



## ELFLA projekts

“Mūsdienīga briežu, pilna cikla bioekonomiska bezatlikumu pārstrāde ar gala produktu – izejvielu ar augstu pievienoto vērtību pārtikas, kosmētikas un farmācijas industrijai iegūšanai”

Nr. 19-00-A01612-000002

# Noslēguma atskaite

Rīga, 2024



## Saturs

<b>Kopsavilkums .....</b>	<b>4</b>
PROJEKTA KOORDINATORS UN TĀ KONTAKTINFORMĀCIJA .....	4
SADARBĪBAS PARTNERI UN TO KONTAKTINFORMĀCIJA .....	4
PROJEKTA ĪSTENOŠANAS PERIODS .....	5
KOPĒJĀS PROJEKTA IZMAKSAS .....	5
PROJEKTA PAMATJĒDZIENS .....	5
DARBĪBAS UN PROJEKTA KOPSAVILKUMS, IETVERTOT MĒRĶUS, PROBLĒMAS UN IESPĒJAS, IEGUVUMUS UN IESPĒJAS GALALIETOTĀJAM, GALVENĀS DARBĪBAS, SASNIEGTOS PRAKTISKOS REZULTĀTUS UN REKOMENDĀCIJAS. 5	
Aktualitāte un problēmas .....	5
Projekta mērķis .....	6
Galvenie uzdevumi .....	6
Galvenās aktivitātes un partneri, kas to īstenoja .....	7
Sasniegtie rezultāti un rekomendācijas .....	8
<b>1. AKTIVITĀTE – BRIEŽU KAUŠANAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDE BLAKUSPRODUKTU IEGUVEI UN GAĻAS DERĪGUMA TERMIŅA PAGARINĀŠANAI .....</b>	<b>10</b>
1.1. LITERATŪRAS APSKATS .....	10
Brieža gaļa un tās nozīme uzturā .....	10
Briežu gaļas fizikālo parametru raksturojums .....	11
Briežu gaļas ķīmiskais raksturojums .....	12
Briežu gaļas mikrobioloģiskais raksturojums .....	16
Brieža gaļa uzturā un tās ietekme uz veselību .....	21
Briežu asinis un cīpslas – kaušanas blakusprodukts .....	21
Briežu mīkstie ragi .....	24
1.2. BRIEŽU GAĻAS UN BLAKUSPRODUKTU – CĪPSLU, ASINS – IEGUVES METODES .....	27
Tehnoloģijas apraksts briežu ieguvei medībās .....	28
Tehnoloģijas apraksts briežu kaušanai mobilajā un stacionārajā kautuvē ar apdullināšanu šaujot uz lauka .....	30
Tehnoloģijas apraksts briežu kaušanas fiksācijas iekārtā .....	32
1.3. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTU – ASTES, EMBRIJI, PLACENTAS – IEGUVE .....	35
1.4. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA – CĪPSLU – IEGUVES TEHNOLOĢIJAS APRAKSTS .....	36
1.5. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA – ASINS – IEGUVES TEHNOLOĢIJAS APRAKSTS .....	38
1.6. BRIEŽU GAĻAS DERĪGUMA TERMIŅA PAGARINĀŠANAS IZPĒTE UN TESTĒŠANA .....	41
Briežu gaļas ieguve un kvalitātes novērtēšana .....	41
Materiāls un metodika .....	42
1.7. REZULTĀTI UN DISKUSIJA .....	48
1.8. KAUŠANAS TEHNOLOĢIJU EKONOMISKAIS NOVĒRTĒJUMS .....	67
1.9. SECINĀJUMI .....	74
<b>2. AKTIVITĀTE – TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE BRIEŽU ASINS PULVERA IEGUVEI .....</b>	<b>75</b>



2.1. TEHNOLOĢISKĀ PROCESA IZSTRĀDE UN ASINS PRODUKTU (PULVERA) IEGUVE .....	75
2.2. IZSTRĀDĀTĀ ASINS PULVERA TESTĒŠANA .....	76
2.3. REZULTĀTI .....	77
2.4. SECINĀJUMI .....	78
<b>3. AKTIVITĀTE – TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE BRIEŽU CĪPSLU KOLAGĒNA IEGUVEI.....</b>	<b>78</b>
3.1. TEHNOLOĢISKJĀ PROCESA IZSTRĀDE, SAGATAVOŠANA UN CĪPSLU KOLAGĒNA PRODUKTU IEGUVE .....	79
3.2. IZSTRĀDĀTA CĪPSLU KOLAGĒNA PRODUKTU TESTĒŠANA .....	82
3.3. REZULTĀTI .....	83
3.4. SECINĀJUMI .....	83
<b>4. AKTIVITĀTE – BRIEŽU MĪKSTO RAGU EKSTRAKTA IEGUVE.....</b>	<b>84</b>
BRIEŽU KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA - MĪKSTO RAGU UN TO EKSTRAKTA IEGUVE .....	84
BRIEŽU MĪKSTO RAGU EKSTRAKTA EFEKTIVITĀTES PĒTĪJUMI.....	85
<b>PROJEKTA REZULTĀTU PUBLICITĀTE un IZPLATĪŠANA.....</b>	<b>101</b>
Semināra organizēšana nozares speciālistiem.....	101
Projekta publicitātes pasākumi.....	101
Dalība konferencēs.....	103
Zinātnisko rakstu publicēšana .....	105
Citi rezultāti .....	105
<b>Izmantotā literatūra .....</b>	<b>106</b>
<b>Pielikumi .....</b>	<b>115</b>



## KOPSAVILKUMS

### INFORMĀCIJAS SAGATAVOTĀJS

SIA "Māras brieži"  
Malienas iela 11, Rīga, LV-1079  
Dainis Paeglītis, [deerparcs@inbox.lv](mailto:deerparcs@inbox.lv), 26539222

Biedrība "Bioloģisko lauksaimnieku un savvaļas dzīvnieku audzētāju asociācija"  
"Saulstari 1", Mores pag., Siguldas nov., LV-2150  
Māra Paeglīte, 29664014, [deerevent@gmail.com](mailto:deerevent@gmail.com)

### PROJEKTA KOORDINATORS UN TĀ KONTAKTINFORMĀCIJA

SIA "Māras brieži"  
Malienas iela 11, Rīga, LV-1079  
Dainis Paeglītis, [deerparcs@inbox.lv](mailto:deerparcs@inbox.lv), 26539222

### SADARBĪBAS PARTNERI UN TO KONTAKTINFORMĀCIJA

SIA "Māras Brieži"  
Malienas iela 11, Rīga, LV-1079  
Dainis Paeglītis, 26539222, [deerparcs@inbox.lv](mailto:deerparcs@inbox.lv)

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte  
Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001  
Ilze Vīķe, 63005640, [ilze.vike@llu.lv](mailto:ilze.vike@llu.lv)

ZS "Saulstari-1"  
"Saulstari 1", Mores pag., Siguldas nov., LV-2150  
Stamatios Triantafyllou, 20252844, [parks@safariparks.lv](mailto:parks@safariparks.lv)

SIA "Dunduru pļavas"  
"Dunduri", Prodes pag., Ilūkstes nov., LV-5471  
Ralfs Jenerts, 29515494, [ralfs.jenerts@inbox.lv](mailto:ralfs.jenerts@inbox.lv)

SIA "Zemitāni"  
"Zemitāni", Iršu pag., Kokneses nov., LV-5108  
Guntis Belēvičs, 29220259, [administracija@saulesapteika.lv](mailto:administracija@saulesapteika.lv)

AS "BIOLAT"  
Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169  
Kaspars Spalvis, tālr. 28347197, [kaspars.spalvis@silava.lv](mailto:kaspars.spalvis@silava.lv)

Biedrība "Bioloģisko lauksaimnieku un savvaļas dzīvnieku audzētāju asociācija"  
"Saulstari 1", Mores pag., Siguldas nov., LV-2150  
Māra Paeglīte, 29664014, [deerevent@gmail.com](mailto:deerevent@gmail.com)





## PROJEKTA ĪSTENOŠANAS PERIODS

01.11.2019.-15.09.2024.

## KOPĒJĀS PROJEKTA IZMAKSAS

460 000,00 EUR, no tā publiskais finansējums 414 000,00 EUR

## PROJEKTA PAMATJĒDZIENS

Projekta ietvaros tika pētītas iespējas efektīvi izmantot briežu kaušanas procesā iegūtās izejvielas, nodrošinot bezatlikumu pārstrādi un iegūstot produktus ar augstu pievienoto vērtību Latvijas un eksporta tirgum un sekmētu ražošanas rentabilitāti.

Izstrādātas inovatīvas briežu kaušanas tehnoloģijas gaļas derīguma termiņa pagarināšanai, kaušanas blakusproduktu – asins un cīpslu – ieguvei, tehnoloģijas asins pulvera un cīpslu kolagēna ieguvei.

## DARBĪBAS UN PROJEKTA KOPSAVILKUMS, IETVEROT MĒRĶUS, PROBLĒMAS UN IESPĒJAS, IEGUVUMUS UN IESPĒJAS GALALIETOTĀJAM, GALVENĀS DARBĪBAS, SASNIEGTOS PRAKTISKOS REZULTĀTUS UN REKOMENDĀCIJAS

### Aktualitāte un problēmas

Lopkopības industrija turpina attīstīties un, lai šo nozari padarītu rentablāku, aizvien aktuālāka kļūst efektīvāka saimniekošana, ko veicina lopkopības procesā radušos pārpalikumu samazināšana no tiem iegūstot citus ekonomiski un bioloģiski vēl vērtīgākus produktus. Tēmas aktualitāte atzīta starptautiski un kā viens no minētajiem izaicinājumiem, kas jārisina, ir piemērotu, efektīvu un viegli pielietojamu lopkopības blakusproduktu ieguves un pārstrādes tehnoloģiju izstrāde.

Galvenais šī brīža briežkopības produkts pārtikas nozares skatījumā ir gaļa. Šobrīd briežu kaušanas procesā tiek izmantota tikai gaļa un pāri paliek vērtīgi kaušanas blakus produkti (cīpslas, astes, asinis un mīkstie ragi), kas nonāk atkritumos, bet no kuriem ir iespējams izveidot mūsdienīgas pasaulē pieprasītas izejvielas ar augstu pievienoto vērtību.

Briežu produkcija tradicionāli tiek uzskatīta par īpaši kvalitatīvu un ekskluzīvu. Analizējot Ķīnas, Jaunzēlandes un Krievijas (kuri ir lielākie briežu audzētāji pasaulē) briežu pārstrādes modeļus var redzēt daudz dažādus produktus kuri ir izveidoti no briežu pārstrādes atkritumproduktiem – asinīm, cīpslām, astēm, peņiem, ragiem, placentas, hipofīzes un embrijem. Krievijā kompleksajā pārstrādē izmanto asinis, mīkstos ragus, embrijus un



placentas. Jaunzēlandē asinis, mīkstos ragus, ģenitālijas un astes. ES šāda veida pilna cikla pārstrāde nav sastopama.

Optimizējot dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu izmantošanu, tiks samazināts neimantoto kaušanas atkritumu apjoms un attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu utilizēšanu sasniegts pēc iespējas zemāks emisiju līmenis. Ekonomiskais ieguvums balstās uz visa dzīvnieka (ieskaitot ādas, galvas un iekšējos orgānus) efektīvu izmantošanu.

Projekta rezultātu – bezatlikumu tehnoloģiju ieviešana praksē veicinās ekonomisko efektivitāti primāro lauksaimniecības produktu ražotājiem briežkopībā, aitkopībā un gaļas liellopu audzēšanā ievērojot bioekonomijas un ilgtspējīgas attīstības principus, tādējādi nodrošinot ekonomiski dzīvotspējīgas lauksaimniecības ražošanas sistēmas attīstību Latvijā.

## Projekta mērķis

Nodrošināt staltbriežu liemeņu bezatlikumu pārstrādi, pagarinot svaigas briežu gaļas derīguma termiņu un izstrādājot tehnoloģiju kaušanas blakusproduktu ieguvei un pārstrādei.

Izstrādāt inovatīvu kaušanas tehnoloģiju, lai varētu iegūt augstvērtīgas izejvielas no briežu kaušanas (pirmapstrādes) blakus produktiem, kas potenciāli pārstrādājami produktos ar augstu pievienoto vērtību – cīpslas, asinis, astes, ģenitāliju komplekti, embriji, placentas, hipofīze, iekšējie orgāni.

## Galvenie uzdevumi

Mērķa sasniegšanai izvirzītie uzdevumi:

1. briežu kaušanas tehnoloģijas izstrāde ar mērķi nodrošināt kaušanas blakusproduktu ieguvei;
2. izstrādāt tehnoloģiju svaigas briežu gaļas derīguma termiņa pagarināšanai;
3. izstrādāt tehnoloģiju briežu asins ieguvei asins pulvera ražošanai;
4. izstrādāt tehnoloģiju cīpslu kolagēna peptīdu ieguvei – funkcionālas pārtikas, kosmētikas un farmācijas rūpniecībai.

Projekta gaitā tika paredzēts sasniegt sekojošus rezultātus:

I) kvalitatīvos:

- a) realizēti bezatlikumu briežu pārstrādes tehnoloģiskie principi
- b) uzlabota briežu kaušanas efektivitāte un bioloģiskā materiāla ievākšana un
- c) piedāvātas tirgum inovatīvas, augstkvalitatīvas bioizejvielas, kas paredzētas izmantošanai pārtikas, farmācijas un kosmētikas sektoros.

II) kvantitatīvos:

- a) izstrādāts tehnoloģiju protokols briežu blakusproduktu - asiņu, cīpslu, embriju, placentu un astu efektīvai savākšanai, uzglabāšanai, un transportēšanai,
- b) izanalizēti izejvielu kvalitātes rādītāji atbilstoši GLP standartiem,
- c) izstrādāts protokols asins un cīpslu materiāla pārstrādei izejvielās,
- d) veikta gala produktu kvalitātes kontrole un nodrošināts atbilstošs iepakojums,
- e) gaļas ar ilgu realizācijas termiņu iegūšana atbilstoši eksporta tirgus prasībām.



## Galvenās aktivitātes un partneri, kas to īstenoja

Lai sekmīgi un efektīvi sasniegtu izvirzītos mērķus, projekta īstenošana tika sadalīta vairākās aktivitātēs, kuru ietvaros katrs no partneriem īstenoja darbības savas kompetences ietvaros.

- 1. Aktivitāte - Briežu kaušanas tehnoloģiju izstrāde blakusproduktu ieguvei un gaļas derīguma termiņa pagarināšanai:**
  - 1.1. *Kaušanas blakusprodukta – cīpslu – ieguves tehnoloģijas izstrāde* (SIA “Māras brieži”, “ZS Saulstari-1”, SIA “Dunduru pļavas”, SIA “Zemitāni”, biedrība “Bioloģisko lauksaimnieku un savvaļas dzīvnieku audzētāju asociācija” (turpmāk – BLSDAA));
  - 1.2. *Kaušanas blakusprodukta – asins - ieguves tehnoloģijas izstrāde* (SIA “Māras brieži”, “ZS Saulstari-1”, SIA “Dunduru pļavas”, SIA “Zemitāni”, biedrība BLSDAA);
  - 1.3. *Briežu gaļas derīguma termiņa pagarināšanas izpēte un testēšana* (Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte (turpmāk – LBTU) un SIA “Māras brieži”, “ZS Saulstari-1”, SIA “Dunduru pļavas”, SIA “Zemitāni”, biedrība BLSDAA);
  - 1.4. *Kaušanas tehnoloģiju ekonomiskais novērtējums* (LBTU, SIA “Māras brieži”, biedrība BLSDAA);
  - 1.5. *Rezultātu izpēte un apkopojums* (SIA “Māras brieži”, biedrība BLSDAA);
- 2. Aktivitāte - Tehnoloģijas izstrāde briežu asins pulvera ieguvei:**
  - 2.1. *Tehnoloģiskā procesa izstrāde un asins produktu (pulvera) ieguve* (AS “BIOLAT”, SIA “Māras brieži”);
  - 2.2. *Izstrādātā asins pulvera testēšana* (AS “BIOLAT”, LBTU);
  - 2.3. *Rezultātu izpēte un apkopojums* (SIA “Māras brieži”, AS “BIOLAT”, LBTU);
- 3. Aktivitāte – Tehnoloģijas izstrāde briežu cīpslu kolagēna ieguvei:**
  - 3.1. *Tehnoloģiskā procesa izstrāde, sagatavošana un cīpslu kolagēna produktu ieguve* (AS “BIOLAT”, SIA “Māras brieži”);
  - 3.2. *Izstrādātā cīpslu kolagēna testēšana* (AS “BIOLAT”, LBTU);
  - 3.3. *Rezultātu izpēte un apkopojums* (SIA “Māras brieži”, AS “BIOLAT”, LBTU);
- 4. Aktivitāte - briežu mīksto ragu ekstrakta ieguve** (SIA “Māras brieži”, AS “BIOLAT”, “ZS Saulstari-1”, biedrība BLSDAA);
- 5. Aktivitāte – Projekta rezultātu izplatīšana** (SIA “Māras brieži”, LBTU, AS “BIOLAT”, “ZS Saulstari-1”, SIA “Dunduru pļavas”, SIA “Zemitāni”, biedrība BLSDAA);
- 6. Aktivitāte – Projekta vadība un uzraudzība** (SIA “Māras brieži”, LBTU, AS “BIOLAT”, “ZS Saulstari-1”, SIA “Dunduru pļavas”, SIA “Zemitāni”, biedrība BLSDAA).



## Sasniegtie rezultāti un rekomendācijas

Projekta gaitā izveidota sadarbība starp organizācijām, uzņēmumiem, lai iegūtu tehnoloģiju pilnam staltbriežu pārstrādes ciklam - no briežu kaušanas līdz pilnai pārstrādei, iekļaujot esošo atkritumproduktu pārstrādi produktos ar augstu pievienoto vērtību.

Pētījums tika veikts kā eksperimentāla izstrāde, kas dod iespēju pētījuma rezultātus ieviest praksē kā briežkopības, tā citās nozarēs. Bioekonomikas principu ieviešana un pilna pārstrādes cikla izveidošana var dot ievērojamu ekonomisku piensumu briežu, liellopu un aitu audzētājiem, gan pārstrādātājiem, gan pārtikas, kosmētikas un farmācijas industrijas pārstāvjiem.

Projekta realizācijā sasniegti izvirzītie mērķi un iegūti sekojoši rezultāti:

- a) realizēti bezatlikumu briežu pārstrādes tehnoloģiskie principi
- b) uzlabota briežu kaušanas efektivitāte un bioloģiskā materiāla ievākšana,
- c) piedāvātas tirgum inovatīvas, augstkvalitatīvas bioizejvielas, kas paredzētas izmantošanai pārtikas, farmācijas un kosmētikas sektoros,
- d) izstrādāts tehnoloģiju protokols (ieguves apraksts) briežu blakusproduktu - asiņu, cīpslu, mīksto ragu efektīvai savākšanai, uzglabāšanai, un transportēšanai,
- e) izanalizēti izejvielu kvalitātes rādītāji atbilstoši GLP (*good laboratory practices*) standartiem,
- f) izstrādāts protokols asins un cīpslu materiāla pārstrādei izejvielās,
- g) veikta gala produktu kvalitātes kontrole, nodrošināts atbilstošs iepakojums vakuuma fasējumā,
- h) izstrādāts tehnoloģijas protokols gaļas ar ilgu realizācijas termiņu iegūšana atbilstoši eksporta tirgus prasībām,
- i) veikta briežu mīksto ragu bioloģiskās aktivitātes izpēte,
- j) izstrādāta metode mīksto ragu pulvera ieguvei uztura bagātinātāju ražošanai.

Projekta idejas īstenošana un rezultātu ieviešana praksē paver plašas iespējas vietējiem uzņēmējiem pārstrādāt un papildus ražot augstas pievienotās vērtības produktus no līdz šim neizmantotām izejvielās Latvijas un eksporta tirgum. Jānorāda, ka projekta inovatīvās tehnoloģijas var tikt attiecinātas uz visām pārnadžu sugām, kas tiek audzēti gaļai - brieži, aitas, kazas, liellopi, kā arī medību rezultātā iegūtajiem dzīvniekiem.

Ar projektā izstrādāto tehnoloģiju ieviešanu uzņēmumu praksē var ražot augstas pievienotās vērtības produkciju, izmantojot kaušanas blakusproduktus, tādējādi maksimāli paaugstināt nozaru ekonomisko efektivitāti un ievērot ilgtspējīgas attīstības principus, nodrošināt pilnu ražošanas ciklu no primārā ražotāja līdz produkcijas pārstrādātājam. Sekmēt kompleksu ilgtspējīgu ražošanu un sekojošu ekonomisko rādītāju pieaugumu lauku saimniecībās un pārstrādes uzņēmumos. Projekta gaitā radītas iespējas ekonomiski izdevīgos un lietošanā vienkāršos procesos pārstrādāt Latvijā audzētu briežu kaušanas blakusproduktus tālākai izmantošanai.



Tiešie labuma guvēji ir briežu, liellopu un aitu audzētāji, kautuves un gaļas pārstrādes uzņēmumi, kā arī funkcionālās partikas, uztura bagātinātāju, farmācijas un kosmētikas ražotāji. Projekta rezultātu ieviešana savā darbības prakse sekmēs primārās mērķa grupas saimniekošanas efektivitātes celšanos līdz pat pusotrai reizei. Netiešā mērķa grupa ir no briežu bezatlikumu pārstrādes izejvielām saražotu produktu ar augstu pievienoto vērtību patērētāji, it īpaši, geriatrijas pacienti, sievietes reproduktīvā vecumā, ar aktīvu fizisko darbu nodarbinātie un cilvēki, kam uzturā pietrūkst dažādu grupu bioloģiski aktīvās vielas.

Nodrošinot pilnu ražošanas ciklu no primārā ražotāja līdz produkcijas pārstrādātājam, tiks sekmēta kompleksa ilgtspējīga ražošana un sekojošs ekonomisko rādītāju pieaugums lauku saimniecībās un pārstrādes uzņēmumos.



# 1. AKTIVITĀTE – BRIEŽU KAUSĀNAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDE BLAKUSPRODUKTU IEGUVEI UN GAĻAS DERĪGUMA TERMIŅA PAGARINĀŠANAI

## 1.1. LITERATŪRAS APSKATS

### Brieža gaļa un tās nozīme uzturā

Brieži ir atgremotāju dzimtas *Cervidae* zīdītāji, kas dabīgajos apstākļos atrodas savvaļā vai tiek turēti parkos – dārzos. Šo sugu medības ir populāras gan Eiropā, gan Ziemeļamerikā. Dambrieži (*Dama dama*) un staltbrieži (*Cervus elaphus*) pamatā tiek audzēti Eiropā (Dikeman, Devine, 2014).

Pārtikas produktus lieto uzturā, lai cilvēks dzīvotu, augtu, attīstītos, darbotos un radītu pēcnācējus. Galvenās, uzņemtā uztura funkcijas ir enerģijas nodrošinājums organismam, balastmateriālu piegāde audu veidošanai un atjaunošanai, vielmaiņas procesa izejvielu nodrošinājums, kā arī vielu transporta funkcija. Šos uzdevumus veic ap 40 uzturvielu, kuras pēc to specifiskās darbības iedala: olbaltumvielas, tauki, ogļhidrāti, ūdens, minerālvielas, vitamīni (Rubana, 2000).

Gaļai ir augsta uzturvērtība un asimilējamība, labas garšas īpašības. Tās sastāvā ietilpst pilnvērtīgās olbaltumvielas (visvairāk medījumu, liellopu gaļā), nepiesātinātās taukskābes, pie kurām pieskaitāmas arī neaizstājamās taukskābes, kas organismam jāuzņem ar uzturu, B grupas vitamīnu un minerālvielu avots (Audere u.c., 1991).

