⁻¹		
Ca	3.22 ± 0.21	1.98 ± 0.15
P	91.15 ± 0.31	113.06 ± 0.48
K	930.71 ± 3.45	1194.64 ± 4.06
Na	20.43 ± 0.74	23.71 ± 0.83
Mg	7.37 ± 0.33	7.61 ± 0.41
Fe	8.25 ± 0.63	10.84 ± 0.86
Micronutrients, mg 100g⁻¹		
Zn	8.52 ± 0.45	10.64 ± 0.79
Cu	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00
Mn	0.03 ± 0.00	0.05 ± 0.00

In wild boar and beaver meat samples, the copper and manganese content was similar to that of wild ruminants. Zink content in wild boar meat was 8.52 mg 100 g⁻¹ and in beaver meat - 10.64 mg 100 g⁻¹. Researcher Groff has concluded that red meat is the main source of zink in the human diet (Groff, 2000).

For instance, an adult needs to ingest with food 9.5 (men) and 7.0 (women) mg⁻¹ zinc per day (EFSA..., 2006). 100 g of wild game hunted in Latvia ensures 27% to 39% of the daily dose for this group of population.

Freezing and storage impact on wild game meat quality

The frozen meat quality is influenced by a number of factors including the pre-slaughter status of the animal, the primary processing of the carcass, chilling process, freezing speed and the temperature stability during storage. The physical, chemical and nutritional changes can be brought about on any of the above stages. After 6 months of storing the samples at -20 ± 2 °C temperature, changes were established in muscles of both, red deer and wild boar meat. Destruction of separate fibers was established in the muscle microstructure of wild deer, while manifest changes were found in the muscles of wild boar meat.

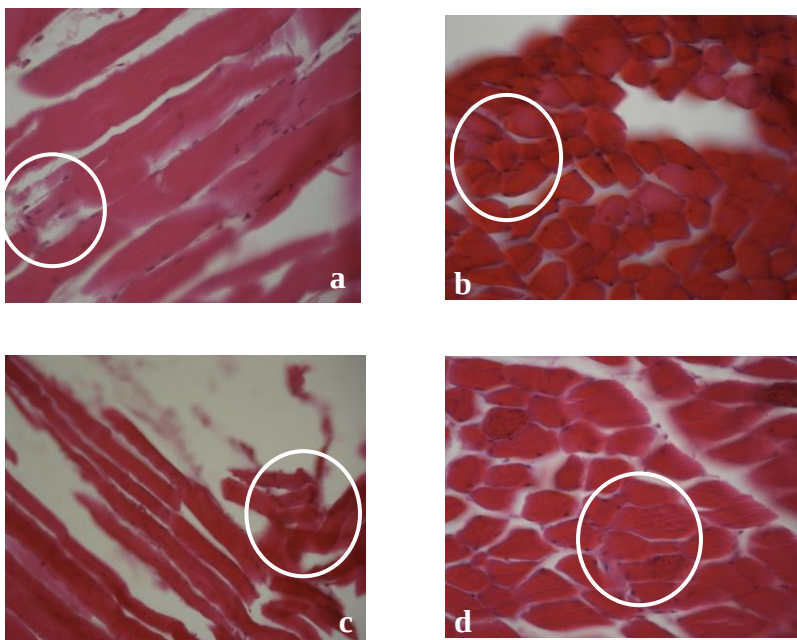


Figure 6. Muscle changes of wild deer and wild boar after 6 months of storage in frozen state and defrosting, x 200

a) longitudinal direction of wild deer meat microstructure; b) microstructure cross-section of deer meat; c) microstructure cross-section of wild boar meat; d) microstructure cross-section of wild boar meat

One of the most critical wild game meat quality indicators is meat pH as it is a factor playing a major role in sensoric properties of meat - colour, taste and juiciness - at the same time influencing also its technological properties: water stability and shelf life of meat products. It was important to find out within the present research how the pH changes storing meat in a frozen state (see Fig.7).

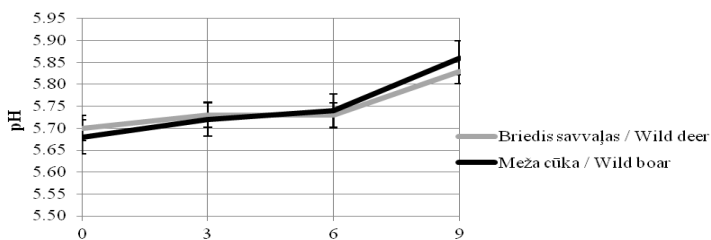


Figure 7.pH changes of wild deer and wild boar meat over storage in a frozen state

Observing a slow but consistent pH value increase over the sample storage period, the changes are however not essential ($p > 0.05$). Storing frozen meat for a lengthy period of time, the pH variations should not be considered a decrease in product quality. The pH of deer and wild boar meat tested with the research study did not exceed the limit $pH = 6.0$ which testifies to the preservation of meat quality in the period of freezing and defrosting of the product.