Tās kvalitāti nosaka fizikālie, ķīmiskie, mikrobioloģiskie un organoleptiskie rādītāji, kas būtiski ietekmē patērētāja izvēli un apmierinātību. Muskuļaudu un gaļas īpašības ietekmē gan pirmsnāves – šķirne, dzimums, vecums, muskuļu veids, barošana, labturība un vairošanās, gan pēcnāves faktori – pH, temperatūra un/vai novecošanās apstākļi (Kudrnáčová et al., 2018).

Gaļas sastavu ietekmē muskuļaudu atrašanās vieta kautķermenī un to veicamās funkcijas dzīvnieka dzīves laikā. Gaļas gabals, kas iegūts no kautķermeņa daļas, kas ir bijusi mazkustīga, piemēram, muguras vai vidukļa daļas, ir augstvērtīgāka no uzturvērtības un sagremojamības aspekta nekā gaļa, kas iegūta no kakla muskuļiem, krūškurvja, vēdera un ekstremitāšu muskuļiem, kas ir pakļauti vislielākajai fiziskajai slodzei. Brieža kautķermenis sastāv no muskuļaudiem - 73.5%, taukaudiem - 0.6%, saistaudiem - 7.9%, kauliem un skrimšļiem - 18.0%.

Katru gadu aizvien vairāk pieaug patērētāju interese par bioloģiski tīru dzīvnieku gaļu, kā medījumu gaļu, kurai piemīt augsta uzturvērtība un specifiskas sensorās īpašības (Soriano et al., 2006; Vergara et al., 2003).

Medījumu gaļā ir liels olbaltumvielu daudzums un tauki satur vairāk nepiesātināto taukskābju, paaugstinot bioloģisko vērtību. Taukvielas ietver sevī sterīnus, kas ir izplatīti dzīvnieku produktos. Viens no svarīgākajiem sterīniem ir holesterīns, kura atvasinājumi veido žultsskābes, D grupas vitamīnus un dzimumhormonus (Audere u.c., 1991). Ilgstoši uzņemot holesterīnu ar pārtikas produktiem paaugstinātā daudzumā, pastāv risks saslimt ar sirds un asinsvadu slimībām (infarktu un insultu) (Vestmane, Zaharova, 2015).

Cilvēka organismam, nepieciešamo enerģijas resursu atjaunošanai, kā galvenais izejmateriāls ir olbaltumvielas, kuras sastāv no aminoskābēm un kuras cilvēka organisms





izmanto jaunu ķermeņa olbaltumvielu sintēzē, ~ 80% savvaļas dzīvnieku muskuļaudu sausnas var nodrošināt cilvēka organismu ar pilnvērtīgu, labi sagremojamu olbaltumu (Jemeljanovs u.c., 2013).

Jāņem vērā, ka aizvien biežāk runā par gaļas kvalitāti un to nozīmīgumu, bet īsti nav vienprātības par šī termina "kvalitāte" nozīmi. Parasti tiek uzskatīts, ka tas ir divu galveno elementu kopums. Viens no šiem rādītājiem ir gaļas kopējā kvalitāte, kurā ietilpst īpašības, kuras var izmērīt, piemēram, mikrobioloģiskais stāvoklis, jutīgums, krāsa, sulīgums, glabāšanas laiks, pH vērtība un toksisko vielu saturs. No otras puses šo kvalitāti nosaka arī neizmērami aspekti – patērētāja personīgā uztvere par gaļu un tās kvalitātes vērtību (Feiner, 2006).

## Briežu gaļas fizikālo parametru raksturojums

Brieža gaļas kvalitāti ietekmē dažādi faktori: vides piesārņojums, patoloģiskās izmaiņas, stress, u.c., ar ko dzīvnieks ir saskāries dzīves laikā. Svarīgi ir medijamo dzīvnieku liemeni pēc iespējas ātrāk atdzēsēt līdz maksimāli pieļaujamajai temperatūrai +7 °C (Wiklund, Malmfors, 2004). Šo procesu kavē muskulatūras virskārtas plēvīte, kas cieši pārklāj tos un tādejādi ietekmē nepieciešamo atdzesēšanas intervālu (Atanassova, Apelt et al., 2008).

Viens no svarīgākajiem fizikālajiem parametriem, kas nosaka gaļas kvalitāti, ir gaļas galējā pH vērtība, kuru nosaka apmēram 24 h pēc dzīvnieka nokaušanas. Pēc šo rādītāju var spriest par gaļas tehnoloģisko kvalitāti (Wiklund et al., 2010, Wiklund et al., 2004).

### Gaļas pH līmenis

Par vides pH sauc ūdeņraža jonu koncentrāciju, kuru izsaka log<sub>10</sub>. Ūdeņraža joni veidojas skābei disociējot ūdenī (Dikeman, Devine, 2014).

Dzīvu dzīvnieku muskulatūras pH ir neitrāls – no 7.0 līdz 7.3, kas sāk samazināties kautķermenī neilgi pēc dzīvnieka nokaušanas (Wiklund, Malmfors, 2004).

Četrdesmit minūtes pēc brieža nokaušanas pH līmenis samazinās līdz 5.4 – 5.7, kas izskaidrojams ar pienskābes veidošanos, sašķeļoties glikogēnam. Šo procesu sauc par gaļas nobriešanu. Šīs straujās pH līmeņa izmaiņas ietekmē gaļas organoleptiskās īpašības – krāsu, garšu, aromātu, sulīgumu, struktūru, kā arī tehnoloģiskās īpašības – ūdens noturīgumu. Uzglabājot medījuma gaļu līdz pat 14 dienām pēc dzīvnieka nokaušanas – pH praktiski nemainās (Hoffman, Wiklund, 2006).

Izdaloties siltumam no dzīvnieka ķermeņa pēc nāves, samazinās asins cirkulācija un enerģijas sintēze, kas veicina muskuļaudu sastinguma iestāšanos. Audiem netiek piegādāts skābeklis, samazinās ķermeņa temperatūra, sacietē tauki, kā rezultātā sākas anaerobi glikolītiskie procesi. Glikogēns tiek sašķelts līdz pienskābei u.c. metabolītiem, kuru sastāvam pieaugot, tiek veicināta gaļas pH pazemināšanās (Wiklund et al., 2002). Samazinoties glikogēna rezervēm muskuļaudos, tiek traucēts gaļas nobriešanas process, kas ietilpst un strauji pazemina gaļas kvalitāti, un saīsina tās derīguma termiņu - augstā pH (6.0 – 6.2) dēļ, kas to padara sīkstu (Atanassova et al., 2008). Augstas kvalitātes medījuma gaļas pH ir robežās no 5.5 – 5.7 (Wiklund et al., 2014). Pazemināts pH 5.3 – 5.5 (1 – 2 h pēc nāves) gaļai piešķir bālu, mīkstu un ekstrudētu struktūru, sauc arī par PSE gaļu. Pie palielināta stresa pirmskaušanas periodā pH vērtība ne zemāka par 6.0 izskaidrojama ar to, ka dzīvnieka organismā stresa laikā tiek izsmeltas glikogēna rezerves un rezultātā pienskābes sintēze



nenotiek pietiekamā apjomā, iegūstot tumšas krāsas, stingru un sausu gaļu (DFD) (Dikeman, Devine, 2014).

Brieža gaļas uzglabāšanas metodes ir dažādas: atdesēšana, sasaldēšana un vakuuma iepakojšana, kurām ir atšķirīgas uzglabāšanas prasības un uzglabāšanas laiks. Vakuuma iepakojumā gaļas uzglabāšanas termiņu ietekmē izejmateriāli, kurā tā iepakota, kā arī pH līmenis. Produkta bojāšanos  $\text{pH} < 5.8$  izraisa baktērijas ar augstu bīstamības potenciālu, kas vairojas muskuļaudos (salmonella, listērija u.c.) (Green, Nattress, 2004).

Brieža gaļā ir zems taukaidu daudzums, kas samazina stresa ietekmi uz muskulatūras pH līmeņa izmaiņām staltbriežu un ziemeļbriežu kautķermenī (Wiklund, Drew, Ahman, 2002).

### Krāsa

Gaļas krāsa ir viens no vissvarīgākajiem parametriem, kas nosaka produkta pieņemamību un izvēli patērētājam. Tumšā krāsa parasti saistīta ar stingru un sausu gaļu, briežu gaļas gadījumā - spēcīgā sarkanā krāsa norāda uz labas kvalitātes un tipisku medījuma gaļas pazīmi (Fonti – i – Furnols, Guerrero, 2014, Ramanzin et. al., 2010).

Gadalaiku maiņa ietekmē savvaļas briežu ķermeņa stāvokli, kas mainās atkarībā no veģetācijas un vairošanās, grūtniecības, laktācijas cikliem. Šie apstākļi ietekmē arī gaļas kvalitātes īpašības, vienas no būtiskākajām izmaiņām ir medījuma gaļas krāsa (Stanisz et. al., 2019). Sarkanā gaļas krāsu nosaka mioglobīna saturs, kuram ir augsta oksidēšanās pakāpe, kas rada pigmenta izmaiņas. Vasarā iegūtā gaļa ir bagātāka ar mioglobīnu un ievērojami sarkanāka kā ziemas periodā iegūtā gaļa (Farouk et. al., 2007).

Mioglobīns ir proteīns, kas veido ierasto gaļas krāsu labi atasiņotiem kautķermeņiem. Krāsu veido arī hemoglobīns, citohroms un citi pigmenti, kas gaļā var būt nelielā daudzumā. Hemoglobīns - asins atliekas, kas atrodamas asinsvados, var veicināt gaļas krāsas izmaiņas. Šie krāsu veidojošie pigmenti sastopami mājputnu un medījumu gaļā. Mioglobīns muskuļos ir atbildīgs par skābekļa saistīšanu un ievadīšanu dažādu vielu sintēzē. (Dikeman, Devine, 2014).

### Briežu gaļas ķīmiskais raksturojums

Savvaļas dzīvnieku muskuļaudu ķīmiskais sastāvs var atšķirties ne tikai vienas sugas dzīvniekiem, bet viena dzīvnieka dažādās ķermeņa daļās – ūdens daudzums var svārstīties no 70 – 75%, olbaltumvielas 18 – 23%, tauki 1 – 4%, minerālvielas 0.8 – 1.3%, kā arī nelielos daudzumos ekstraktvielas un vitamīni (Rubena, 1979; Jankowska, 2005).

Briežu gaļā atrodami svarīgi komponenti, kas ir vērtīgi cilvēka veselībai. Produkta enerģētiskā vērtība var būt no 90 – 110 kcal/100 g (Żochowska – Kujawska et al., 2009), salīdzinājumā ar liellopu gaļu, cūkgaļu, aitas gaļu vai mājputnu gaļu, kuru enerģētiskā vērtība svārstās no 114 – 231 kcal/100 g (Chizzolini et al., 1999).

Patērētāji brieža gaļu galvenokārt izvēlas zemā tauku saturā, augstas liesās gaļas proporcionalitātes, minerālvielu daudzuma, īpaši aminoskābju un polinepiesātināto taukskābju daudzuma dēļ (Higgs, 2000, Jarzyńska, Falandysz, 2011, Okuskhanova et. al., 2017, Russo, 2005).





## Olbaltumvielas

Proteīns ir svarīga sastāvdaļa cilvēka uzturā. Olbaltumvielas pārtikas produktos pēc sastāva ir daudzveidīgas un to uzturvērtība atkarīga no aminoskābju daudzuma un to attiecības, kas atrodas šajos produktos. Cilvēka organisma gremošanas traktā ar pārtiku uzņemtās olbaltumvielas tiek sašķeltas aminoskābēs, kuras iedalās – neaizvietojamās un aizstājamās aminoskābēs. Neaizvietojamās aminoskābes organismā netiek sintezētas un ir jāuzņem ar uzturu, ja uzturs ir nepietiekams un netiek uzņemta kaut viena no šīm aminoskābēm, piemēram, triptofāns, lizīns vai metionīns, organisms nespēj sintezēt tam nepieciešamās olbaltumvielas. Uzturvielu bioloģisko vērtību nosaka neaizstājamās aminoskābes. Organismā pilnīgi noārdoties aminoskābēm veidojas ogļskābā gāze, ūdens, amonjaks, no kura sintezējas urīnviela, kas izdalās no organisma ar urīnu (Jemeljanovs u.c., 2013).

Pēc sastāva visvērtīgākās aminoskābes atrodas gaļā, pienā un piena produktos, zivīs, olās. Augu valsts produkti parasti nesatur visas organismam nepieciešamās aminoskābes. Proteīns ir neaizstājams uzturā, to nav iespējams aizvietot ne ar taukiem, ne ogļhidrātiem. Olbaltumvielu deficīta gadījumā pavājinās imūnsistēmas darbība un bērniem novēroti attīstības traucējumi (SIA Biznesa, 2010).

Briežu gaļā esošo aminoskābju daudzums ir daudz augstāks nekā liellopu gaļā, kas izskaidrojams ar augstāku kopproteīna daudzumu un tai piemīt augsta diētiska vērtība (Jemeljanovs u.c., 2013).

Saistaudos esošo nepilnvērtīgo olbaltumvielu – oksiprolīna, kolagēna un elastāna, uzturvērtība ir zemāka nekā pilnvērtīgo olbaltumvielu – albumīna, globulīna un triptofāna uzturvērtība. Kolagēns ir saistaudu un skrimšļu bāzes viela, kas ir nešķīstoša ūdenī. Arī elastānu gremošanas sistēma nesašķeļ un gaļa, kuras sastāvā ir saistaudi, ir zemas kvalitātes un mazvērtīga. Saistaudu daudzums gaļā ir atkarīgs no dzīvnieku sugas, šķirnes, vecuma un barojuma. Brieža liemenis kolagēnu (saistaudus) satur mazāk nekā liellopu, jēra vai aļņa gaļa (Field, 2003).

Eiropā nomedīto dzīvnieku liemenis liecina par sezonālātes ietekmi uz ķīmisko vielu sastāvu. Gaļa, kas iegūta vasarā, ir augstvērtīgāka un bagātāka ar olbaltumvielām, savukārt, tauku saturs ir mazāks, kas ir pretēji ziemā nomedītam dzīvnieku liemenim (Stevenson et al., 1992).

## Tauki

Enerģijas avots. Piedalās organisma audu veidošanā. Lielā daudzumā uzkrājas zemādas audos, kas veido enerģijas materiāla krājumus un tiek izmantoti nepietiekama uztura vai badošanās laikā. Organismā tauki palīdz uzsūkties A, D, E un K vitamīniem, kas pastiprina imūnsistēmas darbību. Pārmērīga tauku uzņemšana ar uzturu var novest pie aptaukošanās, kas veicina citu slimību veidošanos (sirds un asinsvadu slimības).

Uzturā taukus pamatā uzņemam ar gaļu – satur piesātinātās taukskābes un bioloģiski vērtīgās nepiesātinātās taukskābes (SIA Biznesa, 2010).

Taukos esošie ķīmiskie savienojumi ietver sevī glicerolu un holesterolu, kā arī piesātinātās, mononepiesātinātās un polinepiesātinātās taukskābes. Brieža gaļā esošais kopējais tauku daudzums ir mazāks nekā liellopu gaļai raksturīgais tauku daudzums (Jemeljanovs u.c., 2013). Svarīgākās nepiesātinātās taukskābes, kas atrodamas taukos ir oleīnskābe, linolskābe, linolēnskābe un arahidonskābe, kuras organisms izstrādā nelielos daudzumos (izņemot oleīnskābi) un jāuzņem ar uztura taukvielām. Dzīvnieku valsts produktos ir sastopams lecīna antagonists – holesterīns, kas sintezējas arī organismā (Rubana, 2000). Sintēze pamatā notiek aknās un mazos daudzumos zarnās, virsnierēs un



dzimumdziedzeros. Holesterīna veidošanos veicina ogļhidrātiem un taukiem bagāts uzturs, bet kavē estrogēns un vairogdziedzera hormoni. Ar uzturu dienā nepieciešams uzņemt apmēram 10 – 20 % holesterīna no nepieciešamā daudzuma, pārējo organisms sintezē pats. Tā saturs ir augstāks produktos ar bagātīgu tauku saturu (Vestmane, Zaharova, 2015).

Holesterīna saturs organismā ir atkarīgs no uzņemtā uztura, kā arī no holesterīna veidošanās un saīršanas pakāpes organismā. No organisma tiek izvadīts kopā ar žulti caur zarnu traktu, bet trekni ēdieni uzturā var veicināt atpakaļ uzsūkšanos zarnu traktā un nogulsņēšanos asinsrites sistēmā. Veidošanās pamatā var būt arī olbaltumvielas un ogļhidrāti. Lecitīns, kas atrodas augu eļļās, olās, piena produktos, graudaugos un liellopu gaļā, veicina holesterīna apmaiņas norisi ar lipotropajām īpašībām (neļauj taukiem nogulsnēties aknās), kas atstāj pozitīvu ietekmi uz nervu sistēmas darbību, stimulē asinsradi (SIA Biznesa, 2010).

Piesātinātās taukskābes organisms izmanto tikai enerģijas ieguvei un tauku uzkrāšanai, tā patēriņš ir saistīts ar paaugstinātu zema blīvuma lipoproteīnu holesterīna koncentrātā, kas ir riska faktors koronārām sirds slimībām (Keys, 1997).

Galvenā atšķirība starp medījuma gaļu un mājdzīvnieka gaļu ir kopējais tauku daudzums (Miller et al., 1986; Eaton, 1992). Taukaudi sastāv no tauku šūnām, kas atdalītas ar saistaudu starpslāņiem. Tauku izgulsnēšanās vietas, kā arī to īpašības, krāsu un garšu nosaka dzīvnieku suga, šķirne, vecums un barošanas paradumi. Atkarībā no dzīvnieka sugas un šķirnes tauki nogulsnējas zemādas šūnaudos, ap nierēm, vēdera dobumā, astes rajonā, kā arī starp muskuļaudiem (marmorizētā gaļa), tādējādi šāda veida gaļai piemīt izcilas garšas īpašības un tā ir sulīga (Clutton – Brock, 1999). Marmorizētā gaļa briežiem nav tik izteikta, jo ir mazs intramuskulāro tauku daudzums.

Zems tauku saturs liemenī ir tad, ja tā rādītājs ir mazāks par 4.6%. Briežu kautķermenī tauku saturs ir apmēram 1% (Van Zyl, 2004).

Taukaudu sastāvā ietilpst tauki (70 – 95%), ūdens (2 – 21%), olbaltumvielas (0.5 – 7.2%), minerālvielas, vitamīni un pigmenti. Tauku uzturvērtība atkarīga no tajos esošajiem taukiem, taukskābju un taukos šķīstošo vitamīnu daudzumu un sastāvu. Piesātināto taukskābju izmantojamību organismā nosaka to kušanas un sacietēšanas temperatūra. Pie zemas tauku kušanas temperatūras, piemēram, cūku taukiem no 28 – 48 °C, cilvēka organisms izmanto 97 – 98% no uzņemtā tauku daudzuma, bet pie augstas kušanas temperatūras, kā aitu taukiem no 44 – 55 °C, organisms izmanto 70 – 80% no uzņemtā tauku daudzuma (Sprincis, 1998).

Savvaļas medijamo dzīvnieku gaļā taukskābju saturs ir labvēlīgāks cilvēka organismam, jo tajā ir mazāks piesātināto taukskābju daudzums, bet lielāks polinepiesātināto taukskābju saturs (Cordan, 2002).

Holesterīna saturs saimniecībās audzētu dambriežu gaļā 86 mg/100 g (Dahlan, Norfarizan Hanoon, 2007) un 102 mg/100 g savvaļā augušu dambriežu gaļā (Ramanzin et al., 2010), savukārt staltbriežu gaļā, kas audzēti saimniecībās 98 mg/100 g (Dahlan, Norfarizan Hanoon, 2007) un 55 – 87 mg/100 g savvaļā augušiem staltbriežiem (Polak et al., 2008, Quaresma et al., 2012). Holesterīna saturs gaļā ir atkarīgs no taukskābju satura dzīvnieka barībā, kas var palielināt plazmas holesterīna līmeni organismā, savukārt, mononepiesātinātās un polinepiesātinātās taukskābes šīs izmaiņas nerada un dažām mononepiesātinātajām taukskābēm piemīt holesterīna pazemināšanas īpašības (Daley et al., 2010).

## Ogļhidrāti

Ogļhidrāti ir galvenais enerģijas avots, kas atrodas augu valsts izcelsmes produktos, no dzīvnieku valsts produktiem atrodams piena ķīmiskajā sastāvā (SIA Biznesa, 2010).

Glikogēns, kas atrodas dzīvnieku audos un aknās 2 – 8 %, ir sazarots polisaharīds, kura struktūrā ietilpst  $\alpha$ -D-glikoze, kas saistīta ar  $\alpha$ -1,6 glikozīdu un  $\alpha$ -1,4 glikozīdu saitēm.



Dzīvnieka muskuļaudos glikogēna saturs var svārstīties 0.5 – 1.5 % robežās, kas ietekmē muskuļu krāsu, tekstūru, stingrību, sarecēšanas spēju un uzglabāšanas laiku kautķermenim.

Glikogēns atrodas muskuļu audos, kur tiek sintezēts glikozē. Tā daudzums dzīvnieka ķermenī ir atkarīgs no pirmskaušanas stresa – palielinoties adrenalīnam, un pirmskaušanas vingrinājumiem ko veic dzīvnieks, tā saturs pieaug, kam ir liela nozīme sintēzes procesā līdz laktātam, ietekmējot gaļas kvalitāti. Anaerobās glikolīzes rezultātā iegūst glikozes metabolītus, kas nosaka muskuļaudu pH liemenim. Organismā šo enerģijas avotu izmanto tikai pie palielinātas, intensīvas slodzes muskuļos.

Dzīvnieka audos atrodami ogļhidrāti glikozaminoglikāns un proteoglikāni, kas atrodas saistaudos, plazmā un asins glikoproteīnos, atsevišķos hormonos (Dikeman, Devine, 2014).

### Ūdens saturs gaļā

Ūdens gaļā pastāv saistītā un brīvā formā. Saistītais ūdens ciešā veidā iekļaujas olbaltumvielu struktūrā, kur mijiedarbojas ar ūdeņraža saiti virsmas lādiņa un proteīnu polaritātes ietekmē. Brīvais ūdens atrodas starp muskuļu šķiedrām, mikopavedieniem un miofibrilām. Lielākā daļa ūdens muskuļos ir iekļauts miofibrilās, pielietojot ķīmiskos, fizikālos vai fermentatīvos līdzekļus, tiek paplašinātas mikofibrila saites, kā rezultātā gaļā iespējama ūdens saistīšanās (Dikeman, Devine, 2014).

Visvairāk ūdens ir iekšējos orgānos un smadzenēs 70 – 80%. Ūdens organismā atrodas gan šūnās, gan ārpus tām, kalpo kā materiāls asins plazmas, limfas, gremošanas sulu un citu bioloģisko šķidrumu veidošanai. Ūdens organismā šķīdina barības vielas, transportē vielmaiņas produktus un kalpo kā reaģents bioķīmiskajās reakcijās (Rubana, 2000). Brīvā ūdens saturs ziemā iegūtai brieža gaļai ir augstāks nekā siltajos laikapstākļos iegūtajai (Wiklund et al., 2010). Saistītā ūdens sastāvs liemenī ir palielināts vasaras sezonā, ko ietekmē dzīvnieka nosliece palielināt tauku rezerves ziemā (Stevenson et al., 1992).

### Pelni

Apmēram 3.5% no ķermeņa kopmasu veido neorganiskās vielas (kauli, zobi), kas tiek analizēti, lai noteiktu pelnu saturu. Minerālvielas atrodamas oksīdu, sulfātu, nitrātu, hlorīdu un citu halogēnu veidā. Gaļā pelnu saturs norāda uz kopējo minerālvielu saturu, kas veido mioglobīnu, hemoglobīnu un ietilpst fermentos, kaulos (Dikeman, Devine, 2014).

Pelnu saturs muskuļaudos aptuveni 1 – 2%, kas visām briežu sugām ir līdzīgi (Hoffman et al., 2007, Kasai et al., 1999).

### Minerālvielas

Obligāta uztura sastāvdaļa, kas piedalās galvenajos dzīvības procesos un ietilpst organisma šūnās un audos. Organismā tiek uzņemti neorganisku savienojumu – sāļu veidā. Svarīgākie no tiem ir: kālijs, nātrijs, magnijs, kalcījs, fosfors, dzelzs, kā arī mikroelementi (sērs, kobalts, cinks, fluors, mangāns, varš u.c.), kas organismā ir mazā daudzumā, bet nozīmīgi vielmaiņas procesā (SIA Biznesa, 2010).



## Briežu gaļas mikrobioloģiskais raksturojums

### Gaļas nekaitīguma ietekmējošie faktori

Svaiga gaļa un svaigas gaļas produkti var saturēt tādus mikroorganismus kā *Escherichia coli* un *Salmonella*, kas var radīt augstu bīstamības risku cilvēku veselībai. Šos patogēnus uzskata par prioritāriem pārtikas nekaitīguma kontroles noteikšanā, ko īsteno gaļas pārstrādes nozarē (Dikeman, Devine, 2014).

Augstvērtīgas gaļas iegūšanai jāievēro, lai dzīvnieki, kas paredzēti nokaušanai, būtu atpūtināti, kautķermeni nepieciešamas labi atasiņot, liemeņa apstrādē speciālajam inventāram jābūt tīram, uzturā jālieto tikai vesela dzīvnieka gaļa – nedrīkst kaut slimus un novājinātus dzīvniekus (Gavriļenko, 2008).

Lielu lomu gaļas nekaitīguma nodrošināšanā ieņem medikamentu lietošanas ierobežojumi. Antibiotikas tiek lietotas un ir nepieciešamas gan cilvēku, gan veterinārajā medicīnā. Patērētājiem izglītojoties šajā jomā, pieaug pieprasījums pēc gaļas, kas ražota bez medikamentu – antibiotiku pielietošanas.

Mūsdienās lielākā daļa izmanto antibiotiku savienojumus, kas iegūti no sēnītēm un ir atvasinājumi orgīnālajām antibiotikām, kā rezultātā ir izveidojusies organismā pretestība pret jaunās paaudzes antibiotikām. Šīs baktērijas neizraisa slimības cilvēkiem un nesaglabājās gaļā, tomēr jebkura antibiotiku lietošana veido rezistenci un veidojas jaunas paaudzes uzlaboti mikroorganismi, kas spēj konkurēt ar šīm antibiotikām. Komplicēto baktēriju flora un zoonēzes patogēni, kas kolonizē produktīvajos dzīvniekos, ir antibakteriālās rezistences avots, kas ne tikai piesārņo pārtiku, bet arī antimikrobiālās rezistences gēnu rezervuārs, kurus ir iespējams pārnest uz cilvēka patogēniem. (Dikeman, Devine, 2014).

Mikroorganismu augšanu un attīstīšanos pārtikas produktos ietekmē iekšējie un ārējie faktori.

Svaigās gaļas nekaitīgumu nosaka pēc organoleptiskajām īpašībām, fizikāli – ķīmiskajām īpašībām un mikrobioloģiskajām īpašībām. Ne vienmēr, aplūkojot produktu, ir iespējams ar organoleptisko īpašību palīdzību noteikt tā nekaitīgumu.

Pie iekšējiem faktoriem pieskaitām: produkta pH, ūdens aktivitāti ( $a_w$ ), OR potenciālu, gaļā esošās barības vielas, antibakteriālās vielas, kā arī bioloģiskās struktūras (dabiskās aizsargbarjeras). Savukārt, pie ārējiem faktoriem: uzglabāšanas temperatūra, relatīvais mitrums, gāzes apkārtējā vidē (Gavriļenko, 2008).

Pārtikas produktu apstrādes un uzglabāšanas veids ietekmē pārtikas stabilitāti un nekaitīgumu, kā arī var ietekmēt uzturvērtību, sensorās, tehnoloģiskās un ekonomiskās īpašības.

Ūdens aktivitātei ( $a_w$ ) gaļas produktā jābūt pietiekami zēmam, lai ierobežotu patogēno mikroorganismu attīstīšanos, bet nedrīkst būt par zēmu, lai nebojātu produkta tekstūru un garšu. Svaigai gaļai ūdens aktivitāte parasti ir virs 0.90 un tiek klasificēta kā pārtika ar augstu mitruma saturu. Šāds mitruma saturs pārtikā neveicina labvēlīgus uzglabāšanas apstākļus. Nepieciešams izmantot cita veida barjeras, lai palielinātu produkta kvalitātes saglabāšanās termiņu (sāls, temperatūra, pH utt.).

Gaļas produktiem pievienojot nitrītsāli, tiek nodrošināta antibakteriāla vide un papildus tiek uzlabota gaļas garša, krāsa un atvieglota apstrādes tehnoloģija.

Pielietojot dabīgos antibakteriālos līdzekļus kombinācijā ar fizikālajām metodēm, kurās neizmanto termisko apstrādi, bet tiek samazināta šūnu membrānas izturība, iespējams palielināt antibakteriālās spējas, panākot sinerģismu – izraisot paaugstinātu uzņēmību pret dabīgo antimikrobiālo aktivitāti. Iespējams kombinēt arī modificētās atmosfēras iepakojumu





ar šīm metodēm, tādā veidā uzlabojot produkta uzglabāšanas laiku un nekaitīguma prasības. Pateicoties MAP, tiek samazināts arī oksidēšanās un reducēšanās potenciāls produktam, ierobežojot gaistošo vielu veidošanos produktā un samazinot skābekļa piekļuvi.

Pārtikas nekaitīguma politikas nodrošināšanai izmanto vienlaicīgu vai secīgu tehnoloģisko pieeju, kurā ietilpst divas vai vairākas ķīmiskās un/vai fizikālās dekontaminācijas metodes, šādi samazinot piesārņojumu jau pirmsākumos (ādas tīrīšana, pirmskaušanas liemeņa skalošana ar karstu ūdeni vai ķīmiskām vielām u.c.).

Svarīgs nekaitīguma faktors ir produkta uzglabāšanas temperatūra. Gaļas produktiem nepieciešama ātra atdzesēšana, sasaldēšana, kas samazina mikrobioloģisko piesārņojumu un paildzina uzglabāšanu. Otra metode ir temperatūras paaugstināšana virs 70 °C, kas pielīdzināma pasterizācijai un neietekmē gaļas sensorās īpašības, bet paildzina uzglabāšanas laiku mikroorganismu skaita samazināšanās rezultātā.

Lai nodrošinātu produkta nekaitīgumu, tiek pielietotas arī citas tehnoloģiskās metodes: apstarošana, ķīmiskie konservanti, dabīgie antibakteriālie līdzekļi, paaugstinātu hidrostatisko spiedienu, kā arī modificētās atmosfēras iepakojumu. Šīs metodes ir iespējams apvienot stratēģiskā secībā, iegūstot optimālāko rezultātu pārtikas nekaitīguma politikā.

Aizsargbarjeru izmantošana gaļas produkt ražošanā prasa stratēģisku pieeju, kas ietver sevī ūdens aktivitātes, temperatūras, konservantu, vides skābuma, konkurējošo baktēriju un oksidēšanās - reducēšanās potenciāla ietekmi uz pārtikas produkta tehnoloģiju (Dikeman, Devine, 2014).

Lai nodrošinātu gaļas kvalitāti un nekaitīgumu, jāievēro Eiropas Savienības komisijas regulas (Nr. 2073/2005 par pārtikas produktu mikrobioloģiskajiem kritērijiem u. c.), Latvijas Republikas likumdošanas aktus un Ministra kabineta noteikumus ("Pārtikas aprites uzraudzības likums" u. c.), kā arī "Labas higiēnas prakses vadlīnijas". Visiem tirgus dalībniekiem, kas iesaistīti pārtikas aprītē, ir jānodrošina jebkura piegādātāja identifikācija, saistībā ar pārtikas izejvielu, produktu piegādi – jābūt izsekojamībai ES teritorijā (Gavriļenko, 2008).

### **Higiēnas ievērošanas loma gaļas kvalitātes nodrošināšanā**

Raugoties no higiēnas viedokļa, savvaļas un nebrīvē (saimniecībās) audzētus briežus jāapstrādā kautuvēs. Savvaļas briežus, to liemeņus pēc nošaušanas nosūta uz kautuvi atvēsināšanas konteinerā. Ir valstis, kur pastāv prasība, ka liemenis jāizķidā 3 stundu laikā pēc nokaušanas. Tiek izņemts zarnu trakts ar kuņģi nokaušanas vietā, atstājot pārējos subproduktus kopā ar liemeni. Kautķermenis tiek transportēts ar ādu, kas netiek noņemta līdz kautuvei. Saimniecībā audzētos briežus apdullina ar trieciēnpistolēm vai elektriskas stimulācijas apdullināšanas iekārta, kas samazina dzīvnieka stresa līmeni un uzlabo produkta kvalitāti, tiek ievērota humāna attieksme.

Svarīgs posms, lai liemenis netiktu kontaminēts un piesārņots ar dažādiem mikroorganismiem, ir ādas noņemšana, kur bieži uz liemeņa nonāk apmatojums no ādas. Šo apmatojumu noņemšana ir iespējama tikai ar nazi, izgriežot ar audiem no kautķermeņa, jo mazgāšana ar spiedienu var matiņu iedzīt dziļāk audos, un radīt pretēju efektu vēlētājam. Kontaminācijas samazināšanai apstrādes laikā, ādu ieteicams noņemt no augšas uz leju, pārvelkot pāri liemenim, tādā veidā samazinot apmatojuma pielipšanas iespējas. Pastāv vēl metode - atdzesēt liemeni pirms ādas noņemšanas, šajā laikā apmatojums paliek stingrs un neatdalās no ādas.

Eviscerācija ir kontaminācijas avots, kur svarīgi ir izņemt zarnu traktu un kuņģi, lai fekālijas vai masas, kas atrodas šajos orgānos, nenokļūtu uz liemeņa. Urīnizvades sistēmas



izņemšanā ir jābūt ļoti uzmanīgam, izdalītais urīns var saturēt leptospīras, kas var novest pie akūtas infekcijas leptospirozes, kas organismā nonāk caur acu, deguna un mutes gļotādu, kā arī caur ievainojumiem uz ādas (Dikeman, Devine, 2014).

Gaļas kvalitāti un uzturvērtību ietekmē dzīvnieka suga, šķirne, nobarojuma pakāpe un kautķermeņa daļas, no kuras iegūta gaļa. Vesela dzīvnieku gaļa patogēnos mikroorganismus nesatur. Gaļas nogatavināšanās laikā uz kautķermeni izveidojas sausa garoziņa, kas pasargā no mikroorganismu iekļūšanas. Mikroorganismi uz gaļas nonāk apstrādes, transportēšanas un glabāšanas laikā.

Slimu dzīvnieku gaļu uzturā nelieto (Gavriļenko, 2008).

Svaiga gaļa var saturēt baktēriju grupas, kas var izraisīt tās bojāšanos: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium spp.*, kā arī raugus un pelējumsēnes. Gaļas bojāšanās jeb pūšana sākas no virsmas un virzās pa saistaudiem dziļāk. Pūšanas process notiek arī locītavās, pie kauliem un asinsvadiem. Gaļu uzglabājot temperatūrā virs 0°C un aerobos apstākļos, bojāšanos uzsāk *Streptococcus pyogenes*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli* u.c. Dziļāk muskuļaudos, kur ir anaerobi apstākļi, sāk vairoties ogļhidrātus mīlošās baktērijas – *Clostridium perfringens*, *Clostridium bifementans* un citas klostrīdijas grupas baktērijas. Slikti ventilējamās telpās gaļa var sākt pelēt.

Gaļai atdziestot aukstuma kamerā, samazinās dzīvotspējīgo baktēriju skaits, bet saglabājas endosporu veidotāji un, iespējams, nedaudz enterokoki, mikrokoki un *Lactobacillus spp.* Gaļa var kontaminēties ar psihrotrofiem un psihrofiliem mikroorganismiem, enterokokiem, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* (Nikolajeva, 2011).

Pastāv arī mikrobioloģiskās prognozēšanas metodes, kuras tiek veiktas ar datorprogrammas palīdzību un nosaka kvantitatīvās prognozes par mikroorganismu attīstību pārtikas produktos. Atkarībā no programmas modeļa ir iespējams novērtēt dažāda daudzuma faktoru vienlaicīgu ietekmi uz produkta mikrobiālo piesārņojumu. Šī metode neaizvieto testēšanas metodes un procesa validāciju, bet palīdz kā uzskates elements (Dikeman, Devine, 2014).

***Enterobacteriaceae*** ģints baktērijas atrodas apkārtējā vidē, cilvēku un dzīvnieku zarnu traktā. Šīs ģints baktērijas atsevišķi celmi (*E. cloacae*) producē enterotoksigēno *E.coli* celmiem līdzīgus toksīnus, kas, iespējams, iegūti ģenētiskās modifikācijas ceļā. *Enterobacter aerogenes* pazīstamas, kā biogēno amīnu producētājs (Nikolajeva, 2011).

***Escherichia coli*** ir siltasiņu dzīvnieku zarnu trakta dabīgā mikroflora. Mikroorganisma atsevišķi celmi var inficēt nēsātāju un tie tiek saukti par patogēniem.

*E. coli* piemīt divas unikālas fizioloģiskas īpašības, kas tās atšķir no citām STEC/VTEC serogrupām (fermentācija bez β-D-glikuronidāzes un sorbīta). Šīs īpašības palīdz serotipa identifikācijā (Dikeman, Devine, 2014).

Zarnu traktā *E.coli* nodrošina glikozes un citu ogļhidrātu sarauzēšanas procesus, rezultātā iegūstot organiskās skābes.

Atklātas pavisam piecas patogēno celmu grupas, kam pievērš pastiprinātu uzmanību: enteropatogēnie (EPEC) *E. coli*, kas izraisa gastroenterītu, bērniem caureju – infekciozā deva 10<sup>6</sup> – 10<sup>9</sup> šūnas; enterotoksigēnie (ETEC) celmi, kas izraisa ceļotāju caureju, gastroenterītu, sintezē termorezistentu un/vai termostabilu enterotoksīnu – infekciozā deva 10<sup>8</sup> – 10<sup>9</sup> šūnu; enteroinvazīvie (EIEC) celmi, kas izraisa šigelozei līdzīgu dizentēriju – infekciozā deva >10<sup>6</sup> šūnas, producē verotoksīnu; enteroagregatīvie (EAEC) celmi – līdzīgi EPEC un reti ir sastopami Eiropā; šiga toksīnu (STEC) vai vero citotoksīnu (VTEC) producējošie celmi,



STEC/VTEC apakšgrupa: enterohemorāģiskie (EHEC) celmi – izraisa hemorāģisku kolītu un hemorāģisku urēmiju, infekciozā deva 10 – 100 šūnas.

*E.coli* ir Gram – negatīva, fakultatīvi anaeroba zarnu nūjiņa.

*E. coli* produktu termiskajā apstrādē parasti aiziet bojā. Infekcijas rodas, lietojot gatavus izstrādājumus, kas ir kontaminēti pēc termiskas apstrādes vai pirms lietošanas atkārtoti nav termiski apstrādāti (Nikolajeva, 2011).

Atgremotāji, īpaši, liellopi tiek uzskatīti par galveno *E. coli* rezervuāru (Karch et al., 2005). Līdzīgi ir ar lielajiem medījuma dzīvniekiem, izņēmums ir staltbrieži (*Cervus elaphus*) un meža cūkas (*Sus scrofa*), kas var būt veselas no O157:H7 un nepārnēsāt šo bīstamo mikroorganismu celmu (Diaz et al., 2011, Eggert et al., 2012, Sánchez et al., 2009, Sánchez et al., 2010).

***Salmonella spp.*** ir patogēns mikroorganisms, kas sastopams, galvenokārt, siltasiņu dzīvnieku zarnu traktā. *Salmonella* ģinti veido divas sugas: *Salmonella enterica* un *Salmonella bongori*. Viena no nozīmīgākajiem *Enterobacteriaceae* dzimtas mikroorganismiem, kas atzīta par nozīmīgu zoonozes izraisītāju. Salmonelozi raksturo akūts drudzis, sāpes vēderā, slikta dūša, caureja un iespējama arī vemšana. Inkubācijas periods ilgst 12 – 36 h (Dikeman, Devine, 2014).

Izraisa cilvēka saindēšanos ar pārtiku un zarnu infekcijas slimības. Kopumā iedalītas 2000 serovāros. Tās vairojas tievo zarnu epitēliju šūnās, izdalot toksīnus, kas izraisa iekaisumu un šķidrums uzkrāšanos zarnās.

Patogēnā baktērija, kuru pārnēsa fekāli – orālā ceļā.

Gram (-), fakultatīvi anaeroba, nesporulējoša nūjiņtipa baktērija.

Mezofilā baktērija – optimālā temperatūra +35 līdz +43 °C.

Sastopamas dzīvnieku zarnu traktā un parasti uztura toksikozes saistītas ar gaļas produktu lietošanu.

Karsēšanas procesā līdz +70 °C, izturot 30 minūtes, tās nonāvē, bet vārīšanas procesā bojāeja ir ātrāka. Sālīšanas un žāvēšanas process praktiski neietekmē dzīvotspēju.

Minimālā infekciozā deva parasti ir 10<sup>5</sup> – 10<sup>6</sup> šūnas (Nikolajeva, 2011).

***Pseudomonas spp.*** - mikroorganisms, kam nepieciešams zems skābekļa daudzums (mazāks par 1%) un pH virs 6.0, sēru saturoša sērūdeņraža skābes ražošana. Iepakotā gaļa šādos apstākļos iegūst zaļganu krāsojumu, lai izvairītos no šādu krāsojumu, gaļu neiepakojot ar augstu pH vakuuma iepakojumā vai modificētās atmosfēras vidē (Dikeman, Devine, 2014).

***Streptococcus spp.*** ir izdalīta no daudzām zīdītāju un putnu sugām, iekļaujoties augšējo elpceļu, urīnizvadsistēmas un kuņģa – zarnu trakta mikroflorā. Šī mikroflora ir vairāku slimību cēlonis – septicēmija, meningīts, pneimonija, endokardīts un poliartrīts, negaidīta nāve.

Gram (+), fakultatīvi anaerobs koks, šūnu sienā satur polisaharīda antigēnu, kas palīdz identificēt šos mikroorganismus.

Inficēšanās iespējama no inficēta dzīvnieka, dzīvnieka kopējiem, lopkautuvēm, gaļas pārstrādes darbiniekiem, veterināriem, izmantojot atklātus izcirtņus un nobrāzumus uz ādas (Dikeman, Devine, 2014).

***Staphylococcus spp.*** ģintī ir būtisks pārstāvis, kas var izraisīt saindēšanos ar pārtiku – intoksikāciju, ko izraisījis *Staphylococcus aureus* producētais enterotoksīns. Šī baktērija nespēj konkurēt ar gaļas dabīgo mikrofloru, bet spēj saglabāt augšanas spējas pie zemas ūdens aktivitātes (a<sub>w</sub>) un paaugstināta NaCl koncentrācijas. Mikroorganisma producētais toksīns ir termostabils un produkts, kurā netiek identificēts organisms. var saturēt toksīnu un izraisīt saslimšanu.



Gram (+), fakultatīvi anaerobs, katalāzes pozitīvs koks, kas veido šūnu grupas. Infekciozā deva ir 1.0 mg toksīna, kas var rasties tikai tad, kad *Staphylococcus aureus* populācija pārsniedz 105 g<sup>-1</sup> (Dikeman, Devine, 2014).

**Raugi un pelējumi** ir svarīgi mikroorganismi, kas saistīti ar cilvēku labklājību un pārtikas resursiem. Mikroorganismi veicina tādu pārtikas jomu attīstību kā vīna ražošana, viensūņu olbaltumvielu ražošana, brūvēšana, cepšana, vitamīnu ražošana u.c. Taču tie var darboties arī kā kaitnieki pārtikas produktos. Raugi un pelējumi konkurē ar baktērijām un spēj kļūt par dominējošo mikroorganismu pārtikā. To ietekme uz gaļu un gaļas produktiem ir būtiska, un dažos gadījumos patogēnie raugi un pelējumi var radīt draudus pārtikas nekaitīgumam.

Dabā raugi un pelējumi ir sastopami apkārtējā vidē. Patogēnie mikroorganismi var izraisīt dažādas dzīvnieku un cilvēku slimības. Pelējumi vairojas ar sporu palīdzību.

Uz svaigas atdzesētas gaļas sastopamas pelējuma ģintis: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Monascus*, *Monilia*, *Mucor*, *Neurospora*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Sporotrichum* un *Thamnidium*. Raugi un pelējumi ir svarīgi mikroorganismi, kas pamatā bojā gaļu un gaļas produktus, bet reti izraisa saindēšanos, lietojot uzturā bojātus produktus (Dikeman, Devine, 2014).

Gaļā un gaļas produktos pelējumi visbiežāk bojā taukus, kuros iekļuvusi pelējumu sēnīte (*Aspergillus spp.* un *Penicillium spp.*) (Gavriļenko, 2008).

**Vīruss** saistībā ar pārtikas produktu izraisītajām infekcijām un gaļas patēriņu līdz šim brīdim nav novērtēts un maz apskatīts. Enterītiskie vīrusi ir atbildīgi par lielāko daļu ar pārtiku inficēto slimību uzliesmojumiem visā pasaulē. Šie vīrusi ar augstu skābās vides rezistenci un spēj izdzīvot kuņģa skābes zemajā pH. Salīdzinot ar baktērijām, vīrusi nespēj vairoties pārtikā un tam ir nepieciešams dzīvs organisms. Enterītiskā vīrusa infekciozā deva var būt ļoti maza - 10 vai mazāk infekciozo daļiņu. Vīruss ir izturīgs pret zemām un sasaldēšanas temperatūrām. Pielietotās metodes patogēno baktēriju samazināšanai var būt neefektīvas pret vīrusa daļiņām. Nelielais daļiņu skaits uz produkta rada grūtības to atklāt. Uzliesmojumu skaits, kas izraisīti vīrusa dēļ, pieaug, pateicoties molekulāro metožu attīstībai.

Lielāko daļu pārtikas infekcijas izraisa cilvēku izcelsmes vīrusi: norovīruss (NoV), hepatīts (HAV), rotavīruss (RV) un astrovīruss, kas ir saistīts ar gatavas pārtikas lietošanu uzturā, dārzeņiem, augļiem, gliemjiem, kas tiek inficēti pārtikas apstrādes uzņēmumos ūdens piesārņojuma rezultātā. Nepietiekami termiski apstrādāta gaļa rada bažas par zoonozēm, kas izraisītas NoV un RV celmu ietekmē (E hepatīts) (Dikeman, Devine, 2014).

Gaļa un gaļas produkti var būt inficēti ar finnozi un trihinellozi, kas ir pārtikas infekcijas, kuru saslimšanas pazīmes ir līdzīgas citām pārtikas infekcijām – paaugstināta ķermeņa temperatūra, slikta dūša, sāpes vēderā, galvassāpes, muskuļu sāpes un sirdsdarbības traucējumi. Ārstēšana notiek ārsta uzraudzībā.

Lai izvairītos no šāda veida saslimšanām, uzturā jālieto veterināri pārbaudīta un apzīmogota gaļa.

**Finnas** atgādina kniepadatas galviņas lieluma pūslīšus, kuri pildīti ar šķidrumu, puscaurspīdīgi. Liellopu gaļā finnas atrodamas sasistaudu starpslāņos.

Finnozā gaļa ir inficēšanās avots cilvēkam ar lentveida cērmēm.





## Brieža gaļa uzturā un tās ietekme uz veselību

Pasaulē visizplatītākās pārtikas infekcijas ir saistītas ar cilvēka zarnu saslimšanām, ko izraisa baktērijas pārtikas produktos (Newell et al., 2010).