Evaluating the chemical composition of meat and the changes in content of separate components, it was established that the quantitative changes of proteins over the period of freezing and storage in a frozen state of deer and wild boar meat are not essential.

Also concerning the intramuscular fat content, no essential changes were observed in meat samples of deer and wild boars over 3, 6 and 9 months of their storage in frozen state ($p > 0.05$). Slight changes may be caused the changeable amount of volatile fatty acids.

Although the fat content does not essentially differ, the present research incorporated also testing of the fatty acid composition on every stage of meat storage.

The changes in fatty acid composition of deer meat under storage is summarised in Figure 8.

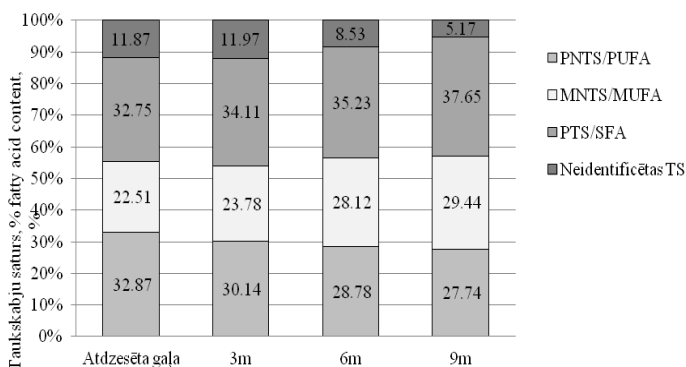


Figure 8. Changes in fatty acid composition over storage of deer meat, %

Total content of poly-unsaturated fatty acids in samples of chilled deer meat constituted 32.87% of the total fatty acid amount. After 3 months' storage their content reduced by 2.7%, after 6 months by 4.1%, but after 9 months by 5.1%.

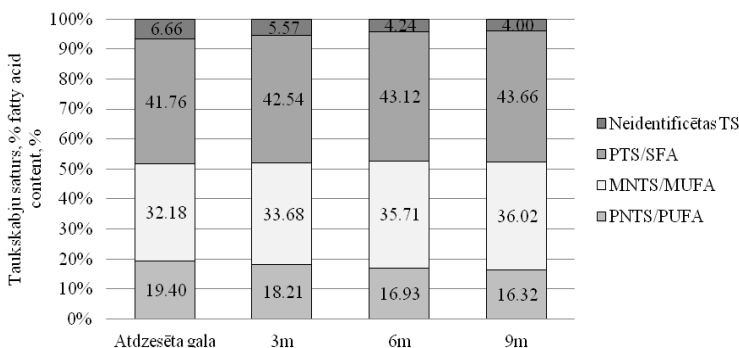


Figure 9. Changes in the fatty acids content of frozen wild boar meat, %

The transformations in fatty acid content of the wild boar meat during freezing and storage in a frozen state are summarised in Figure 9. Essential transformations are observed ($p > 0.05$) also in fatty acids found in intramuscular fat of wild boar. With changes in the fatty acid content, the nutritional value of meat also undergoes transformation. The concentration of poly-unsaturated fatty acids in wild boar meat was lower than in wild deer meat, and so were the losses.

The research study established also a loss of fat soluble vitamins A and E after 6 months of storage, however it was not essential ($p > 0.05$). Evaluating the test results of deer meat, higher losses were established regarding the water soluble vitamins, just B₆, B₁₂ and pantothenic acid. In wild boar meat in its turn, a higher loss of vitamin D was found. Vitamin D content in meat samples of the hunted wild boars was negligent, while in stored meat it was not found at all. Vitamin E concentration remained unchangeable both, in newly obtained meat samples as well as frozen and stored samples. In wild boar meat, after six months of storage in a frozen state, vitamin B₁ loss was established on the level 2.8% on the average, vitamin B₂ loss was 3.9%, B₆ loss - 13.5%, niacine - 0.9%, pantothenic acid - 35.3%, while vitamin B₁₂ and folic acid retained the same levels that were established in chilled meat. Under low temperatures, the most unstable vitamins in wild boar meat proved vitamin B₆ and pantothenic acid.

Nutritional value testing of wild game meat

Estimating the nutritional value of meat, we mainly tested the protein, fat, mineral content and the quality of these ingredients. Protein quality can be assessed from two aspects: the amount of proteins and the profile of ingested products including its capacity to provide for needs of the individual consumption. The latter are dependent upon the age of individual, its

physiological status and need for the energy which is influenced by a number of different factors. For assessment of protein quality, the amount and composition of amino acids is established, the sum total of essential amino acids calculated and their biological value analysed. For estimating the potential provision of human system with proteins, the protein value should be calculated in locations characterising the ability of human system to use these proteins.

Table 8

Biologic value of essential amino acids in meat of elks, deer and roe deer

Essential amino acids	Essential amino acids model, mg g ⁻¹ in proteins	Elk		Wild deer		Farm deer		Roe deer	
		Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score	Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score	Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score	Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score
Thr	23	8.9	39	10.9	48	11.0	48	9.4	40
Val	39	7.3	19	9.73	25	12.8	33	8.8	23
Met	16	5.5	34	4.67	29	5.6	35	5.2	33
Ile	30	8.2	27	9.39	31	10.4	35	8.8	29
Leu	59	18.4	31	16.3	28	19.9	34	16.9	29
Trp	6	0.4	6	0.3	5	0.4	6	0.3	5
His	15	8.5	57	8.8	59	7.5	50	8.0	58
Lys	45	21.6	48	22.6	50	20.3	45	21.9	49
SSA	22	17.5	80	16.9	76	14.8	67	16.8	77
AA	38	5.5	34	4.67	12	4.6	12	5.2	14

*- Reference amino acid model WHO/FAO/UNU (2007)

¹ – Sulphur-containing amino acids (Phenylalanine+ tyrosine)

² – Aromat amino acids (Methionine+ cystine)

In comparison with game meat of wild ruminants, the samples of wild boar and beaver meat contain 6 and 9 times more tryptophan. The recommended score is 6 (Amino acid reference model WHO/FAO (2007))

The samples of ruminant animals score 5- 7 of tryptophan, its content is established within the limits of 0.34 up to 0.43 mg g⁻¹, while wild boar meat samples score 36 points (2.16 mg g⁻¹) but beaver meat samples - 55 points (3.3 mg g⁻¹).

Table 9

**Biological value of essential amino acids in protein of
Wild boar and beaver meat**

Essential amino acids	Essential amino acids model, mg g ⁻¹ in proteins*	Wild boar		Beaver	
		Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score	Content in mg g ⁻¹ of proteins	Score
Threonine / <i>Thr</i>	23	5,21	23	0,84	4
Valine / <i>Val</i>	39	1,23	3	9,31	24
Methionine / <i>Met</i>	16	5,59	35	3,87	24
Isoleucine / <i>Ile</i>	30	10,43	35	10,85	36
Leucine / <i>Leu</i>	59	16,09	27	15,22	26
Tryptophan/ <i>Trp</i>	6	2,16	36	3,30	55
Histidine / <i>His</i>	15	10,66	71	10,02	67
Lysine / <i>Lys</i>	45	21,64	48	17,08	38
SAS ¹	22	16,52	75	7,10	32
AAS ²	38	5,59	15	3,87	10

*- Amino acid reference model WHO/FAO/UNU (2007)

¹ – Sulphur containing amino acids (Phenylalaline+ tyrosine)

² – Aromatic amino acids (Methionine+ cystine)

Meat quality depends upon the fatty acid content in intramuscular fat. The content of fatty acids established in the present study (Fig.5.) demonstrates that meat of wild animals enjoys a higher nutritional value.

There are four closely correlated factors critical for human health:

1. total fat content;
2. distribution of fat by classes of fatty acids;
3. PUFA / SFS relation;
4. n - 6 versus n - 3 relation.

Each one of the above lipid elements influences the humal health. The excess fat is oxidised for acquisition of energy. Ingesting more fat than needed, they form an energy deposit in human system. That can lead to obesity and other health problems especially stimulated by the unhealthy fats - saturated fats.

Different faty acids have diverse chemical structure and they influence the human system and health in a different way. The fatty acid composition, their correlations and health indices established in the resrch study are reflected in Tables 10 and 11.