Slimību profilakses centrs ziņo, ka rūpnieciski attīstītajās valstīs katru gadu no pārtikas zoonozēm var ciest līdz 10% iedzīvotāju, bet reālā situācija varētu būt ar augstāku saslimstību. Saskaņā ar datiem no Eiropas Savienības valstīm, katru gadu vairāk nekā 320000 gadījumos tiek apstiprināta saslimstība ar pārtikas zoonozēm.

Zoonozes ir infekciju slimības, kas cilvēkam tiek nodotas tiešā vai netiešā veidā cilvēkam no dzīvnieka vai lietojot uzturā pārtikas produktus. Zoonozes izraisītāj mikroorganismu pārtikā var nokļūt pa vairākiem ceļiem, jo īpaši gaļas pārstrādē – inficēts dzīvnieks, nepietiekami apstrādāts produkts, bojāts produkts (Dikeman, Devine, 2014).

Bīstama cilvēku veselībai ir gaļa, kas piesārņota ar patogēniem mikroorganismiem, kuri ir kopīgi gan cilvēkam, gan dzīvniekam un izraisa dažādas saslimšanas (Sibīrijas mēris, tuberkuloze, mutes un nagu sērga u.c.). Riski pastāv lietojot uzturā gaļu, kas inficēta ar parazītiem (finnozi un trihinellozi). Finnoze var būt liellopiem un cūkām – inficēšanās avots cilvēkiem ar lentveida cērmēm. Ar trihinellām var inficēties, uzturā lietojot gaļu un gaļas produktus, kas termiski nepietiekami apstrādāti (šašliks, steiks u.c.) (Gavriļenko, 2008).

Bīstamākā no zoonožu izraisītājiem ir *Echerichia coli* (STEC), kas izstrādā šiga toksīnu un ir patogēns mikroorganisms. Šī baktērija izraisa caureju, hemorāģisku kolītu, kā arī hemolītisko urēmisko sindromu, kas var novest līdz letālām sekām (Hussein, 2007).

Brieža gaļa ir pievilcīga gardēžiem un veselīga dzīves stila patērētājam, kam gaļas produktos svarīgs unikālais aromāts, zemais labvēlīgo tauku saturs un augstais minerālvielu saturs (Dikeman, Devine, 2014).

## Briežu asinis un cīpslas – kaušanas blakusprodukts

Kā minēts, šobrīd briežu kaušanas procesā tiek izmantota tikai gaļa, kamēr vērtīgie kaušanas blakus produkti (cīpslas, asinis un mīkstie ragi) nonāk atkritumos. Izmantojot modernās tehnoloģijas un analīžu metodes no blakusproduktiem iespējams iegūt tīras izdalītas vielas (kolagēna peptīdus un asinis pulvera veidā) ar augstu bioloģiski aktīvo vielu koncentrāciju (Meiyazhagan, 2012) un piedāvāt tirgum mūsdienīgas pasaulē pieprasītas izejvielas (Ofori, 2012). Briežu asinis iegūst fermās audzētu briežu kaušanas procesā. Cīpslas iegūst saimniecībās audzētu briežu un medībās iegūtu briežu gaļas pirmapstrādes procesā. Jāatzīst, ka asiņu produkti Baltijas tirgū pazīstami jau sen, joprojām aptiekās atrodami tādi iecienīti produkti kā "Hematogens", tomēr lielākā daļa šāda tipa produktu satur daudz cukura un nav lietojama, piemēram, I un II tipa diabēta pacientiem.

Savukārt, asinis ir dabisks dzelzs avots, kas nepieciešams sievietēm reproduktīvā vecumā, bioloģiski aktīvo vielu komplekss organisma darba spēju reģenerēšanai paaugstinātas slodzes apstākļos, skābekļa patēriņa optimizācijai (sportistiem, lai paātrinātu un veicinātu atjaunošanās procesu) (Xu, 2014), reproduktīvo funkciju atjaunošanai. Asinis sastāv no plazmas un asins šūnām. Plazma satur plazmas olbaltumvielas (albumīnu, globulīnu, fibrinogēnu), lipoproteīnus un citas uzturvielas, kā arī neorganiskos sāļus, skābekli, hormonus, fermentus, antivielas un šūnu metabolītus. Asins šūnas ietver sarkanās asins šūnas, baltās asins šūnas un trombocītus.



Zīdītāju asinīm ir koagulācijas mehānisms. Kad trombocīti plīst, tie sarecēs ūdenī šķīstošo fibrīnu un asins šūnas plazmā, veidojot asins kūkas, un atlikušo caurspīdīgo šķidrumu sauc par serumu.

### **Asins komponenti dzīvniekiem**

1L plazmas satur 900-910g ūdens (90% - 91%). 65-85g proteīna (6,5% – 8,5%) un 20g zemas molekulmasas vielas (2%) Mazmolekulārās vielās ir daudz elektrolītu un mazu organisko savienojumu, piemēram, metabolīti un dažī citi hormoni. Elektrolītu saturs plazmā būtībā ir tāds pats kā audu šķīdumā.

Asinis satur dažādas uzturvielas, piemēram, neorganiskos sāļus, skābekli, šūnu metabolītus, hormonus, fermentus un antivielas, kas var barot audus, regulēt orgānu darbību un aizsargāties pret kaitīgām vielām.

### **Plazmas proteīns un hemoglobīns**

Plazmas proteīna pulveris ir pulverveida produkts, kas izgatavots no dzīvnieku asiņu plazmas, kas atdalīta no sarkanajām asins šūnām pēc žāvēšanas ar aerosolu. Tas satur 78% kopproteīna, sagremojamību vairāk nekā 90%, lizīnu 7%, un citas aminoskābes ir bagātas un sabalansētas.

Hemoglobīns ir pulverveida produkts, kas izgatavots no sarkanajām asins šūnām, kas atdalītas no dzīvnieku asinīm (parasti cūku vai govju asinīm) pēc žāvēšanas ar aerosolu.

### **Asins ražošanas process**

Antikoagulācijas dzīvnieku asinis – centrifugēšana (izmantojot centrifūgas aprīkojumu).

Asins šūnu šķīdums – žāvēšana ar aerosolu – asins šūnu proteīna pulveris.

Plazmas šķīdums – ultrafiltrācija (membrānas filtrs) – izsmidzināšanas žāvēšana – plazmas proteīna pulveris.

Asins preparātu aktualitāti pierāda tā pielietojums uztura bagātinātājos un medicīnā. Kā piemērs, preparāts Actovegin Forte ir proteīnu nesaturošs asiņu ekstrakts, kas uzlabo skābekļa uzņemšanu un izmantošanu, veicinot barojošo vielu nokļūšanu šūnās. Tiek paātrināta asins plūsma caur smadzenēm, kā rezultātā veicina lielāku enerģijas pieplūdi smadzenēm un uzlabo atmiņu. Preparāts tiek lietotas smadzeņu vielmaiņas un cirkulācijas traucējumu, kā arī diabētiskas polineuropātijas ārstēšanai.

Asins pulveris ir liofilizētas asinis ar minimālu ūdens saturu tajās. Šādi sagatavotas asinis ir viegli uzglabājamās, dozējamas un izmantojamas dažādās pārtikas un medicīnisku preparātu receptūrās. Asins pulverim ir tumši sarkana krāsa, tas ir viegli birstošs pulveris ar mazu beramo blīvumu, viegli padodas deformācijai un sablīvēšanai. Liofilizācija ir sērijveida process, kas ir laikietilpīgs un energoietilpīgs. Neoptimizēts žāvēšanas cikls var izraisīt vēl ilgāku žāvēšanas laiku un sabojāt izstrādājumu. Lai izstrādātu optimizētu liofilizēto žāvēšanas ciklu, ir svarīgi saprast parauga kritiskās īpašības. Liofilizēto preparātu kritiskās īpašības ir zāļu stabilitāte un izmantoto palīgvielu īpašības, kā arī gala preparāta sabrukšanas temperatūra.

Latvijā audzētu briežu asins bioloģiski aktīvo vielu sastāvs ir augstāks kā audzētu liellopu asins sastāvs (A.Jemeljanovs, 2008), kas to padara par labu izejvielu asins produktu ieguvei.



## Kolagēns

Attiecībā uz kolagēna tirgu pasaulē, paredzams tā pieaugums. Lai arī lielākais kolagēna tirgus segments saistās ar haizivs skrimšļaudiem un produktiem no citiem ūdens organismiem, arī briežu skrimšļaudos (ausīs, ribās, lāpstiņās, kā arī deguna starpsienā) un cīpslās atrodas vērtīgas bioaktīvas vielas (Gomez-Guillen, 2011).

Kolagēna peptīdi pamatā ir orientēti iekšķīgai lietošanai:

- a) novecošanās aizkavēšanai;
- b) dažādu locītavu slimību un bojājumu profilaksei un atjaunošanai;
- c) sportistiem atjaunošanās procesu veicināšanai, muskuļu fascijas, cīpslu atjaunošanai;
- d) ādas novecošanās novēršanai un elastības saglabāšanai (Zhang, H. 2014).

Kolagēns ir svarīgākais proteīns cilvēka organismā, kas veido 25-35% no cilvēkā esošajām olbaltumvielām, tas lielā daudzumā ir atrodams ādā, nagos, skrimšļos, asinsvadu sienīņās, kaulos, smaganās u.c. Ja dzīves sākumā organisms spēj veiksmīgi saražot visu nepieciešamo kolagēna daudzumu, tad orientējoši no 25 gadu vecuma organisma spēja to saražot samazinās ik gadu vidēji par 1,5%. Ņemot vērā šo apstākli, no 25-30 gadu vecuma katru dienu ir ieteicams papildus uzņemt kolagēnu (Dybka, 2009).

Briežu cīpslu parstrādes produkts – kolagēns ir dabīgs proteīns ar lielu pielietošanas potenciālu. Kolagēns, visizplatītākais proteīns mugurkaulniekiem, veido aptuveni 25% no kopējā mugurkaulnieku proteīna (Ogawa et al., 2004). Identificēti 27 veidi, I tipa kolagēns ir izplatīts saistaudos, piemēram, ādā, kaulos un cīpslās, savukārt II tipa kolagēns ir ekskluzīvs skrimšļos. III tipa kolagēns ir atkarīgs no vecuma, un laika gaitā tā klātbūtne samazinās no 50% ļoti jaunā ādā līdz 5-10%. Citi kolagēna veidi ir specifiski orgāniem un ir sastopami minimālā daudzumā (Schrieber un Gareis, 2007). Starp tiem I tipa kolagēns ir visizplatītākais saistaudos, veidojot trīskāršu spirāles struktūru ar aptuveni 1000 glicīna, 360 prolīniem un 300 hidroksiprolīniem (Gelita Group, 1999).

Pateicoties savai telpiskajai struktūrai un lielajai molekulmasai, dabiskais kolagēns dabiski nešķīst ūdenī. Ekstrakcija ietver proteīna ķēdes daļēju un kontrolētu hidrolīzi, kam seko ekstrakcija ar siltu ūdeni, kā rezultātā tiek iegūts šķīstošs hidrolizēts kolagēns. Parasti rūpnieciski iegūts kolagēns plaši tiek lietots pārtikas, kosmētikas un medicīnas nozarēs. Kolagēns nav vienota viela, bet drīzāk ir olbaltumvielu grupa. Tā ir dabiski sastopamu proteīnu grupa, kas atrodama dzīvniekiem, īpaši zīdītāju gaļā un saistaudos. Pārtikas vai uztura vajadzībām kolagēns tiek sadalīts želatīnā, ko var tālāk sadalīt hidrolizētā kolagēnā. Hidrolizēts kolagēns ir polipeptīdu kompozīts, kas iegūts, turpmāk hidrolizējot denaturētu kolagēnu vai želatīnu, un molekulmasa ir robežās no aptuveni 500 līdz 25000 Da. Hidrolizētā želatīna molekulu peptīdu saišu daļas hidrolīzes rezultātā ir apzināti samazināta molekulmasa un molekulu izmērs. Tas ļaus hidrolizētajam kolagēnam izšķīdināt aukstā ūdenī un vairs nesažēlēs, bet joprojām ir virsmaktīvās īpašības. Hidrolizēta kolagēna apstrādē iesaistītie procesi ir demineralizācija, kolagēna ekstrakcija līdz želatīnam, fermentatīvā hidrolīze, lai iegūtu hidrolizētu kolagēnu, jonu apmaiņa, filtrēšana, iztvaicēšana, sterilizācija un visbeidzot žāvēšana. Iepriekšējā pētījumā liels skaits pētījumu bija vērsti uz kolagēna vai želatīna fermentatīvo hidrolīzi bioaktīva peptīda ražošanai. Tomēr pētījumi, kas koncentrējas uz hidrolizēta kolagēna procesa attīstību, joprojām ir ierobežoti. Hidrolizēta kolagēna nozīmi mūsdienās nevar noliegt, jo to var droši lietot uzturā visi cilvēki. Hidrolizētā kolagēna organoleptiskās īpašības padara to par piemērotu sastāvdaļu lietošanai pārtikā, dzērienos un uztura bagātinātājos. Hidrolizēts kolagēns ir sadalīts hidrolīzes procesā, lai to varētu vieglāk sagremot, lietojot uztura bagātinātājos un pārtikā. Tas ir arī viegli sagremojams, jo tas var



uzsūkties mazos peptīdos asinīs (Iwai et al., 2005). Locītavu un kaulu veselībai ir pierādīts, ka 10 g kolagēna hidrolizāta ikdienas uzņemšana samazina locītavu sāpes (Moskowitz, 2000) un palielina kaulu masas blīvumu pēc 4-24 nedēļām (Nomura et al., 2005; Wu et al., 2004). Turklāt to plaši izmanto arī svāra kontroles diētā, uztura produktos un kosmētikā.

## Briežu mīkstie ragi

Briežu ragi ir unikāli, jo katru gadu tie tiek nomesti un katru gadu tie pilnībā ataug no jauna. Tā ir vienīgā zīdītāju struktūra, kas katru gadu atjaunojas. Tie var sasniegt svaru, kas pārsniedz 15 kg un garumu vairāk nekā 80 cm 3,5 mēnešu laikā (Gaspar-López et al. 2010; Gomez et al. 2013). Diennakts augšanas ātrums 1–3 cm garumā, tie var diennakts laikā generēt vairāk nekā 20 cm<sup>2</sup> jaunu ādu (Landete-Castillejos et al., 2019).

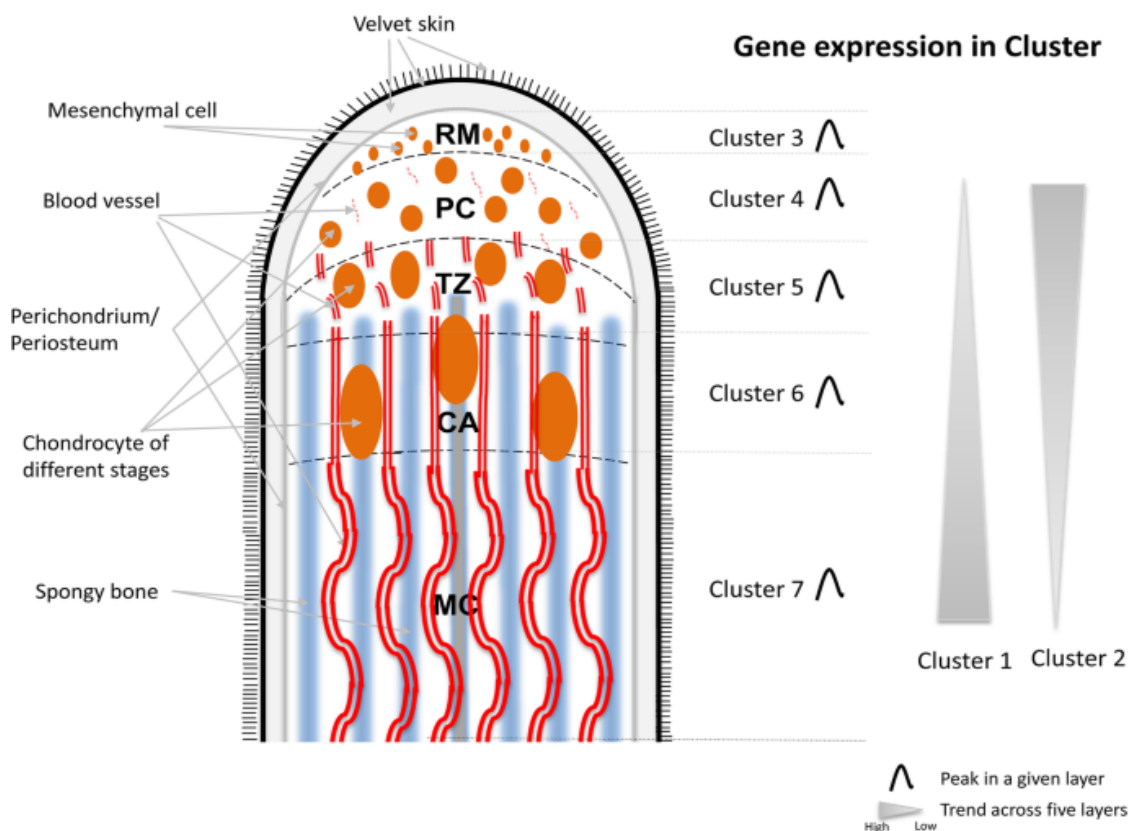
Briežu mīkstos ragus un to preparātus plaši izmanto tradicionālajā austrumu medicīnā: žāvētus, sagrieztus plāksnītēs, pulvera formā, rīsu vīna ekstraktā un maisījumos ar citām komponentēm. Mūsdienās mīkstos briežu ragus pielieto tādu slimību ārstēšanā kā augsts holesterīna līmenis, migrēna, osteoporoze, muskuļu sāpes un sāpes, astma, gremošanas traucējumi, aukstas rokas un kājas, ar aknām un nierēm saistīti traucējumi, hroniskas ādas čūlas vai čūlas, hiperaktīvs urīnpūslis un sāpes vai vāja muguras lejasdaļa un ceļi. Austrumu medicīnā tie tiek lietoti, lai cilvēka organismu, lai paaugstinātu enerģijas līmeni, lai pagarinātu mūžu, nervu sistēmas uzlabošanai, lai uzlabotu asinsriti. Moderni mīksto briežu ragu preparāti tiek izmantoti, lai sasniegtu sportiskos rezultātus, paaugstinātu asinsspiedienu, palielinātu dzimumtieksmi, astmas un daudzu citu slimību dēļ, taču nav labu zinātnisku pierādījumu, kas apstiprinātu šo lietojumu.

Saskaņā ar tekstu par Ķīnas medicīnas herboloģiju un farmakoloģiju ķīmiski briežu mīkstie ragi - *Lu Rong* - sastāv no šādām sastāvdaļām: pantokrīns (Pantocrinum), lizofosfatidilholīns, gangliozīds, putrescīns, spermidīns, spermīns, PGE1, PGE2, PGF, hondroitīna sulfāts, androgēns, estradiols, estrons, keramīds, lecītīns, cefalīns, holesterīns, kalcija karbonāts, kalcija karbonāts, cefalīns, lipīdi, gangliofīns magnijs un fosfors. Tie satur vairākas vielas, tostarp sievietu dzimuma hormonu estronu un estradiolu, kā arī vielas, kas var palīdzēt šūnām augt un darboties.

Ragu augšanas ātrums pārsniedz visātrāk augošos audzējus (Landete-Castillejos T et al., 2022). Neskatoties uz to, ir ziņots par tikai dažiem kaulu audzēju gadījumiem briežveidīgajiem, kas liecina par to, ka ātri augošie briežu ragi ir īpaši izturīgi pret audzēju veidošanos. Briežu ragu augšanas sistēma, kurā normālās šūnas izrāda ātru augšanu un dalīšanos, nekļūstot par vēža šūnām, būtu vēlams spēcīgu augšanas faktoru, unikālu signālu pārvades ceļu un jaunu regulācijas sistēmu identificēšanā. Tādējādi briežu ragi ir unikāli šādu prasību nodrošināšanā (skat. 1.1.attēlu) (Hengxing, 2019). Jaunie briežu mīkstie ragi satur augšanas faktoros un IGF-1, kas veicina vēža šūnu augšanu, tai pat laikā mīkstie ragi ekspresē vairākus audzēju nomācošus gēnus, īpaši TP53 gēna kofaktoru un regulatoru gēnus, kas veicina onkoģenēzes kavēšanu (Klētņieks, 2024)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Klētņieks Uģis. Prezentācija "Briežu mīkstie ragi – zināmais un nezināmais. LAD projekts 19-00-A01612-000002". No starptautiska pasākuma "Stalbtiežu un dambriežu bulļu snieguma un ģenētiskās kvalitātes noteikšana 15.-19.07.2024.





1.1.attēls. Brieža mīkstais ragu augšanas procesā

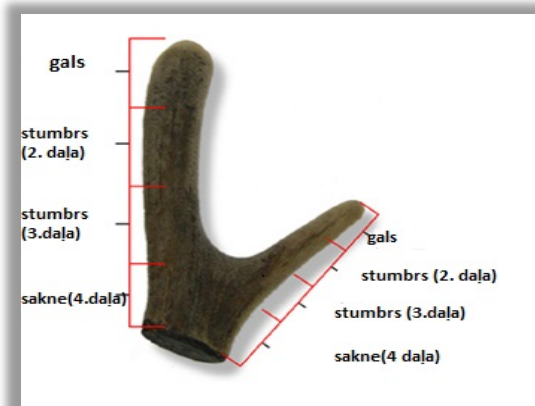
No briežu ragiem iegūtajiem ekstraktiem piemīt antioksidatīva aktivitāte (Tang, 2015) – antioksidatīvai aktivitātei ir būtiska loma dažādu slimību, t.sk., audzēju profilaksē. Briežu ragu produktiem piemīt brūču dzīšanu stimulējoša aktivitāte – tie stimulē šūnu dalīšanos un migrāciju. Glioblastomas (galvas vai smadzeņu audzēja) šūnu kultūrās briežu pantu ekstrakts uzrāda pretvēža aktivitāti (Chonco, Landete-Castillejos, Serrano-Heras, 2021). Norādīts labs ragu ekstrakta pielietojums diviem dažādiem mērķiem – dzīšanai un pretvēža profilaksei.

Zinātniskajā literatūrā norādīta briežu mīksto ragu preparātu iedarbība vēža ārstēšanā, kā piemēram, tie samazina zarnu vēzi pelēm (Fraser et al. 2010), samazina Telomerāzes reversās transkriptāzes gēna ekspresiju un krūts vēža attīstību (Hu et al. 2015), samazina PSA līmeni un prostatas vēža veidošanos (Tang et al. 2015), efektivitāte pret prostatas vēzi salīdzināma ar cis-platīnu (Yang et al. 2017). Publikācijas norāda, ka efektivitāte varētu būt pret daudziem vēža veidiem (Landete-Castillejos et al. 2019). Salīdzinot ar TMZ ķīmijterapijas ārstēšanu, DAV neuzrādīja nevēlamus blakusefektus. Kopumā mūsu dati liecina, ka DAV ekstrakts satur bioaktīvus savienojumus ar audzēju nomācošām īpašībām un var tikt izstrādāts kā vērtīgs terapeitiskais medikaments GB ārstēšanai (Chonco L et al. 2021).

Tā līdzīgi briežu placenta un embriji – potenciāli satur transkripcijas faktorus kuri spēj pārprogrammēt šūnas, nomākt slimību attīstību un veicināt atveseļošanos.



Medicīnā izmanto produktus no jaunu augošu briežu ragiem, kas nav pārkaļķojušies. Visvērtīgākie ir ragu gali. Virzienā uz sakni raga medicīniskā vērtība un cena krītas – skat. 1.2. attēlā.



1.2.attēls. Briežu mīkstā raga vērtības sadalījums.

Briežu ragu mazumtirdzniecības cenas 2009.gadā Honkongā:

Līmenis	Svars	Cena (HK \$)	EUR
Vidējs(atšķirība formā)	1 unce; 37,8g	\$ 250 – \$ 350	30 – 42
Augstākais(laba forma)	1 unce; 37,8g	\$ 350 – \$ 450	42 - 54

Pēc klasiskās tehnoloģijas ražo žāvētas ragu plāksnītes. No mazvērtīgākajām daļām ražo pulveri. Plāksnītes no raga gala ir visdārgākās ar vislielāko noderību medicīnā. Stumbra daļas raga kvalitāte ir zemāka nekā kvalitāte raga galā, diametrs ir lielāks kā plāksnītei no raga gala. Stumbra daļas plāksnītēm ir raupjāka tekstūra, var redzēt porām līdzīgu tekstūru. Medicīniskā efektivitāte un cena šīm plāksnītēm ir zemāka. Uzglabājot ragus (sausos vai plāksnītes) plastmasas maisiņā ledusskapī, bez saskares ar ūdeni, raga kvalitāte nepasliktinās 3-5 gadus.

Galvenās problēmas saistās ar to, ka tirgū esošie produkti tiek piedāvāti nejdzīgām vajadzībām, pieejamie produkti nav standartizēti, to proteīni ir sabojāti. Viens no galvenajiem faktoriem - maz pētījumu.

Šobrīd Latvijā un Eiropā neizmantoto bieža gaļas iegūšanas procesā iegūstamo blakus produktu realizācijas tirgus austrumu (Ķīnas) tirgū ir praktiski neierobežots, t.i. briežu cīpslas, briežu astes, briežu mīkstie ragi un asinis [11]. Pārstrādājot šos blakus produktus – cīpslas kolagēna peptīdos vai briežu mīkstos ragus, astes un asinis pulvera veidā, iegūst dārgas izejvielas farmakoloģijas, kosmetoloģijas produktu un pārtikas piedevu ražošanai. Latvijā ir 112 briežu audzētāvas ar kopējo dzīvnieku skaitu – 14121 staltbrieži (LDC dati uz 01.01.2021.). Gadā gaļā var tikt pārstrādāti / nokauti ap 4000 dzīvnieku. No viena dzīvnieka var iegūt 3-4 litrus asinis, 2-3 kg mīkstos ragus (no buļļiem, kas sastāda apmēram 50% no dzīvnieku skaita), 200-300 gramu cīpslas un 100 gramus astes, kas sastāda kopā 12 000 – 16 000 litru asinis, 4 000 – 6 000 kg mīkstos ragus un 800 – 1 200 kg cīpslas un 400 kg astes. Briežu kaušanas blakus produktus sākuma periodā iespējams iepirkt arī Lietuvā un Polijā, kur staltbriežu daudzums ir attiecīgi 6 000 un 18 000 dzīvnieki.



## 1.2. BRIEŽU GAĻAS UN BLAKUSPRODUKTU – CĪPSLU, ASINS – IEGUVES METODES

Projekta gaitā izstrādāta briežu gaļas un blakusproduktu iegūšanas tehnoloģija un analizēta to kvalitāte 4 briežu audzēšanas saimniecībās ar dažādām kaušanas metodēm.

Pētījuma vietas:

- Medībās – SIA “Dunduru pļavas” Prodes pagastā, Augšdaugavas novadā;
- Stacionārā kautuvē – SIA “Zemitāni” Iršu pagastā, Aizkraukles novadā;
- Mobilā kautuvē – SIA “Māras brieži” Mores pagastā, Siguldas novadā;
- Kautuvē ar fiksācijas iekārtu – ZS “Saulstari-1” Mores pagastā, Siguldas novadā.

Eksperimenta vajadzībām saimniecībās tika atlasīti, atdalīti atsevišķā aplokā un uzturēti pa 15 briežiem. Atstrādātas tehnoloģijas dzīvnieku kaušanai un primāro izejvielu – gaļas, asins, cīpslu – ieguvei medībās, stacionārā kautuvē, mobilā kautuvē, fiksācijas iekārtā. Izstrādāts kaušanas, gaļas un cīpslu, asins iegūšanas, uzglabāšanas un transportēšanas protokols (1.pielikums). No visām saimniecībām tika sagatavoti un nodoti cīpslu un asins paraugi tālākiem pētījumiem projekta partnerim AS “BIOLAT”. Partneru briežkopības saimniecības veikušas treniņus gaļas un blakusproduktu ieguvei atbilstoši izstrādātajam protokolam.

Atšķirīgos kaušanas apstākļos tika iegūtas atšķirīgas kvalitātes un daudzuma izejvielas. Atkarībā no dzīvnieku dzimuma, vecuma, sezonas, mainās bioloģiski aktīvo vielu daudzums dzīvnieku organismā, kas būtiski ietekmē iegūto produktu pielietojamību farmācijas, kosmētikas, pārtikas blakusproduktu industrijā.

Gaļas un kaušanas blakusproduktu ieguve un atšķirīgie apstākļi salīdzināti 1.3.attēlā.

Kaušanas metode	Šāviena vieta/ apdullināšanas vieta	Atasiņošanas metode	Atasiņošanas laiks pēc šāviena	Eviscerācija		Dīrāšana	Transportēšana uz kautuvi (pirmapstrādes vietu) pēc šāviena		Transportēšanas veids	Projekta vajadzībām iegūstamie produkti
				Pirms vai pēc dīrāšanas	Laiks pēc šāviena min.		Laiks pēc šāviena min.	Laiks		
<b>Medības</b>	Krūšu kurvī Kakls	Kakla artēriju pārgriešana	10-20 min	Pirms dīrāšanas	20	60	1 st.	Apkārtējās vides temperatūra	Guļus ar atvērtu vēdera dobumu	Cīpslas, gaļa ar īsu uzglabāšanas termiņu
B dzinējmedības				Pirms dīrāšanas	40	4-6 st.				
<b>Stacionāra kautuve + apdullināšana uz lauka</b>	Galva	aortas atvēršana	~3 min	Pēc dīrāšanas	40	30	15 min	Apkārtējās vides temperatūra	Guļus	Gaļa, cīpslas, asinis
<b>Mobilā kautuve + apdullināšana uz lauka</b>	Galva	aortas atvēršana + elektrostimulācija	~1 min	Pēc dīrāšanas	30	20	7 min	Apkārtējās vides temperatūra	Vertikāli pakārts aiz pakaklējām	Gaļa, cīpslas, asinis
<b>Fiksācijas iekārta + mobilā kautuve</b>	Galva	aortas atvēršana + elektrostimulācija	~20 sek.	Pēc dīrāšanas	20	10	3 min	Apkārtējās vides temperatūra	Guļus	Gaļa, cīpslas, asinis

1.3. attēls. Produktu iegūšanas apstākļi.



## Tehnoloģijas apraksts briežu ieguvei medībās

### 1. DZĪVNIIEKI MEDĪBĀS

Medībās šauj pa skaidri redzamu dzīvnieku, iepriekš novērtējot tā veselības stāvokli – izturēšanos, kustības, izskatu.

Briežus šauj medību noteikumos atļautajos termiņos atbilstoši izsniegtajām atļaujām. Pēc nošaušanas tos apzīmē ar individuālu savilcēju.

### 2. ŠAUSĀNA

Šāvieni veic ar medību noteikumiem atbilstoša kalibra ieroci parasti tēmējot krūšu kurvī, retāk kaklā.

Pēc veiksmīga trāpījuma krūšu kurvī dzīvnieks parasti vēl noiet 50-150 m. Dzinēju medībās kritušo dzīvnieku meklē pēc mastu beigām – parasti pēc 30 – 60 min. Medībās uz gaidi pēc dzīvnieka dodas ~10-15 min pēc šāviena.

### 3. ATASIŅOŠANA

Dzīvnieka atasiņošana klasiskajā izpratnē praktiski nav iespējama, jo tā sirdsdarbība ir apstājusies. Piespiedu atasiņošanu var veikt izmantojot impulsveida elektro-stimulāciju.

Dzīvnieka pakaļdaļu novieto augstāk par priekšdaļu, pārgriež artērijas kakla un krūšu kurvja saskares vietā virs krūšu kaula veicot 2 griezienus sirds virzienā un pievienojot elektrostimulatora elektrodus pie plakstiņa un anusa. Elektrostimulāciju veic ~ 2 min.

### 4. EVISCERĀCIJA

Eviscerāciju parasti veic dzīvnieka krišanas vietā.

Pārgriež ādu no starpenes līdz krūšu kaulam. Veic 10-15 cm dziļu griezienu ap taisno zarnu, pavelkot to uz āru, aizsien ar plastmasas savilcēju. Atgriež vēdera sienu un izņem vēdera dobuma saturu uz zemes. Akna paliek vēdera dobumā un diafragmā veic iegriezumu, lai varētu notecināt asinis no krūšu kurvja.

No meža kritušo briedi transportē uz pirmapstrādes vietu, parasti medību beigās.

### 5. ĀDAS NOVILKŠANA

Pirmapstrādes vietā vai kautuvē medījuma atdala ādu no tarsālām un karpālām locītavām, pie ceļa locītavām atdala visas 4 kājas (paliek saistītas ar pārējo ādu). Atdala galvu pie galvaskausa pamatnes. Pārgriež ādu uz kakla līdz krūšu kurvja pamatnei un no viduslīnijas uz visu četru kāju atgrieztajām locītavām. Kautķermeni aiz pakaļkājām pakar pie telfera un ar ķēžu-ruļļa mehānismu novelk ādu. Atver krūšu kurvi un izņem iekšējos orgānus vetārsta apskatei.





Kautķermeni aiz pakaļkājām pakar pie telfera, pārgriež ādu pa vēdera viduslīniju no kakla līdz ānūsam un no viduslīnijas uz visu četru kāju atgrieztajām locītavām. Manuāli vai ar ķēžu-ruļļa mehānismu novelk ādu. Atbrīvo peni no ādas un tā galu ietin papīra salvetē.

Ādas atdalīšanai no kautķermeņa izmanto dezinficētus nažus.

Obligāti jālieto sejas maskas, priekšauti, uzroči un cepures. Ar cimdiem nepieskaras kautķermeņa virsmai. Seko, lai kautķermeņa virsma nesaskartos ar ādas spalvaino daļu.

## 6. DZESĒŠANA

Liemeņi ievieto ātrās atdzesēšanas kamerā (0 - +2°C) ar gaisa piespiedu cirkulāciju uz 1 stundu un tālāk dzesēšanas telpā (0 - +2°C) uz 20-24 stundām.

Attālumam starp liemeņiem dzesēšanas kamerā jānodrošina optimāla gaisa cirkulācija. Dzesēšanas laikā liemeņi nedrīkst saskarties.

## 7. DARBA DROŠĪBAS UN HIGIENAS PRASĪBAS

Visas darbības ar dzīvniekiem kautuvē veic ne mazāk kā 2 apmācīti darbinieki izmantojot spectērpus un lietojot dezinfekcijas līdzekļus: vienreiz lietojami spectērpi - kombinezoni, uzroči, sejas maskas, cimdi, cepures. Spectērpi, kas mazgājami un dezinficējami pēc katras lietošanas reizes – priekšauti, metāla aizsargcimdi, zābaki.

Dezinfekcijai izmanto tādus mazgāšanas – dezinfekcijas līdzekļus, pēc kuru lietošanas darba virsmas, iekārtas un instrumentus nav jāskalo ar ūdeni.

Telpu dezinficēšanai papildus mazgāšanas un ķīmiskajiem līdzekļiem izmanto UV lampas un ozonatorus.

Ūdens lietošana darba virsmu, iekārtu, instrumentu un darba cimdu tīrīšanai pēc dezinficēšanas aizliegta.

Ūdens lietošana kautķermeņa tīrīšanai un zāģēšanas procesā aizliegta. Kautķermeņa tīrīšanai lietot spirta salvetes.



## **Tehnoloģijas apraksts briežu kaušanai mobilajā un stacionārajā kautuvē ar apdullināšanu šaujot uz lauka**

### **1. DZĪVNIIEKI KAUŠANAI**

Kaušanai izmanto saimniecībās audzētus dzīvniekus.

Saimniecība ir veterinārā pārraudzībā, dzīvnieki reģistrēti Lauksaimniecības datu centrā (LDC) un tiem piešķir identifikācijas Nr. pēc nonākšanas kautuvē, ja tāds nav pirms apdullināšanas.

### **2. APDULLINĀŠANA**

Aplokā vizuāli novērtē dzīvniekus un izvēlas kaušanai piemērotos. Ja iespējams, tos atdala atsevišķā aplokā un bez barošanas notur 10 stundas.

Dzīvnieku šaušanai izvēlas sausu, ar zāli vai sienu klātu aploka daļu.

Šāvienu veic dzīvniekam atrodoties stāvus vai guļus galvas rajonā virs vai aiz auss. Šaujamo kalibrs nodrošina dzīvnieka apdullināšanu.

Nekavējoties pēc šāviena pārbauda apdullināšanas efektivitāti pieskaroties acs ābolam – ja reaģē, šāvieni atkārtoti.

### **3. ATASIŅOŠANA**

Atasiņošanu sāk iespējami ātri pēc apdullināšanas – ne vēlāk kā 30-40 sekunžu laikā.

Dzīvnieka ķermeni atasiņošanai vēlams novietot uz slīpas virsmas ar galvu uz leju. Atasiņošanu veic, atgriežot ādas gabalu kaklā pie krūšu kaula (~ 10x10 cm) un pārgriežot artērijas ar diviem griezieniem sirds virzienā uz abām pusēm no viduslīnijas (nepārgriezt traheju un barības vadu).

Pilnīgākai atasiņošanai vēlams izmantot impulsveida elektro-stimulāciju. Dzīvnieka atasiņošanai izmanto divus nažus. Vienu nazi izmanto ādas atdalīšanai, otru artērijas pārgriešanai. Katru nazi pēc lietošanas mazgā un dezinficē.

Asinis savāc tvertnē. Asiņu savākšanai pārstrādes vajadzībām var lietot dobo nazi ar antikoagulācijas cauruli un konteineru, kas paredzēts saskarei ar pārtikas produktiem.

Uz kautuvi (pirmapstrādes vietu) briedi transportē pakārtu aiz pakaļkājām (pie traktora frontālā iekrāvēja) vai uz slīpas virsmas (automašīnas kravas kastē) 10 – 20 min laikā pēc šāviena.

Lai novērstu apkārtējās vides piesārņošanu ar asinīm, pirms transportēšanas dzīvnieka galvu un kaklu, ieskaitot atasiņošanas vietu, ievieto PE maisā, ko nostiprina pie priekšējām.



#### 4. ĀDAS NOVILKŠANA.

Atdala ādu no tarsālām un karpālām locītavām, pie ceļa locītavām atdala visas 4 kājas (paliek saistītas ar pārējo ādu). Pārgriež ādu uz kakla no krūšu kaula līdz žokļiem, atdala barības vadu no saistaudiem un aizsien ar plastmasas savilcēju un nogriež pie rīkles. Nogriež asti un ādu pie ānusa. Veic 10-15 cm dziļu griezienu ap taisno zarnu, pavelkot to uz āru, aizsien ar plastmasas savilcēju. Atdala ādu galvaskausam pie apakšžokļa, nogriež ausis. Bulliem atgriež ādu ap ragiem.

Kautķermeni aiz pakājkājām pakar pie telfera, pārgriež ādu pa vēdera viduslīniju no kakla līdz ānusam un no viduslīnijas uz visu četru kāju atgrieztajām locītavām. Manuāli vai ar ķēžu-ruļļa mehānismu novelk ādu. Atbrīvo peni no ādas un tā galu ietin papīra salvetē.

Darbībās ar ādas pārgriešanu izmanto vienus dezinficētus nažus. Ādas atdalīšanai no kautķermeņa izmanto citus dezinficētus nažus. Obligāti jālieto sejas maskas, priekšauti, uzroči un cepures. Ar cimdkiem nepieskaras kautķermeņa virsmai. Seko, lai kautķermeņa virsma nesaskartos ar ādas spalvaino daļu.

#### 5. EVISCERĀCIJA

Aiz pakājkājām pie stieņa pakārto kautķermeni bez ādas pārvieto pa stieni no ādas novilkšanas (netīrās) zonas uz eviscerācijas (tīro) zonu.

Ar rokas zāģi no kautķermeņa labās un kreisās kājas puses pārzāģē simfīzes kaulu un izgriež kopā ar peni un sēkliniekiem. Pa vēdera viduslīniju atver vēdera un krūšu dobumus, pilnībā pārgriežot ribu savienojumus un krūšu kaulu (vecākiem dzīvniekiem krūšu kaula pārgriešanai ieteicams lietot zāģi); izņem vēdera un krūšu dobuma orgānus sākot no taisnās zarnas un urīnpūšļa (sekot, lai neiztek urīns vēdera dobumā), atgriežot diafragmu pie ribām, kā arī trahejas un barības vada saistaudus kakla daļā. Nogriež galvu.

Iekšējos orgānus un galvu sagatavo veterinārārsta apskatei.

Veic liemeņa sauso apkopi - varbūtējos smērējumus noslauka ar spirta salveti, pielipušo spalvu nokasa ar nazi.

Ja eviscerāciju veic tie paši darbinieki, kas ādas novilkšanu, tiem jāmaina spectērpus, tai skaitā apavus un darbā jālieto jauni dezinficēti naži.

#### 6. DZESĒŠANA

Liemeni ievieto ātrās atdzesēšanas kamerā (0 - +2°C) ar gaisa piespiedu cirkulāciju uz 1 stundu un tālāk dzesēšanas telpā (0 - +2°C) uz 20-24 stundām.

Attālumam starp liemeņiem dzesēšanas kamerā jānodrošina optimāla gaisa cirkulācija. Dzesēšanas laikā liemeņi nedrīkst saskarties.



## 7. DARBA DROŠĪBAS UN HIGIENAS PRASĪBAS

Visas darbības ar dzīvniekiem kautuvē veic ne mazāk kā 2 apmācīti darbinieki izmantojot spectērpus un lietojot dezinfekcijas līdzekļus: vienreiz lietojami spectērpi - kombinezoni, uzroči, sejas maskas, cimdi, cepures. Spectērpi, kas mazgājami un dezinficējami pēc katras lietošanas reizes – priekšauti, metāla aizsargcimdi, zābaki.

Dezinfekcijai izmanto tādus mazgāšanas – dezinfekcijas līdzekļus, pēc kuru lietošanas darba virsmas, iekārtas un instrumentus nav jāskalo ar ūdeni. Telpu dezinficēšanai papildus mazgāšanas un ķīmiskajiem līdzekļiem izmanto UV lampas un ozonatorus.

Ūdens lietošana darba virsmu, iekārtu, instrumentu un darba cimdu tīrīšanai pēc dezinficēšanas aizliegta.

Ūdens lietošana kautķermeņa tīrīšanai un zāģēšanas procesā aizliegta.

Kautķermeņa tīrīšanai lietot spirta salvetes.

## Tehnoloģijas apraksts briežu kaušanas fiksācijas iekārtā

### 1. DZĪVNIEKI KAUŠANAI

Kaušanai izmanto saimniecībās audzētus dzīvniekus. Saimniecība ir veterinārā pārraudzībā, dzīvnieki reģistrēti Lauksaimniecības datu centrā (LDC) un ir individuāli apzīmēti.

Kaušanai atlasītos dzīvniekus ievieto kautuves atpūtināšanas telpā, mazgā vēderus ar ūdeni un bez barošanas atpūstina ne mazāk kā 10 stundas. Nodrošina dzeramo ūdeni.

### 2. APDULLINĀŠANA

Dzīvniekus pa vienam novirza uz fiksācijas iekārtu. Fiksācijas iekārta pirms kaušanas iztīrīta un dezinficēta.

Fiksēto dzīvnieku apdullina ar triecienpistoli. Apdullināšanas efektivitāti pārbauda pieskaroties acs ābolam – ja reaģē, apdullināšanu atkārto.

Kautuvē jābūt rezerves triecienpistolei.



### 3. ATASIŅOŠANA

Pēc apdullināšanas dzīvnieka ķermeni atasiņošanai novieto uz slīpas redeļu virsmas ar galvu uz leju.

Atasiņošanu veic atgriežot ādas gabalu kaklā pie krūšu kaula (~ 10x10 cm) un pārgriežot artērijas ar diviem griezieniem sirds virzienā uz abām pusēm no viduslīnijas (nepārgriezt traheju un barības vadu).

Pilnīgākai atasiņošanai vēlams izmantot impulsveida elektro stimulāciju.

Dzīvnieka atasiņošanai izmanto divus nažus. Vienu nazi izmanto ādas atdalīšanai, otru artērijas pārgriešanai. Katru nazi pēc lietošanas mazgā un dezinficē.

Asinis savāc tvertnē. Asiņu savākšanai pārstrādes vajadzībām var lietot dobo nazi ar antikoagulācijas cauruli un konteineru.

### 4. ĀDAS NOVILKŠANA

Atdala ādu no tarsālām un karpālām locītavām, pie ceļa locītavām atdala visas 4 kājas (paliek saistītas ar pārējo ādu). Pārgriež ādu uz kakla no krūšu kaula līdz žokļiem, atdala barības vadu no saistaudiem un aizsien ar plastmasas savilcēju un nogriež pie rīkles. Nogriež asti un ādu pie ānusa. Veic 10-15 cm dziļu griezienu ap taisno zarnu, pavelkot to uz āru, aizsien ar plastmasas savilcēju. Atdala ādu galvaskausam pie apakšžokļa, nogriež ausis. Bulliem atgriež ādu ap ragiem.

Kautķermeni aiz pakaklējām pakar pie telfera, pārgriež ādu pa vēdera viduslīniju no kakla līdz ānusam un no viduslīnijas uz visu četru kāju atgrieztajām locītavām. Manuāli vai ar ķēžu-ruļļa mehānismu novelk ādu. Atbrīvo peni no ādas un tā galu ietin papīra salvetē.

Darbībās ar ādas pārgriešanu izmanto vienus dezinficētus nažus. Ādas atdalīšanai no kautķermeņa izmanto citus dezinficētus nažus. Obligāti jālieto sejas maskas, priekšauti, uzroči un cepures. Ar cimdiem nepieskaras kautķermeņa virsmai. Seko, lai kautķermeņa virsma nesaskartos ar ādas spalvaino daļu.

### 5. EVISCERĀCIJA

Aiz pakaklējām pie stieņa pakārto kautķermeni bez ādas pārvieto pa stieni no ādas novilkšanas (netīrās) zonas uz eviscerācijas (tīro) zonu.

Ar rokas zāģi no kautķermeņa labās un kreisās kājas puses pārzāģē simfizes kaulu un izgriež kopā ar peni un sēkliniekiem.

Pa vēdera viduslīniju atver vēdera un krūšu dobumus pilnībā pārgriežot ribu savienojumus un krūšu kaulu (vecākiem dzīvniekiem krūšu kaula pārgriešanai ieteicams lietot zāģi); izņem



vēdera un krūšu dobuma orgānus sākot no taisnās zarnas un urīnpūšļa (sekot, lai neiztek urīns vēdera dobumā), atgriežot diafragmu pie ribām kā arī trahejas un barības vada saistaudus kakla daļā. Nogriež galvu.

Iekšējos orgānus un galvu sagatavo veterinārārsta apskatei. Veic liemeņa sauso apkopi - varbūtējos smērējumus noslauka ar spirta salveti, pielipušo spalvu nokasa ar nazi.

Ja eviscerāciju veic tie paši darbinieki, kas ādas novilkšanu, tiem jāmaina spectērpus, tai skaitā, apavus un darbā jālieto jauni dezinficēti naži.

## 6. DZESĒŠANA

Liemeni ievieto ātrās atdzesēšanas kamerā (0 - +2°C) ar gaisa piespiedu cirkulāciju uz 1 stundu un tālāk dzesēšanas telpā (0 - +2°C) uz 20-24 stundām.

Attālumam starp liemeņiem dzesēšanas kamerā jānodrošina optimāla gaisa cirkulācija. Dzesēšanas laikā liemeņi nedrīkst saskarties.