Table 10

**Most important fatty acids and their correlations in elk,
deer, roe deer and beef**

Index	Elk	Wild deer	Farm deer	Roe deer	Beef ¹
Fat content, %	1.04±0.64	1.27±0.81	1.63±0.88	1.63±0.76	1.68±0.62
SFA	34.63±2.32	33.34±3.06	41.88±3.58	38.05±3.22	40.11±3.82
Stearic acid	12.46±1.22	13.76±0.94	13.88±1.62	14.65±2.60	9.24±1.53
Myristine acid	1.54±0.41	1.60±0.76	3.59±0.49	1.92±0.07	3.62±0.47
Palmitic acid	18.45±1.98	17.28±2.40	22.69±2.75	18.55±2.46	21.43±2.51
MUFA	47.30±3.92	22.27±2.19	25.27±2.46	30.76±3.61	34.60±3.78
PUFA	14.12±2.03	32.0±3.58	25.65±0.93	22.53±0.78	15.36±0.46
n -3	4.39±0.19	7.61±0.43	6.69±0.35	6.61±0.35	2.65±0.26
n -6	9.53±0.28	17.75±0.82	22.59±0.86	15.78±0.42	12.71±0.13
Cholesterol, mg 100g ⁻¹	63.16±6.18	57.13±7.89	78.53±5.71	62.37±5.34	76.31±5.63

¹ - (Lujāne, 2013)

The most important factor for human health is not the total fat content but the composition of fatty acids within the product, especially PUFA: SFA correlation. MacRae et al have pointed out that by decreasing the amount of saturated fatty acids in blood, especially the amount of myristine acid (C14:0) and lauric acid (C12:0), an essential reduction of cholesterol in blood plasma can be achieved thus decreasing also the risk of cardiovascular diseases.

The research of other scientists (Strazdina et al., 2010) established that the content of saturated fatty acids in farmed red deer meat was 40.11%, mono-unsaturated fatty acids - 34.6%, and poly-unsaturated fatty acids - 15.36%. That is an indication of changes of in living and feeding habits of animals in confined territories causing a tendency of approximation of the intramuscular fat profile to that of bovine animals.

Table 11

**Most important amino acids and their correlations in wild boar,
beaver and domestic pig meat**

Indicator	Wild boar	Beaver	Pig
Fat content, %	3.45 ± 1.11	4.29 ± 0.98	3.18
SFA	42.98 ± 2.65	26.63 ± 1.07	45.97
Stearic acid	16.57 ± 2.51	7.66 ± 1.85	~
Myristic acid	3.45 ± 0.51	1.26 ± 0.29	1.23
Palmitic acid	22.82 ± 1.24	17.09 ± 0.07	~
MUFA	35.13 ± 2.13	25.40 ± 1.04	38.87
PUFA	17.00 ± 1.33	42.77 ± 2.98	8.95
n - 3	3.05 ± 0.21	18.71 ± 2.13	~
n - 6	13.63 ± 0.20	23.81 ± 0.86	~
Cholesterol, mg 100g ⁻¹	98.11 ± 7.82	49.51 ± 4.01	67.85 ± 5.67

~ - no data

As demonstrated by the research results, the wild game meat is by 20% lower in cholesterol than bovine meat produced in Latvia. In farmed deer meat, in its turn, the cholesterol level was close to that established in meat of the beef breed bovine animals raised in Latvia. Wild boar meat contains a higher cholesterol level which can be explained by the elevated adrenaline level under stress conditions during the hunt. The lowest cholesterol level was found in beaver meat (49.51 mg 100 g⁻¹).

The biological value of the product is more important than sensoric qualities of meat. In Table 12, the nutritional value of meat is characterized so that meat purchase could be based not only on sensoric qualities but also on its usefulness.

A well-balance diet is one of the pre-requisites of good health and working capacity. Ingesting food with excess energy value creates energy reserves in human system, manifesting in fat deposits under the skin or around internal organs therefore it is very important to balance the physical activities, correct proportions of nutrients (energy value) and daily eating habits.

The cells of human body provide for ceaseless exchange of nutrients and energy, which are the very basic processes of life. In computing the calories it was established that their level in wild game meat is lower than in meat of domestic animals.