## 7. DARBA DROŠĪBAS UN HIGIENAS PRASĪBAS

Visas darbības ar dzīvniekiem kautuvē veic ne mazāk kā 2 apmācīti darbinieki, izmantojot spectērpus un lietojot dezinfekcijas līdzekļus: vienreiz lietojami spectērpji - kombinezoni, uzroči, sejas maskas, cimdi, cepures. Spectērpji, kas mazgājami un dezinficējami pēc katras lietošanas reizes – priekšauti, metāla aizsargcimdi, zābaki.

Dezinfekcijai izmanto tādas mazgāšanas – dezinfekcijas līdzekļus, pēc kuru lietošanas darba virsmas, iekārtas un instrumentus nav jāskalo ar ūdeni.

Telpu dezinficēšanai papildus mazgāšanas un ķīmiskajiem līdzekļiem izmanto UV lampas un ozonatorus.

Ūdens lietošana darba virsmu, iekārtu, instrumentu un darba cimdu tīrīšanai pēc dezinficēšanas aizliegta.

Ūdens lietošana kautķermeņa tīrīšanai un zāģēšanas procesā aizliegta. Kautķermeņa tīrīšanai lietot spirta salvetes.





### 1.3. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTU – ASTES, EMBRIJI, PLACENTAS – IEGUVE

#### Briežu astes

Briežu astes var savākt no visu dzimumu un vecumu briežu kautķermeņiem, kas iegūti medībās, šaujot uz lauka vai kaujot kautuvē, fiksācijas iekārtā un atzīti par derīgiem lietošanai pārtikā.

Astes ar visu ādu atdala no kautķermeņa, notīra iespējamajos ādai pielipušos netīrumus (sausā apstrāde, spirta salvetes), sasaldē  $-18^{\circ}$  –  $-20^{\circ}$  C temperatūrā.

Tālākai uzglabāšanai un transportēšanai fasē vakuuma PE maisos pa 5-10 gab. atkarībā no pasūtījuma. Literatūrā rekomendētais uzglabāšanaslaiks sasaldētā veidā - 2 gadi.

Transportē  $-18^{\circ}$  –  $-20^{\circ}$  C temperatūrā.

Transportēšanas pavaddokumentā norāda:

1. Blakusproduktu īpašnieku – fiziska vai juridiska persona
2. Astu ieguves saimniecības novietnes Nr.
3. Kautuves reģistrācijas Nr.
4. Dzīvnieku, no kuriem iegūtas astes, individuālos Nr.
4. Kautuvi vai pirmapstrādes vietu un apstrādes laiku – dd/mm/gg, pl.----.
5. Pilnvarotā vetārsta vai apmācītas personas atzinumu par nokauto dzīvnieku, no kuriem iegūtas astes, gaļas derīgumu pārtikai (pievieno kopiju).
6. Astu konteineru (spainīšu) skaitu un svaru kg.
7. Īpašnieka vai pilnvarotā pārstāvja vārds, uzvārds, paraksts, datums.

#### Briežu embriji un placentas

Briežu embrijus un placentu var iegūt briežu kaušanas procesā, kaujot briežus kautuvē vai šaujot uz lauka no briežu govīm, kuru gaļa atzīta par derīgu lietošanai pārtikā.

Saskaņā ar medību noteikumiem briežu govīs drīkst medīt no 15.augusta līdz 31.janvārim, tādējādi iespējams iegūt embrijus laikā no 15.novembra līdz 31.janvārim.

Pēc brieža vēdera dobuma atvēršanas no iekšējiem orgāniem atdala dzemdi ar placentu un embriju, ievieto PE maisā, atdzesē  $+2^{\circ}$  –  $+4^{\circ}$  C temperatūrā, vakuumā un sasaldē uzglabāšanai  $-18^{\circ}$  –  $-20^{\circ}$  C temperatūrā. Rekomendētais uzglabāšanas laiks sasaldētā veidā - 1 gads.

Pārstrādei transportē pie temperatūras  $-18^{\circ}$  –  $-20^{\circ}$  C ar pavaddokumenti, kur norādīts:

1. Blakusproduktu īpašnieku – fiziska vai juridiska persona
2. Embriju/ placentu ieguves saimniecības novietnes Nr.
3. Kautuves reģistrācijas Nr.
4. Dzīvnieku, no kuriem iegūti embriji/ placentas, individuālos Nr.
4. Kautuvi vai pirmapstrādes vietu un apstrādes laiku – dd/mm/gg, pl.----.
5. Pilnvarotā vetārsta vai apmācītas personas atzinumu par nokauto dzīvnieku, no kuriem iegūti embriji/ placentas, gaļas derīgumu pārtikai (pievieno kopiju).
6. Embriju/ placentu konteineru (spainīšu) skaitu un svaru kg.
7. Īpašnieka vai pilnvarotā pārstāvja vārds, uzvārds, paraksts, datums.



## 1.4. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA – CĪPSLU – IEGUVES TEHNOLOĢIJAS APRAKSTS

### IEGŪSTAMĀIS MATERIĀLS

Staltbriežu priekšējo un pakaļkāju apakšstilbu cīpslas.

Izmantojamas cīpslas no visu vecumu un abu dzimumu briežiem.

### BRIEŽI CĪPSLU IEGUVEI IEGŪSTAMI:

1. medību procesā savvaļā;
2. šaujot aplokos briežu saimniecībās;
3. kaujot kautuvē;
4. briežu saimniecībās tiešā pirmapstrādes vietas tuvumā;

Briežu ieguves termiņš:

medībās - atļautajos medību termiņos,  
briežu saimniecībās - visu gadu.

### CĪPSLU IEGUVE

Cīpslas iegūst no veselīgiem dzīvniekiem, kuru gaļu atļauts lietot pārtikā. Gaļas derīgumu lietošanai pārtikā apliecina:

- medībās, medījumu pirmapstrādes vietās – apmācīta persona,
- kautuvēs – pilnvarots veterinārārsts.

Nokautam vai nomedītam briedim atdala kājas ar ādu pie ceļa locītavām.

No kājām novelk ādu to pārgriežot pa kājas aizmuguri no ceļa locītavas līdz atnadžiem. Cīpslas kopā ar atnadžiem atdala no briežu apakšstilbiem. No cīpslām atdala atnadžus un tās uzkrāj PE maisiņos vai traukos, kurus atļauts lietot saskarē ar pārtikas produktiem.

### CĪPSLU KVALITĀTE

Cīpslām jābūt bez redzamiem mehāniskiem piemaisījumiem un gaļas daļiņām – 1.4.attēls.





1.4.attēls. Briežu cīpslas

## UZGLABĀŠANA

Mednieki, kautuvju un briežu saimniecību operatori kaušanas procesā iegūtās cīpslas glabā ledusskapī ar T<sup>0</sup> režīmu 0 - +4°C, vai saldētavā - -18-20 °C.

Glabāšanas termiņš – līdz 3 dienām ar T<sup>0</sup> režīmu 0 - +4°C. 3 dienu laikā iegūtās cīpslas jāpiegādā ražotājam (savākšanas noliktavai).

## FASĒŠANA UN TRANSPORTĒŠANA

Savākšanas noliktavā cīpslas šķiro, fasē vakuuma maisos un uzglabā saldētavā ar T<sup>0</sup> režīmu - 18 – -20 °C. Saldētās cīpslas transportē pārstrādei neatkausējot.

## PAVADDOKUMENTS CĪPSLU NODOŠANAI SAVĀKŠANAS NOLIKTAVĀ.

Pavaddokumentā norāda:

1. Cīpslu īpašnieku – fiziska vai juridiska persona
2. Briežu ieguves vietu – saimniecība vai medību iecirknis
3. Briežu ieguves laiku - dd/mm/gg/
4. Kautuvi vai pirmapstrādes vietu un apstrādes laiku – dd/mm/gg, pl.----.
5. Pilnvarotā vetārsta vai apmācītas personas atzinumu par gaļas derīgumu pārtikai (pievieno kopiju)
6. Cīpslu daudzumu – skaits un svars, kg.
7. Vārds, uzvārds paraksts, datums.



## 1.5. KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA – ASINS – IEGUVES TEHNOLOĢIJAS APRAKSTS

### IEGŪSTAMĀIS MATERIĀLS

Staltbriežu asinis.

Izmantojamas asinis no visu vecumu un abu dzimumu briežiem.

### BRIEŽI ASINS IEGUVEI IEGŪSTAMI:

1. briežu saimniecībā tiešā pirmapstrādes vietas tuvumā;
2. šaujot aplokos briežu saimniecībās;
3. kaujot kautuvē.

Briežu ieguves termiņš:  
briežu saimniecībās - visu gadu.

### ASIŅU IEGUVE

Asinis iegūst no briežiem saimniecībās, kuras atrodas veterinārā pārraudzībā, dzīvniekiem, kuru gaļu atļauts lietot pārtikā. Gaļas derīgumu lietošanai pārtikā apliecina pilnvarots veterinārārsts vai apmācīta persona.

Pēc dzīvnieka apdullināšanas (ar triecienpistoli vai šāvieni galvā) tā ķermeni atasiņošanai novieto uz slīpas virsmas (vai zemes) ar galvu uz leju vietā, kur iespējams asins savākšanas konteineru novietot zemāk par atasiņošanas atveri dzīvnieka kaklā.

### ATASIŅOŠANA

Pēc dzīvnieka apdullināšanas 40-60 sekunžu laikā sāk atasiņošanu, atgriežot ādas gabalu kaklā pie krūšu kaula (~ 10x10 cm) un pārgriežot artērijas sirds virzienā ar dobonazi, kam pievienota 0,6 – 1,0 m gara lokana antikoagulācijas caurule, kuras otrs gals pievienots nerūsējošā tērauda konteineram ar vāku. Svarīgi, lai atasiņošanas laikā konteinerā augšpusē atrastos zemāk par atasiņošanas atveri dzīvnieka kaklā. Pilnīgākai atasiņošanai vēlams izmantot impulsveida elektro- stimulāciju. Atasiņošanu veic 2 cilvēki, lietojot sterilu nazi un gumijas cimds. Asinis no konteinerā pārlej plastmasas spainītī ar vāku, kas paredzēts saskarei ar pārtikas produktiem.

Vienā konteinerā, spainītī savāc asinis tikai no viena dzīvnieka. Spainīti aizvāko, marķē un 30-60 min laikā nogādā saldētavā ar temperatūras režīmu – (-18-20) °C.

### KVALITĀTE

Nav pieļaujama mehānisku svešķermeņu (augšne, spalvas, augu daļas) klātbūtne savāktajās asinīs.

## IEKĀRTAS

Dobais nazis - sticking knife - EBH-12 "Freund" – 1.5.attēls;  
Pārnēsājams impulsvaida elektrostimulators "TENDERBUCK" – 1.6.attēls;  
Nerūsējošā tērauda konteiners ar vāku 5 L – 1.7.attēls.



1.5.attēls. Sticking knife - EBH-12 "Freund"



1.6.attēls. Impulsvaida elektrostimulators "TENDERBUCK"



1.7.attēls. Nerūsējošā tērauda konteiners ar pievienotu dobo nazi.



## UZGLABĀŠANA, TRANSPORTĒŠANA

Asins paraugus uzglabā saldētavā ar T<sup>0</sup> režīmu - (-18-20) °C. Saldētās asinis piegādā ražotājam 10 dienu laikā no iegūšanas dienas. Temperatūra transportēšanas laikā - (- 18-20) °C.

## MARĶĒŠANA

Katram konteineram ar savāktajām asinīm piestiprina marķējumu, kurā norāda saimniecības nosaukumu, dzīvnieka individuālo Nr., un asins savākšanas datumu – dd/mm/gg.

## PAVADDOKUMENTS ASINS PARAUGU NODOŠANAI RAŽOTĀJAM

Pavaddokumentā norāda:

1. Asins paraugu īpašnieku – fiziska vai juridiska persona
2. Asiņu ieguves saimniecības novietnes Nr.
3. Kautuves reģistrācijas Nr.
4. Dzīvnieku, no kuriem iegūtas asinis individuālos Nr.
4. Kautuvi vai pirmapstrādes vietu un apstrādes laiku – dd/mm/gg, pl.----.
5. Pilnvarotā vetārsta vai apmācītas personas atzinumu par nokauto dzīvnieku, no kuriem iegūtas asinis, gaļas derīgumu pārtikai (pievieno kopiju).
6. Asiņu konteineru (spainīšu) skaitu un svaru kg.
7. Īpašnieka vai pilnvarotā pārstāvja vārds, uzvārds, paraksts, datums.



## 1.6. BRIEŽU GAĻAS DERĪGUMA TERMIŅA PAGARINĀŠANAS IZPĒTE UN TESTĒŠANA

### Briežu gaļas ieguve un kvalitātes novērtēšana

Pēc liemeņu atdzesēšanas (24 st) tos sadalē atkaulo un gaļu, atdalītu pa muskuļiem, ievieto PE paketēs un vakuumbē. Uzglabā un transportē 2-4 °C temperatūrā. Vakuumbētus briežu gaļas paraugi (~200 g.) tika nogādāti uz Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāti tālākām analīzēm. Paraugus marķē ar dzīvnieka identitātes Nr. un kaušanas datumu, aizpilda paraugu sagatavošanas protokolu – 1.8.attēls.

PARAUGU SAGATAVOŠANAS PROTOKOLS PROJEKTS NR. 19-00-A01612-000002		PARAUGU SAGATAVOŠANAS PROTOKOLS PROJEKTS NR. 19-00-A01612-000002	
Materiāls:	Gaja <input type="checkbox"/> Cīpslas <input checked="" type="checkbox"/> Asinis <input type="checkbox"/>	Materiāls:	Gaja <input checked="" type="checkbox"/> Cīpslas <input type="checkbox"/> Asinis <input type="checkbox"/>
Nodošana:	LLU <input type="checkbox"/> Biolat <input checked="" type="checkbox"/> E.Gulbja laboratorija <input checked="" type="checkbox"/>	Nodošana:	LLU <input checked="" type="checkbox"/> Biolat <input type="checkbox"/> E.Gulbja laboratorija <input type="checkbox"/>
Dzīvnieka izcelsmes saimniecība:	<u>sf. Saulāveri-1</u>	Dzīvnieka izcelsmes saimniecība:	<u>Māra Brieži</u>
Kaušanas metode:	Ar dzīvnieka fiksāciju <input checked="" type="checkbox"/> Medības <input type="checkbox"/> Stacionārā kautuve <input type="checkbox"/> Mobilā kautuve <input checked="" type="checkbox"/>	Kaušanas metode:	Ar dzīvnieka fiksāciju <input type="checkbox"/> Medības <input type="checkbox"/> Stacionārā kautuve <input type="checkbox"/> Mobilā kautuve <input checked="" type="checkbox"/>
Informācija par dzīvnieku:		Informācija par dzīvnieku:	
Bullis	<input checked="" type="checkbox"/> Identifikācijas numurs <u>M2A; 5219</u>	Bullis	<input checked="" type="checkbox"/> Identifikācijas numurs <u>12017</u>
Govs	<input type="checkbox"/> Dzimšanas gads <u>2019</u>	Govs	<input type="checkbox"/> Dzimšanas gads <u>2017</u>
Apdullināšanas datums:	<u>13.06.21</u> Laiks: <u>18:30; 19:50</u>	Apdullināšanas datums:	<u>30.11.20</u> Laiks: <u>13:30</u>
Atasiņošana ar elektrostimulāciju	AR <input checked="" type="checkbox"/> BEZ <input type="checkbox"/>	Atasiņošana ar elektrostimulāciju	AR <input checked="" type="checkbox"/> BEZ <input type="checkbox"/>
Eviscerācijas beigu laiks:	<u>19:00; 20:20</u>	Eviscerācijas beigu laiks:	<u>13:58</u>
Kautķermeņa ievietošanas atdzesēšanai laiks:	<u>19:10; 20:25</u>	Kautķermeņa ievietošanas atdzesēšanai laiks:	<u>14:00</u>
Noturēts temperatūrā +2 - +4 °C		Noturēts temperatūrā +2 - +4 °C	
Gaļas sadalīšanas datums	<u>14.06.21</u> Temperatūra sadalē °C <u>10°C</u>	Gaļas sadalīšanas datums	<u>01.12.20</u> Temperatūra sadalē °C <u>+10°</u>
Paraugu ņemšanas vieta	<u>asinis no aortas, cīpslas no vēdera</u>	Paraugu ņemšanas vieta	<u>TTU Parakstījn muskuļi</u>
Fasēšanas datums	<u>14.06.21</u> Laiks _____	Fasēšanas datums	<u>01.12.20</u> Laiks _____
Paraugu uzglabāšanas temperatūra °C	<u>-18-20°C</u>	Paraugu uzglabāšanas temperatūra °C	<u>+2-4°C</u>
Paraugu pārvadāšanas temperatūra °C	<u>-18-20°C</u>	Paraugu pārvadāšanas temperatūra °C	<u>+2-4°C</u>
Paraugu skaits <u>8</u> Svārs <u>0,25</u> kg <u>cīpslas</u>		Paraugu skaits <u>9</u> Svārs <u>4,5</u> kg	
Paraugu nogādāšanas laboratorijā datums	<u>14.06.21</u>	Paraugu nogādāšanas laboratorijā datums	<u>02.12.20</u>
<u>D. Pajāts</u> vārds, uzvārds	<u>[paraksts]</u> paraksts	<u>[paraksts]</u> vārds, uzvārds	<u>[paraksts]</u> paraksts

1.8.attēls. Paraugu sagatavošanas protokols projekta vajadzībām





## Materiāls un metodika

### Materiāla raksturojums

Laika periodā no 2019. gada 3. decembra līdz 2020. gada 26. februārim tika iegūti staltbriežu gaļas paraugi (n=50) no mobilās kautuvēs apstrādātajiem briežu liemeņiem (n=5). Paraugi iegūti no dažādām saimniecībām, kas nodarbojas ar briežu audzēšanu nebrīvē (skat. 1.9.attēlā).



1.9.attēls. Briežu gaļas paraugu ieguves vietas

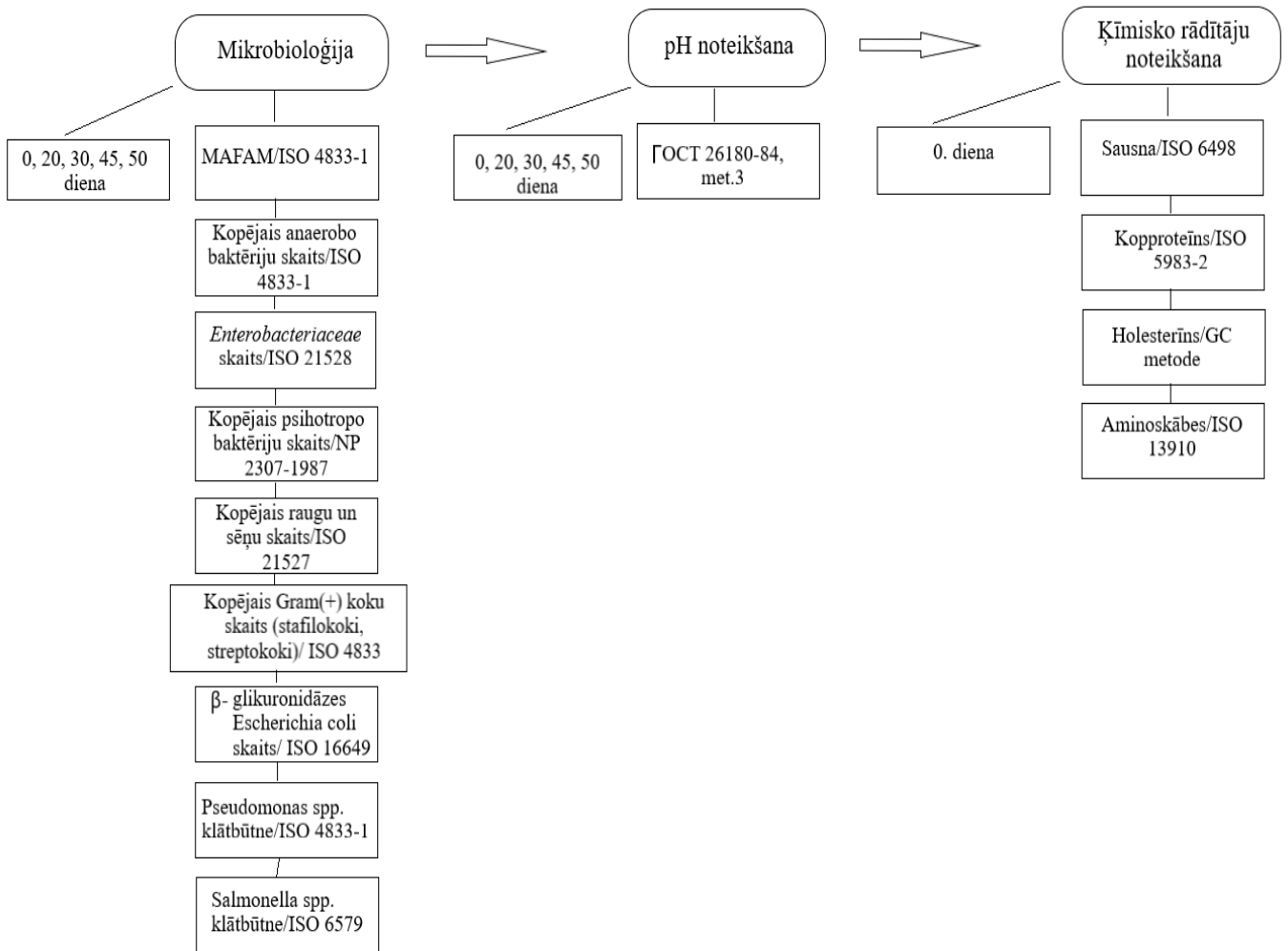
Saimniecībās (n=4) tika nokauti 2018. gadā dzimuši staltbriežu buļļi, kopā 5 partijas, atasiņošana veikta ar elektrostimulāciju, eviscerācijas procesa ilgums 50 min., kautķermeņa svars pēc ādas novilkšanas un eviscerācijas no 50 līdz 60 kg. Liemenis atdesēts dzesētavā ar gaisa temperatūru +2 - +4 °C un uzglabāts no 1 līdz 2 diennaktīm. 5. partijas liemeņi dzesētavā uzglabāti 8 diennaktis pirms sadales un iepakojšanas vakuumā, bet 2. partijas paraugi skaloti ar ūdeni pirms vakuumēšanas. Partiju (n=5) paraugi (n=10) ņemti kautķermenim no pakaļējās kājas sirdsveida muskuļa, kopējais paraugu skaits no saimniecībām – n=50 (skat. 1.11. att.), vakuumēti polietilēna iepakojumā, parauga svars 0.2 kg. Uzglabāti temperatūrā +2 - +4 °C, transportēšanas temperatūra +2 - +3 °C, laboratorijā uzglabāti ledusskapja temperatūrā +4 °C.

Paņemtie gaļas paraugi uzglabāti un testēti LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā Agronomisko analīžu (ķīmiskie izmeklējumi) un Molekulārās bioloģijas un Mikrobioloģijas (mikrobioloģiskie izmeklējumi) nodaļās. Testēšana tika uzsākta 2019. gada 4. decembrī, parauga saņemšanas dienā un pabeigta 25.04.2020.



## Pētījuma kopējā shēma

Uzsākot laboratoriskos pētījumus, tika izstrādāta pētījumu shēma (skat. 1.10. att.), pēc kuras vadoties tika veikts pētnieciskais darbs.



1.10.attēls. Pētījuma shēma

## Metodikas apraksts

### Paraugu iegūšana

Briežu gaļas paraugi (parauga svars 0.2 kg) tika iegūti no liemeņa, kas atdzesēts līdz +2 - +4 °C temperatūrai, sadales procesā no pakaļkājas sirdsveida muskuļa (skat. 1.11. att.).



1.11. attēls. Parauga ņemšanas vieta brieža kautķermenī (Medical illustration)

Iepakoti polietilēna vakuuma iepakojumā un uzglabāti +2 - +4 °C temperatūrā. Transportēšanas temperatūra paraugiem tika nodrošināta +2 - +3 °C. Paraugi apzīmēti ar identifikācijas numuru un ievietoti ledusskapī temperatūrā +5 (±1)°C līdz tālākai testēšanai.