Table 12

Biological value indicators of chilled wild game meat

Indicators	Elk	Wild deer	Farm deer	Roe deer	Beef	Wild boar	Pig	Beaver
Kcal	97.72	95.79	104.39	102.87	91.85	114.57	113.90	124.17
Σ EA, g 100g ⁻¹	8.27	8.56	9.13	8.26	8.64	7.30	7.39	7.05
PUFA :SFA	0.40	0.70	0.90	0.60	0.38	0.40	0.16	1.60
n - 6 : n - 3	2.20	2.50	3.60	2.70	4.80	4.60	12.52	1.29
TI	0.70	0.80	0.90	0.90	n.d.	1.00	n.d.	0.40
AI	0.60	0.70	0.80	0.80	n.d.	1.10	n.d.	0.60

n - 6 : n - 3 < 4 PNTS : PTS > 0.4 n.d. – no data

EA - essential amino acids

TI - thrombogenic index

AI - atherogenic index

The PUFA: SFA correlation in wild game meat samples analysed was not lower than 0.4, which proves the meat quality of *logissimus lumborum* of wild

animals and its high nutritional value of the intramuscular fat. Especially high this correlation was in beaver meat (1.6) and wild red deer meat (0.96).

Dieticians pay attention to contents poly-unsaturated fatty acids in foodstuffs. Not all poly-unsaturated fatty acids are equally wholesome and well-absorbed by the human body, therefore their effectiveness if expressed by $n - 6 : n - 3$ relationship. According to recommendations of the World Health Organization (2003), this correlation should be lower than 4. The research results show that all the wild game meat samples analysed within the study apart from the wild boar meat (4.6) were in line with these recommendations, their $n - 6 : n - 3$ correlation varying from 3.58 to 1.26. The correlation of poly-unsaturated fatty acids $n - 6 : n - 3$ for the pork samples analysed did not conform to the above recommendations (Strazdina, 2013). This correlation was 12.52 which is 3 times higher than that established for the wild boar meat (4.6) as well as higher than the recommended 4.

Atherogenic index (AI) and thrombogenic index (TI) are the lipid quality indicators in meat calculated according to formula developed by Ulbricht and Southgate. At lower levels of saturated fatty acids (myristic acid, palmitic acid and stearic acid) the values of indices are lower and the content of poly- and mono-unsaturated fatty acids ($n - 3$ and $n - 6$), favourable to human system, is higher.

The wild game meat is a quality product of high biological value, it could be added and diversify daily meal, complies with them recommendations of a healthy diet. . The meat of wild animals is rich in essential amino acids, it has high protein and low fat content. The meat of wild animals is an excellent source of vitamins A, E and B group, micro- and macro-nutrients, especially because of its iron and copper content. The meat of beaver and deer are evaluated as the higher valuable from the tested wild game

CONCLUSIONS

1. The hypothesis set forth: the wild game meat and meat of the farmed wild deer in Latvia is a high quality product of high biological value, has been confirmed.
2. The protein content found in wild game meat was high, varying from 20.88% for wild boar meat to 22.79% for elk meat. The highest content of essential amino acids was established for the farmed red deer meat, while the same indicator for wild game meat was similar for the particular species of animals.
3. The smallest amount of connective tissue protein was established for the farmed game meat which demonstrates that in fenced-off territories animals have lower physical load. The meat of wild animals is rich in essential amino acids, with elk and wild boar meat standing out as of highest value.
4. The total content of intramuscular fats in *logissimus lumborum* of ruminant animals (1.14 - 1.93%) and wild boar (3.45%) was lower than the limit set for low fat meat.
5. The saturated fatty acid content established in elk meat samples by the present research study was 34.63%. Rather than saturated fatty acid content, the elk meat proved to be higher in mono-unsaturated fatty acids. In beaver meat, the content of mono-unsaturated fatty acids (25.40%) did not differ essentially from the saturated acid content (26.63%).
6. In the meat of all wild animals analysed, an optimum PUFA: SFA was established which attests to the high met quality nutritional value of their intramuscular fat. This correlation was especially high for beaver (1.60) and wild game meat (0.96).
7. Over the winter months, meat of wild animals as the farmed deer, wild boar and beaver meat would partially satisfy the need of the human system for vitamin D.
8. In farmed red deer meat the vitamin content is higher than in meat samples drawn from hunted wild animals.
9. The meat of wild animals is an excellent source of micro- and macro-nutrients, especially because of its iron and copper content. The total content of micro- and macro- nutrients found in farmed game meat is higher than that in meat samples obtained from animals hunted in the wild, while their iron content is by 14% lower.
10. The chemical composition and nutritional value of the wild game meat does not essentially change under its storage in frozen state up to 9 months, and constitutes a wholesome and indispensable part of human diet.

Vita Strazdiņa
vitastrazdina@inbox.lv