### Paraugu mikrobioloģiskā izmeklēšana

Mikroorganismu skaita noteikšanai – **paraugu atšķaidījumu sērijas** tika gatavotas saskaņā ar LVS EN ISO 6887-1 standarta „Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. Testēšanas paraugu, sākotnējās suspensijas un decimālšķīdumu sagatavošana mikrobioloģiskām pārbaudēm” prasībām.

No katra pagatavotā atšķaidījuma 1 mL tika ienests Petri platē un tālāk apliets ar testēšanas specifikai atbilstošu agaru (15-18 mL).

Kopējā mikroorganismu (**MAFAM**), **anaerobo baktēriju**, **Gram (+) baktēriju** (stafilokoku, streptokoku), ***Pseudomonas spp.* psihrotropo baktēriju** un raugu, sēņu skaita noteikšana veikta saskaņā ar EN/ISO 4833-1 standarta prasībām “Pārtikas un dzīvnieku



barības mikrobioloģija. Mikroorganismu skaitīšanas horizontālā metode. Koloniju skaitīšanas metode pie 30 °C”:

- MAFAM sagatavotās plātes (izmantots koloniju skaitīšanas agars (PCA, Biolife)) inkubētas termostatā pie 30 °C un 72 h;
- Anaerobo baktēriju skaitam izmantots koloniju skaitīšanas agars (PCA, Biolife)) un inkubētas anaerobos apstākļos termostatā pie 30 °C un 72 h;
- Gram pozitīvo koku skaita noteikšanai lietots Kolumbia Nalidiksīna skābes agars (CNA, Biolife), plātes inkubētas pie 37 °C un 24 h ilgi;
- *Pseudomonas spp.* noteikšanai izmantots *Pseudomonas* agars ar CFC selektīvo piedevu (Oxoid) un inkubācija veikta pie 25 °C un 48 h, saskaņā ar EN ISO 13720;
- aukstuma mīlošo baktēriju noteikšanai plātes inkubēja pie 7 °C un 10 dienas, saskaņā ar NP2307.
- Raugu un sēņu skaita noteikšanai izmantots Saburo dekstrozes agars (Biolife), inkubējot pie 25 °C 72 h ilgi.

***Enterobacteriaceae* dzimtas** baktēriju skaita noteikšana tika veikta saskaņā ar EN ISO 21528-2 „Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. Horizontālās metodes *Enterobacteriaceae* noteikšanai un uzskaitēi. 2. daļa: Koloniju skaitīšanas metode” standartu, izmantojot violetsarkano žults glikozes agaru (Violet Red Bile Glucose Agar, VRBGA, Biolife). Petri plātes termostatā tika inkubētas pie 37 °C un 24 ± 2 h ilgi.

***Escherichia coli* skaits** tika noteikts pēc LVS ISO 16649-2 standarta „Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija. Horizontālā metode beta-glikuronidāzes pozitīvo *Escherichia coli* skaita noteikšanai. 2. daļa: Koloniju skaitīšanas tehnika pie 44 °C, lietojot 5-bromo-4-hloro-3-indolil-beta-D-glikuronīdu”, izmantojot TBX agaru (Oxoid) un inkubējot termostatā 44 °C temperatūrā 24 h ± 2 h. Pēc tam veic koloniju skaitīšanu un arī koloniju pārbaudi - 5 raksturīgās kolonijas pārsējām uz neselektīvām barotnēm - N agaru (Nutrient agar, Biolife) un EMB agaru (Levine EMB Blue Agar, Biolife). Inkubējām 37 °C 24 h ± 2 h. Uz EMB agara *E. coli* veido tumši violetas ar melnu centru ar/bez zaļgana metāliska spīduma. Apstiprina ar oksidāzes testu (BD Oxidase Reagent Droppers), citrātu (Simmons Citrate agar, Oxoid) un ureāzes testu (Urea Solution 40% Lab M), kas ir negatīvi, un indola testu (Kovacs` reagent, Biolife), kas ir pozitīvs.

***Salmonella*** klātbūtnes noteikšanai izmantojām standarta EN/ISO 6579-1. “Horizontālā metode *Salmonella* spp. noteikšanai” rekomendācijas. Vispirms tika sagatavota parauga suspensija (25 g gaļai pievienoja 225 ml peptona buferšķīdumu (Biolife)), kas tika 60 sekundes homogenizēts stomaherā. Tad homogenizēto paraugu inkubēja 37 °C temperatūrā 18 h. Tālāk no sākotnējās bagātināšanas barotnes 0,1 mL inokulātu pārnesa 10 ml Rappaport Vassilliadis buljonā (RV, Biolife) un 10 ml Millera Kaufmana tetrathionānovobiocīna buljonā (Muller-Kaufmann tetrathionate novobiocin, MKTTn, Biolife). RV buljons tika inkubēts 41.5 °C temperatūrā 24 h, bet MKTTn buljons 37 °C 24 h. Pēc tam no abām barotnēm 0,1 mL inokulāta uznesām uz selektīvām cietajām barotnēm: ksilozes-lizīna-dezoksiholāta (Xylose-Lysine-Desoxycholate, XLD, Biolife) agara un briljantzaļā agara (Brilliant green, BGA, Biolife). Uzsētās barotnes tika inkubētas termostatā 37 °C temperatūrā 24 h. Pēc inkubācijas noteikta raksturīgo *Salmonella* spp. koloniju klātbūtne, kur aizdomīgās kolonijas tika apstiprinātas bioķīmiski ar MALDI-TOF MS (Biomerieux, FR) iekārtu.

Izaugušo koloniju veidojošo vienību (KVV) skaitīšana un rezultātu (mikroorganismu skaita) aprēķināšana veikta saskaņā ar ISO 7218 norādījumiem.



### Paraugu fizikāli - ķīmiskā testēšana

Briežu gaļas paraugiem **pH testēšana** LLU BZL veikta saskaņā ar laboratorijā akreditēto GOCT 26180-84, met.3. minēto elektroķīmijas metodi.

**Sausnas noteikšana** tika veikta saskaņā ar laboratorijā akreditēto gravimetrijas metodi un standarta LVS EN ISO 6498 prasībām.

**Kopproteīns** briežu gaļā noteikts ar akreditēto Kjeldāla metodi un saskaņā ar LVS EN ISO 5983-2 prasībām.

**Aminoskābes** noteiktas, izmantojot aminoskābju analizatoru (Biochrom, UK) un atbilstoši LVS EN ISO 13910-2005 standarta prasībām.

**Holesterīna** noteikšanai izmantota Gāzu hromatogrāfijas-masspektrometrijas sistēma.

### Paraugu hidrolīzes apstākļi taukskābju un holesterīna izdalīšanai.

Gaļas paraugu hidrolīzei tika izmantots 10% (w/v) KOH un 70% (v/v) metanola šķīdums. Ekstrahēšanas procesā iegūtā lipofilā frakcija tālāk tika ietvaicēta, izmantojot rotācijas vakuuma ietvaicētāju (Laborota 4002, Vācija) pie 60 °C temperatūras. Filtrāts tika kvantitatīvi pārnestis 2mL hromatogrāfijas pudelītēs turpmākajām hromatogrāfiskajām analīzēm.

### Lipofilās frakcijas sagatavošana GC/MS analīzei

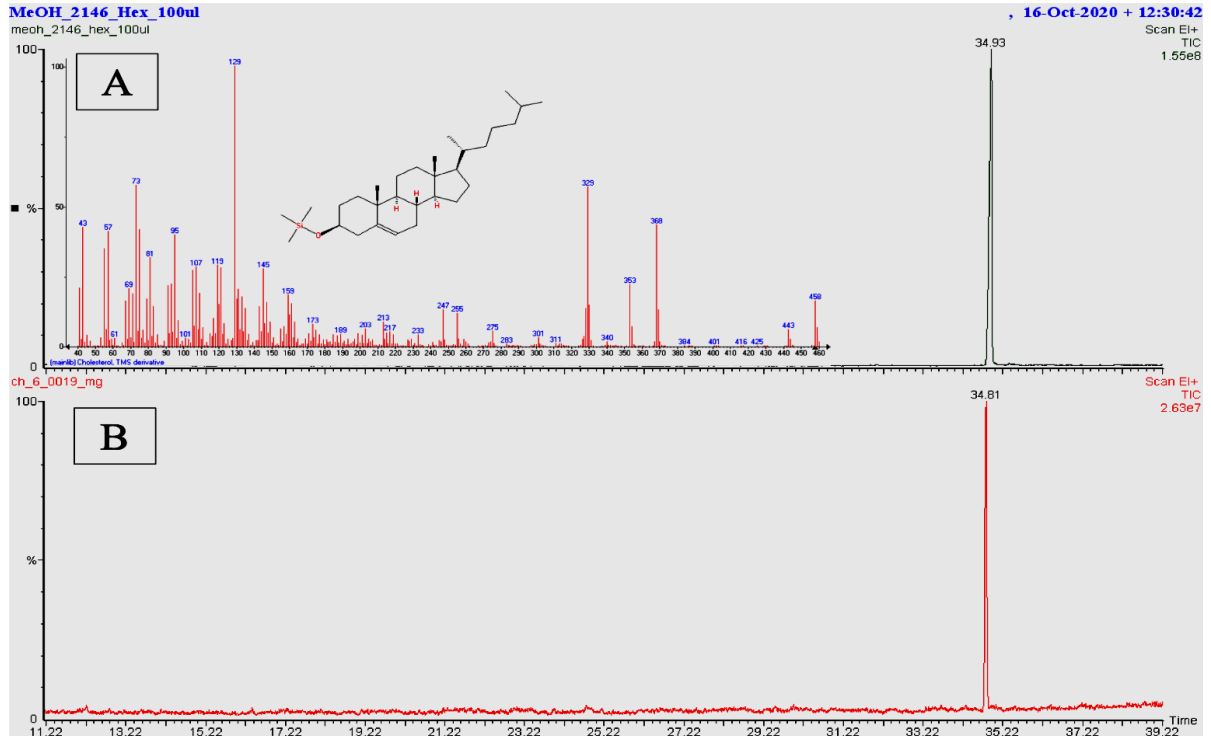
Parauga apstrāde ar sililējošo reaģentu gaistošu atvasinājumu iegūšanai, veikta atbilstoši literatūras norādītajai metodikai, kas aprakstīta literatūras avotā (Isidorov, Szczepaniak, 2009). No 2 mL izdalītās lipofilās frakcijas tiek ņemti 100 µL un tiem pievienoti 800 µL piridīna un 100 µL BSTFA reaģenta. Iegūtais maisījums tiek maisīts vibromaisītājā 1 min un izturēts ūdens vannā pie 75 °C temperatūras 30 min. Maisījums tiek atdzesēts un reakcija apturēta pievienojot 5 µL metanola. Sagatavotais paraugs turpmāk izmantots holesterīna analīzei GC/MS sistēmā.

### GC/MS sistēmas apstākļi holesterīna kvantitatīvai analīzei

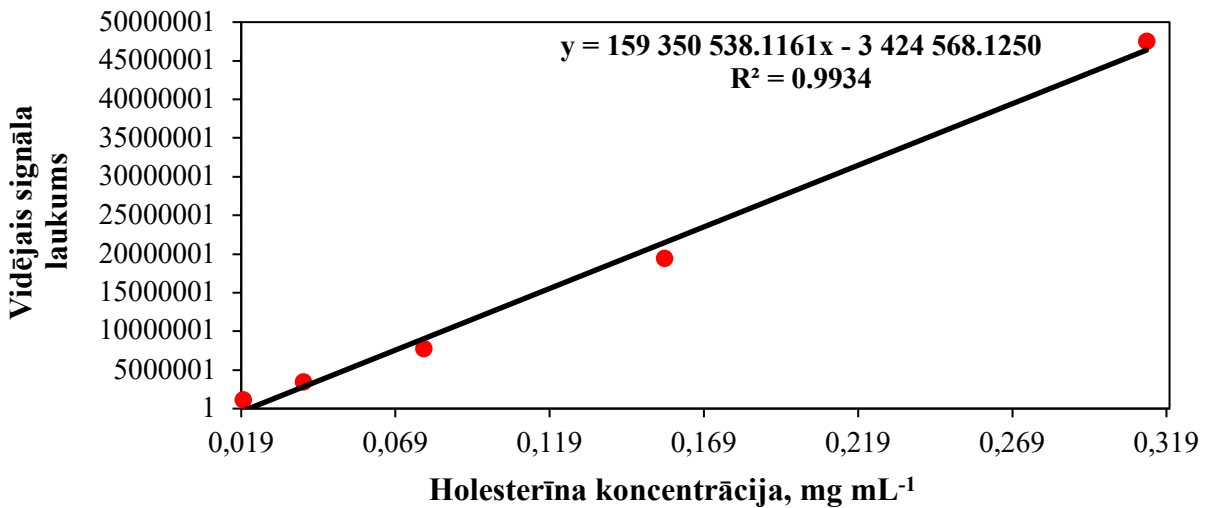
Apstrādātie paraugi tālāk tika analizēti ar gāzu hromatogrāfu Clarus 600 PerkinElmer (Waltham, MA, USA), kas aprīkots ar masselektīvo detektoru ar kvadrupolu tipa analizatoru (Clarus 600 C). Par stacionāro fāzi lietota kapilārā Elite-5MS kolonna (30 m x 0.25 mm, sorbenta slānītis – 0.25 µm).

Savienojumu kvantitatīvā analīze realizēta ar holesterīna analītisko standartu (1.12. att.) (0.019-0.319 mg mL<sup>-1</sup>), izmantojot kalibrēšanas grafiku (1.13. att.) – signāla laukuma attiecība pret koncentrāciju ( $y=bx-a$  ( $n=3$ );  $b=1,59 \cdot 10^8$ ;  $R^2=0.9934$ ). Savienojumu kvalitatīvā (identifikācija) analīze realizēta ar NIST MS 2.2 bibliotēkas palīdzību.





1.12.attēls. GC/MS hromatogramma holesterīna trimetilsilil (TMS) atvasinājumam gaļas paraugā, izdalīšanas laiks – 34.93 min (A); holesterīna standartam, izdalīšanas laiks 34.81 min (B).



1.13. attēls. Holesterīna TMS atvasinājuma kalibrēšanas līkne ar regresijas koeficientu.



## Datu statistiskā izvērtēšana

Pētījumā iegūtie dati apstrādāti un analizēti MS Exel datorprogrammā, izmantojot ANOVA datu statistikas metodes, apstrādātie dati attēloti diagrammu veidā. Datu statistiskajā analizē izmantota arī R datorprogramma, kur noteikts Spīrmana ranga korelācijas koeficients un to būtiskums starp brieža gaļas kvantitatīvajām un kvalitatīvajām īpašībām. Mikrobioloģiskie dati izvērtēti pēc brieža gaļas pārstrādes uzņēmuma nekaitīguma kritērijiem (1.1. tabula).

1.1.tabula

Svaigas briežu gaļas nekaitīguma kritēriji gaļas pārstrādes uzņēmumā

Mikroorganismi	Robežvērtības <sup>1)</sup>	
Aerobo koloniju skaits	6.7 log	-
<i>Enterobacteriaceae</i> skaits	4.0 log	5.0 log
<i>Escherichia coli</i> skaits	2.0 log	3.0 log
<i>Pseudomonas spp.</i> skaits	6.0 log	-
Koagulāzes – pozitīvie <i>Staphylococcus spp.</i> skaits	2.7 log	3.7 log
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	-	nav 25 g parauga
<i>Listeria monocytogenes</i> skaits	-	2.0 log

<sup>1)</sup>Koloniju veidojošās vienības gramā parauga, KVV/g.

## 1.7. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

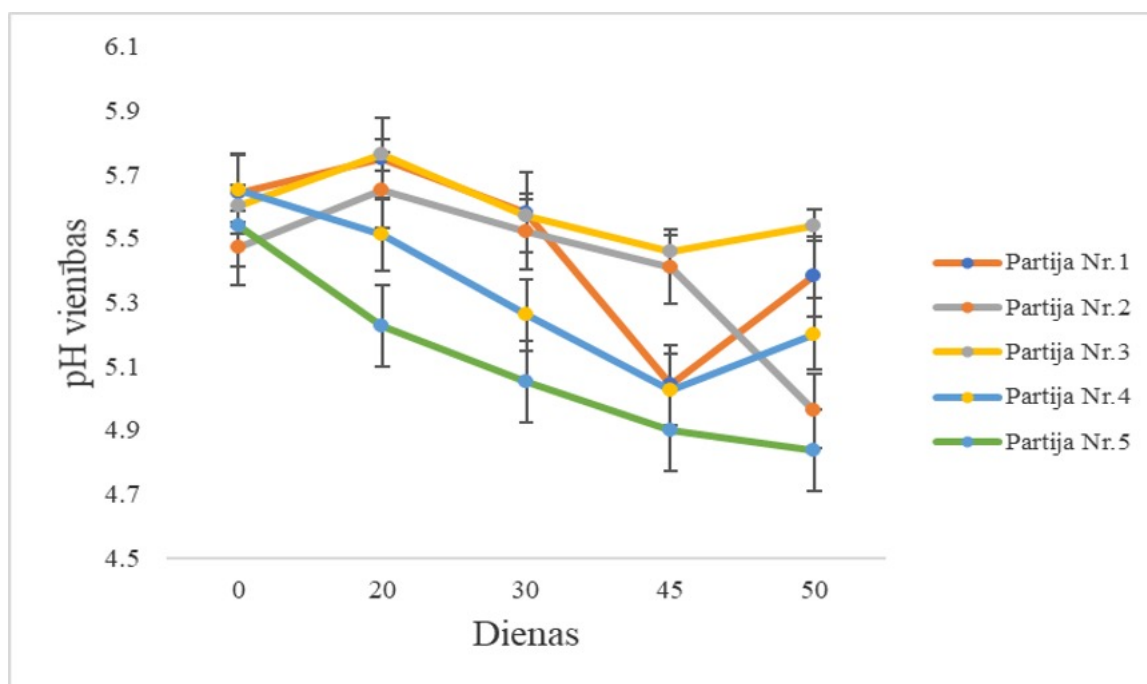
### pH izmaiņu izvērtējums gaļā

Zināms, ka briežu gaļā ir zems taukaidu daudzums, kas samazina stresa ietekmi uz muskulatūras pH līmeņa izmaiņām staltbriežu un ziemeļbriežu kautķermenī (Wiklund et al., 2002).

Pirmajā dienā mūsu testēto briežu gaļas paraugu vides skābums konstatēts amplitūdā no 5.47 līdz 5.65 pH vienībām. Zemākais rezultāts iegūts 2. partijas paraugiem, bet augstākā vērtība novērota 4. partijas paraugiem (skat. 1.14. att.).

Paraugi, kas pieder 2. partijai (pH 5.47), pieskaitāmi pie PSE gaļu (pH 5.3 – 5.5) – bāla, mīksta un ekstrudēta struktūra (Dikeman, Devine, 2014), kas skaidrojams ar palēninātu glikogēna šķelšanos liemenī pēc dzīvnieka nokaušanas, kā rezultātā pienskābes sintēze notiek ilgāku laiku.

Paraugi no 1., 3., 4. un 5. partijām vērtējami, kā augstas kvalitātes paraugi (pH 5.5 – 5.7) (Wiklund et al., 2014). Līdzīgi secinājumi izdarīti arī Volpelli et al. (2003) un Hutchinson et al. (2012) pētījumos, kur konstatētas vidējās pH vērtības (5.5 – 5.6), kas iegūtas no nebrīvē audzētajiem briežu gaļas paraugiem.



1.14.attēls. pH rādītāju salīdzinājums briežu gaļas paraugu uzglabāšanas laikā (vidējais  $\pm$  standartklūda)

Kā norāda vairāki pētnieki (Brodowski, Beutling, 1999; Paulsen, Winkelmayr, 2004; Daszkiewicz et al., 2009a, 2012), tad pH vērtības  $\geq 6$ , kas veido tumšu, stingru un sausu (DFD) gaļu, novērotas savvaļas briežiem, kuri nometīti medībās. Pēc šīs pH vērtības ir iespējams konstatēt savvaļas briežu gaļu norāda Bittner un Beutling (2001), kas izskaidrojams ar stresu pirms nāves, reproduktīvo ciklu u. c. faktoriem. Kā norāda Sielaff (1996) un Carlos Sanudo et al. (2007), gaļas uzglabāšanās laiku pagarina vides pH, kas samazinās pienskābes uzkrāšanās rezultātā un paildzina produkta glabāšanas laiku. Pētījumā testēto gaļas paraugu pH liecina, ka, nokaujot briežus ziemas mēnešos, tas noticis mierīgos apstākļos, bez stresa un noguruma pazīmēm. Līdzīgi novērojumi konstatēti arī Atanassova et al. (2007) pētījumā.

Pēc iegūtajām pH vērtībām pirmajā testēšanas dienā var konstatēt, ka brieža liemenis ir atdzēsēts uzreiz pēc dzīvnieka nokaušanas un apstrādes kautuvē, kā arī brieži netika pakļauti stresam, kas veicinātu gaļas kvalitātes pasliktināšanos.

Ja gaļas pH ir 5.5, tā ir maigāka par gaļu, kuras pH ir robežās 5.8 – 6.0, kā norāda Reinken et al. (1980). No pētīto gaļas paraugu partijām šādu pH uzrādīja 5. partijas paraugi pirmajā uzglabāšanas dienā (pH 5.54).

Gaļu, kuras pH vērtības ir robežās no 5.5 – 5.8 iepakojumā gāzu necaurīdīgā iepakojumā, no kura tiek izsūkts gaiss, un iepakojumu ar gaļu uzglabā  $+2 - +4$  °C temperatūrā. Produktam šādā iepakojumā tiek samazināts brīvais gaiss un ūdens izdalīšanās potenciāls, kā rezultātā ievērojami samazinās baktēriju vairošanās iespējas. Uzglabāšanas laiks var būt līdz 3 mēnešiem, bet ar noteikumu, ka gaļa atbilst labam mikrobioloģiskajam standartam (Collins un Huey, 2015).

Vakuumā iesaiņotas brieža gaļas uzglabāšanas gala termiņš - 1 °C temperatūrā var būt līdz 18 nedēļām (Wiklund, Malmform, 2004). Moreira et al. (2018) pētījumā briežu gaļas uzglabāšanas laikā parauga pH vērtība pirmajā dienā bija 5.738 vienības, ap 20. dienu parauga pH vērtība bija pieaugusi līdz 5.977 vienībām, kas skaidrojams ar aminosavienojumu veidošanos uzturvielu degradācijas procesos mikroorganismu iedarbības rezultātā (Ropodi et al., 2017). Šādus rezultātus neuzrāda 4. un 5. partijas paraugi pirmajā testēšanas dienā, kas



skaidrojams ar to, ka aminosavienojumu veidošanās paraugos ir sākusies pirms iepakojšanas vakuuma iepakojumā.

## Mikrobioloģiskie rādītāji briežu gaļā

Mikroorganismu augšanu un attīstīšanos pārtikas produktos ietekmē dažādi iekšējie un ārējie faktori. Svaigās gaļas nekaitīgumu nosaka pēc organoleptiskajām īpašībām, fizikāli – ķīmiskajām īpašībām un mikrobioloģiskajām īpašībām. Ne vienmēr, aplūkojot produktu, ir iespējams ar organoleptisko īpašību palīdzību noteikt tā nekaitīgumu. Pamatā ir jāpārlicinās, vai gaļā nav mikrobioloģiskais piesārņojums, kuru tiešā veidā ietekmē fizikāli – ķīmiskās īpašības produktā.

Briežu gaļā testēšanas pirmajā dienā laboratoriski konstatēts **kopējais mikroorganismu skaits** amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $2.1 \times 10^4$  KVV/g. Zemākais rezultāts konstatēts 1. un 3. partijas paraugiem, bet augstākais rezultāts novērots 5. partijas paraugiem (skat. 1.15. att.).

Mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo mikroorganismu skaits (MAFAM) ļauj novērtēt briežu gaļas paraugu higiēnisko stāvokli, kā norādīts Carter (1990a) pētījumā.

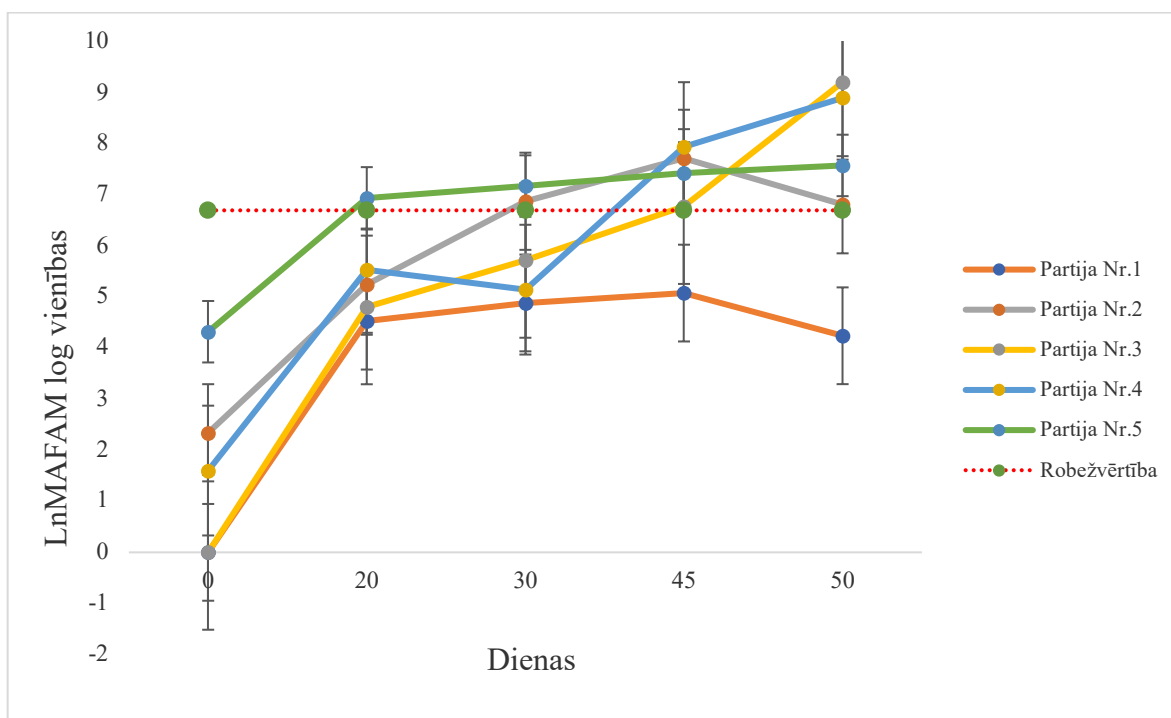
Gaļas kontaminācija ar mikroorganismiem ir neizbēgama – uz tās var nokļūt paša dzīvnieka zaru trakta mikroflora, kā arī apkārtējā vide, kautuves darbinieka rokas, apģērbs un instrumenti var kalpot kā piesārņojuma avots (Reinken et al., 1980). Pētot briežu gaļas paraugus pirmajā uzglabāšanas dienā, var secināt, ka 1. partijas un 3. partijas gaļas paraugu un liemeņa apstrādes procesi ir notikuši viskvalitatīvāk, ievērojot visas higiēnas noteiktās prasības kautuvēs (MK noteikumi Nr.328).

Palielinot svaigas gaļas uzglabāšanas termiņu līdz 50 dienām, palielinās kopējo mezofili aerobo un fakultatīvi anaerobo baktēriju skaits visām paraugu partijām, kas skaidrojams ar aktīvu mikroorganismu attīstību. 2. un 5. partijas paraugiem mikroorganismu skaits pieaug straujāk nekā pārējām paraugu partijām. Tas skaidrojams ar to, ka 5. Saimniecībā iegūtais kautķermenis pēc dzīvnieka nokaušanas uzglabāts  $+2 - +4$  °C temperatūrā 8 diennaktis, un tikai pēc tam sekojusi paraugu iesaiņošana vakuumā. Svaiga gaļa saglabā savu kvalitāti 7 līdz 21 dienu vakuumpakojumā (Ercolini et al., 2011). Savukārt, 2. partijas paraugi pirms iepakojšanas vakuumā tika noskaloti dzeramajā ūdenī, kas, acīmredzot, ir veicinājis kontamināciju ar mikroorganismiem un radījis labvēlīgu vidi to attīstībai.

20. dienā mikroorganismu kopskaits 5. partijas paraugos ir sasniedzis robežvērtību ( $5 \times 10^6$  KVV/g), bet 2. partijas paraugi šādus rādītājus uzrāda 30. uzglabāšanas dienā. Šīs partijas paraugi ir uzglabāti un apstrādāti pēc neatbilstošas produkta pārstrādes tehnoloģijas, kas ir veicinājusi mikroorganismu attīstību. Savukārt 45. dienas testēšanas rezultāti uzrāda, ka 3. un 4. partijas paraugi ir sasnieguši uzņēmumā noteikto robežvērtību un, patērējot uzturā gaļas produktus ar šādu kontaminācijas pakāpi, pastāv risks inficēties ar kādu no baktēriju izraisošajām slimībām.

1. partijas paraugi saglabājuši zemu kontaminācijas pakāpi līdz 50. dienai, kas skaidrojams ar to, ka visi tehnoloģiskie procesi ir nodrošināti savlaicīgi un ir ievēroti higiēnas principi visos tehnoloģiskajos posmos un paraugi augstu kvalitāti saglabā ilgāku laika posmu, ja iepakoti vakuuma iepakojumā.

Rezultāti parāda, ka svaigas gaļas produktus vakuuma iepakojumā ir iespējams uzglabāt līdz pat 50 dienām.



1.15.attēls. MAFAM skaits briežu gaļā uzglabāšanas laikā (vidējais ± standartklūda)

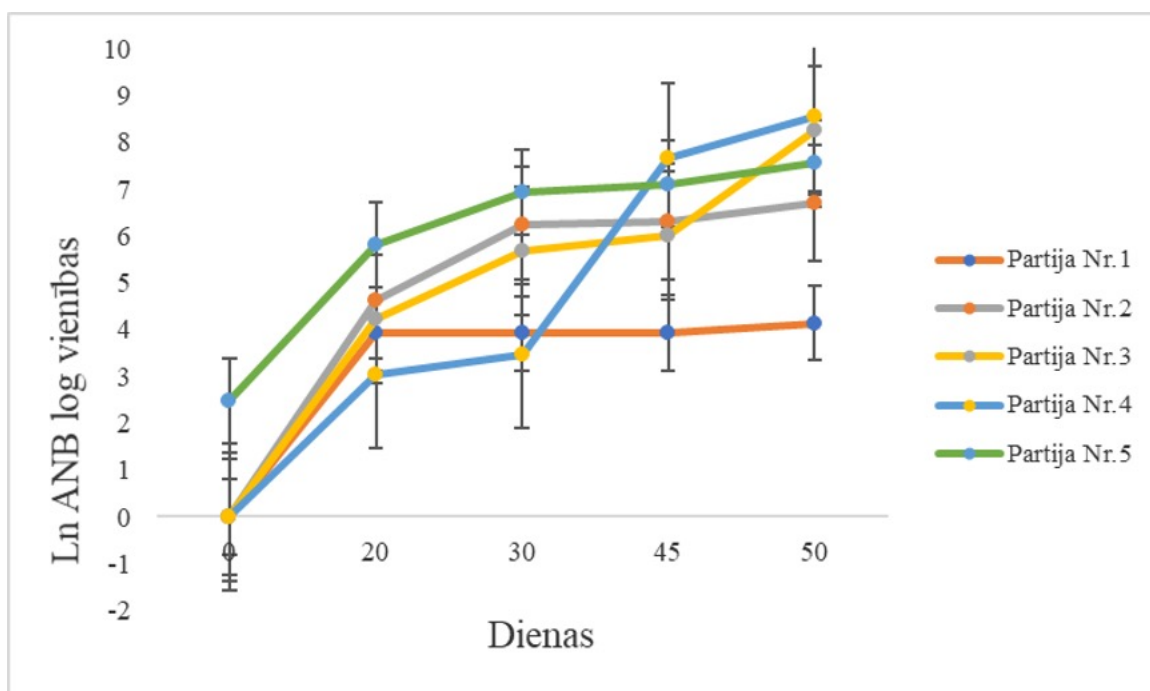
Nosakot **anaerobo baktēriju kopskaitu** briežu gaļas paraugos, pirmajā dienā tā daudzums konstatēts amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $3 \times 10^2$  KVV/g. Zemāko rezultātu uzrādījuši paraugi no 1., 2., 3. un 4. partijas, bet augstākais rezultāts novērots 5. partijas paraugiem (skat. 1.16. att.).

Collinsa un Huey (2015) norāda, ka pēc nokaušanas primāri uz gaļas virsmas attīstās aerobās baktērijas, kas skābekli iegūst no gaļas virsmas, tādējādi, radot piemērotus apstākļus anaerobo mikroorganismu attīstībai.

Iegūtos rezultātus 5. partijas paraugiem interpretējam, kā pūdētas gaļas iepakšanas rezultātu, kad produktā notiek strauja mikroorganismu vairošanās, kas izmanto gaļā esošo skābekli un rada labvēlīgus apstākļus anaerobajām baktērijām (gaļas virsma zaudē piesaistīto skābekli), kas ir pieskaitāmas pie patogēniem mikroorganismiem.

Anaerobo mikroorganismu skaits briežu gaļas paraugu uzglabāšanas laikā palielinās, kas skaidrojams ar labvēlīgu apstākļu veicināšanu (parauga iepakšana) un baktēriju strauju izplatīšanos pa produkta virsmu, kā arī aerobo baktēriju skaita samazinājumu tām nelabvēlīgu apstākļu ietekmē.





1.16. attēls. Kopējais anaerobo baktēriju skaits briežu gaļā uzglabāšanas laikā (vidējais ± standartklūda)

Uzglabāšanas sākumā *Enterobacteriaceae* ģints baktēriju skaits briežu gaļā konstatēts amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $2.4 \times 10^1$  KVV/g. Zemākos rezultātus uzrādījušas 1., 2., 3. un 4. partija, bet augstākais rezultāts novērots 5. partijas paraugiem (skat. 1.17. att.).

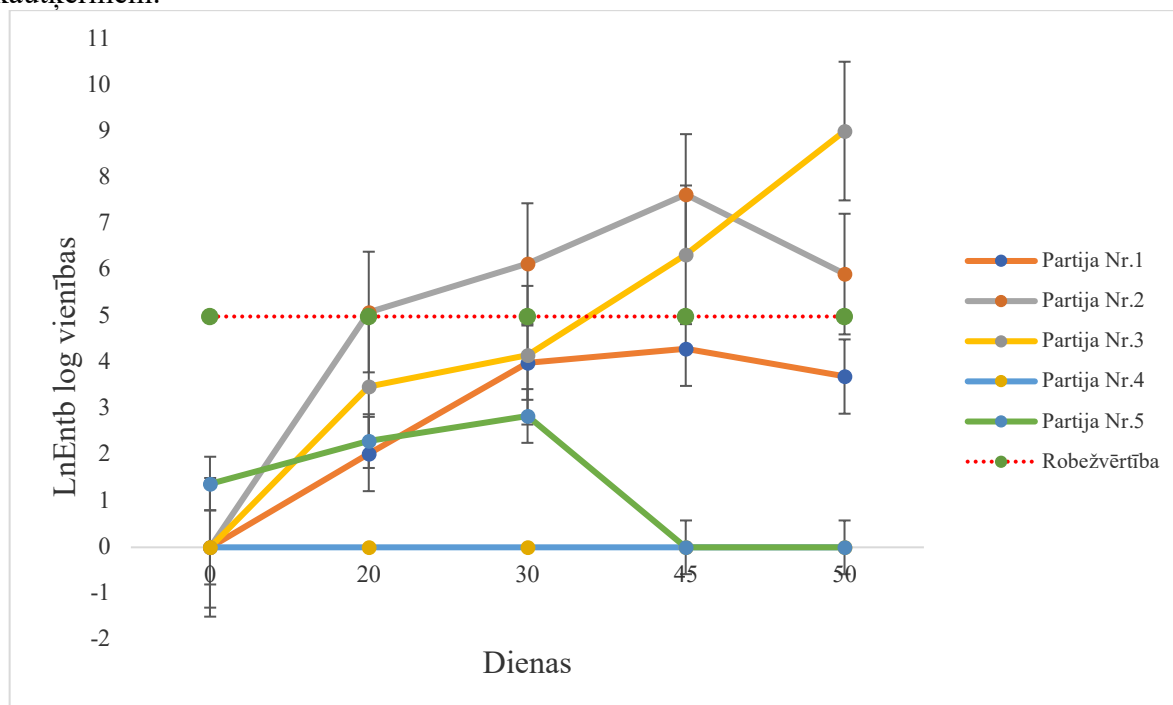
Uzņēmumā deklarētā robežvērtība tiek sasniegta briežu gaļas paraugu 20. uzglabāšanas dienā (2. partija), pēc 30 dienu uzglabāšanas šādu kontaminācijas pakāpi ar *Enterobacteriaceae* grupas pārstāvjiem sasniedz 3. partijas paraugi, bet pārējās partijas (1., 4. un 5.) šo robežvērtību 50 dienu uzglabāšanas laikā nesasniedz. Briežu gaļas paraugiem nr. 2, novēro strauju mikroorganismu attīstību pirmajās 20 dienās, kas skaidrojams ar to, ka produkts pirms iepakojšanas ir mazgāts ar ūdeni, kas ir higiēnas pārkāpums un veicina produkta kontamināciju ar mikroorganismiem uz parauga virsmas.

Brieža gaļas paraugiem, kas pieder 5. partijai, novērojams mikrobioloģiskais piesārņojums gaļas kvalitātes zuduma rezultātā, kuru ietekmējis uzglabāšanas periods un iepakojšanas veids. *Enterobacteriaceae* ģints baktērijas kalpo kā indikators nekvalitatīvas higiēnas, tehnoloģiskā procesa un produkta pēcapstrādes traucējumu noteikšanai (Food Safety, 2016). Carter (1990a) savā pētījumā norāda, ka *Enterobacteriaceae* pārstāvji kalpo kā indikators medījuma gaļas higiēnas stāvokļa novērtēšanai, pēc kā var konstatēt, ka gaļas iegūšanas veids un pārstrādes tehnoloģija ir izvēlēta pareizi un spēj nodrošināt gaļai augstu kvalitāti.

Moreira et al. (2018) pētījumā pirmajā dienā novēroja briežu gaļas paraugiem  $2.25 \pm 0.15$  log cfu  $g^{-1}$  *Enterobacteriaceae*, bet aptuveni pēc 20 dienām – jau  $7.44 \pm 0.39$  log cfu  $g^{-1}$ . Šādi rezultāti mūsu pētījumā netiek konstatēti līdz pat 45. dienai, kad 3. partijas paraugos strauji turpina attīstīties mikroorganismi, un 2. partijas paraugiem, uzglabāšanas ilgumam tuvojoties 50 dienām. Pārējiem paraugiem (1., 4. un 5. partijām) uzņēmumā pieņemto robežvērtību nepārsniedz. Moreira et al. (2018) arī apliecina, ka iegūtie pētījuma rezultāti var atšķirties, ja dzīvnieki ir nošauti savā dabīgajā vidē, neievērojot higiēnas prasības, ņemot



ādu un eviscerācijas procesa kārtību, kas veicinājis zarnu trakta mikrofloras nokļūšanu uz kautķermeni.



1.17.attēls. *Enterobacteriaceae* ģints pārstāvju skaits briežu gaļas paraugos uzglabāšanas laikā (vidējais ± standartklūda)

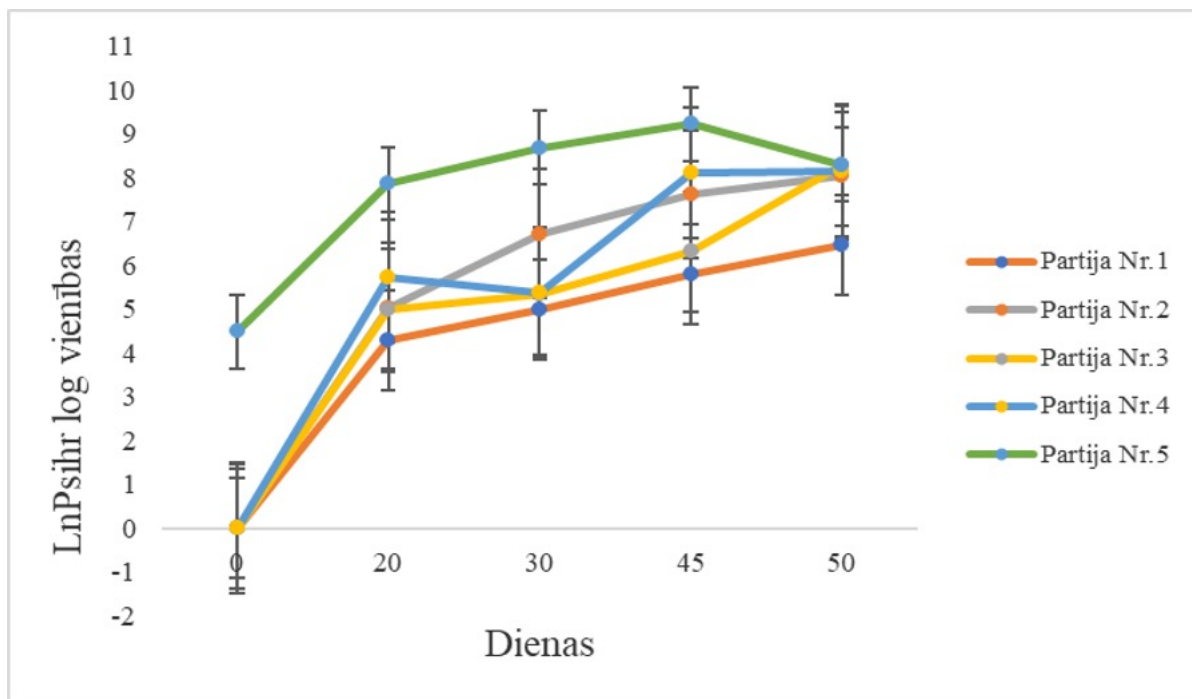
Kautuvē un gaļas pārstrādes cehā ir ievērotas higiēnas prasības un produkts nav piesārņots ar *Enterobacteriaceae* mikroorganismiem paraugu partijām nr. 1, 2, 3, 4 pirms iepakojšanas vakuuma iepakojumā, kas nodrošina garāku uzglabāšanas laiku produktam.

**Psihrotropo baktēriju skaita** noteikšanā pētījumā analizētajiem briežu gaļas paraugiem konstatētas koloniju veidojošās vienības amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $3.1 \times 10^4$  KVV/g. Zemākais mikroorganismu skaits novērots partijām nr. 1,2,3 un 4, bet augstākais – 5. partijas gaļā (skat. 1.18. att.).

Partijai nr. 5 iegūtie augstie rezultāti izskaidrojami ar ilgstošu (8 diennaktis) liemeņa uzglabāšanu zemā temperatūrā ( $+2 - +4$  °C) pirms vakuumpakojšanas, kas ir labvēlīgi augšanas un attīstības apstākļi psihotropajām baktērijām.

Kā norādīts Moreira et al. (2018) pētījumā, svaigā, neapstrādātā briežu gaļā pirmajā dienā konstatē  $2.43 \pm 0.19$  log cfu  $g^{-1}$ , bet pēc uzglabāšanas aptuveni 20 dienas ilgi, var saturēt  $6.63 \pm 0.29$  log cfu  $g^{-1}$  psihotrofās baktērijas. Šādus rezultātus mūsu testētajos gaļas paraugos uzrāda 5. partija 20. uzglabāšanas dienā pēc iepakojšanas vakuumā un 2. partijas paraugi testēšanas laikā 30. uzglabāšanas dienā.

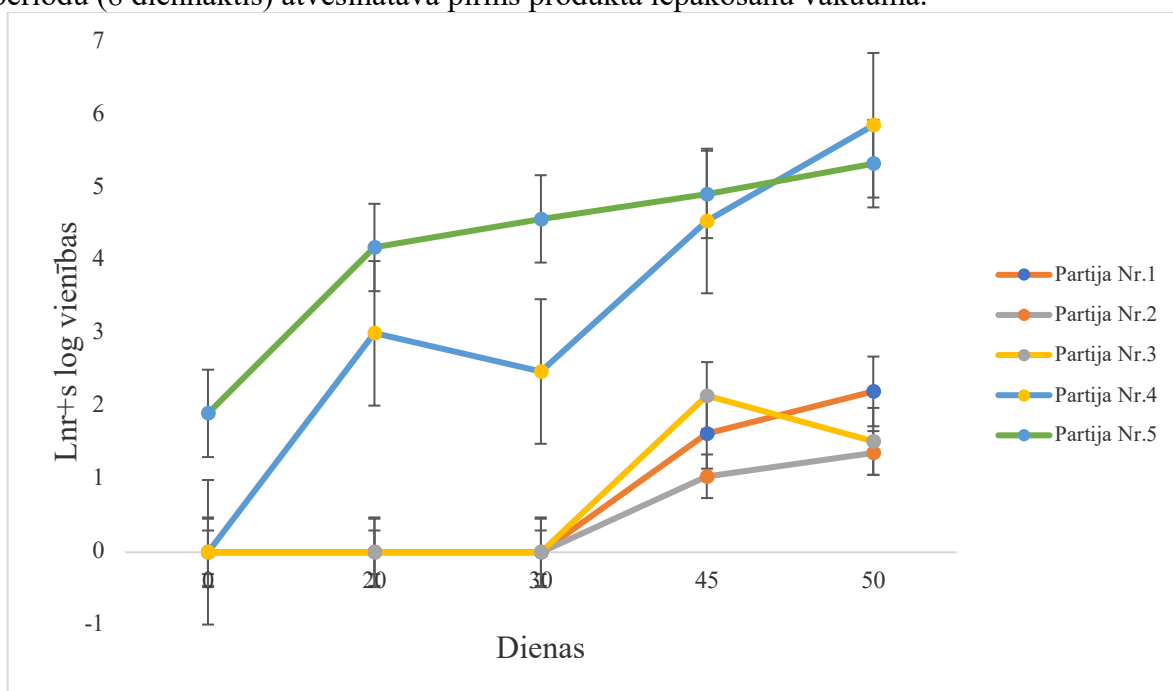
Bell ar līdzautoriem (2001) pētījumā ir norādījuši, ka psihotropo baktēriju sporas var paātrināt dīgtspēju un samazināt tam nepieciešamo laiku, vakuumpakojuma aizvalcēšanas laikā, kad notiek temperatūras samazināšanās karsēšanas procesam noslēdzoties.



1.18. attēls. Kopējais psihrotropo baktēriju skaits briežu gaļas paraugos uzglabāšana laikā (vidējais ± standartklūda)

Testētajā briežu gaļā uzglabāšanas laikā tika noteikts arī **raugu un pelējuma sēņu** skaits, kur rezultāti bija amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $8 \times 10^1$  KVV/g (skat. 1.19. att.). Zemākais daudzums novērots paraugos no saimniecībām nr. 1, 2, 3 un 4, bet augstāko vērtību uzrādīta 5. saimniecības brieža gaļas paraugi.

Raugu un sēņu attīstību 5. partijas paraugos varētu skaidrot ar ilgstošu uzglabāšanas periodu (8 diennaktis) atvēsinātavā pirms produkta iepakojšanu vakuumā.



19. attēls. Raugu un pelējuma sēņu skaits briežu gaļā uzglabāšanas laikā (vidējais ± standartklūda)

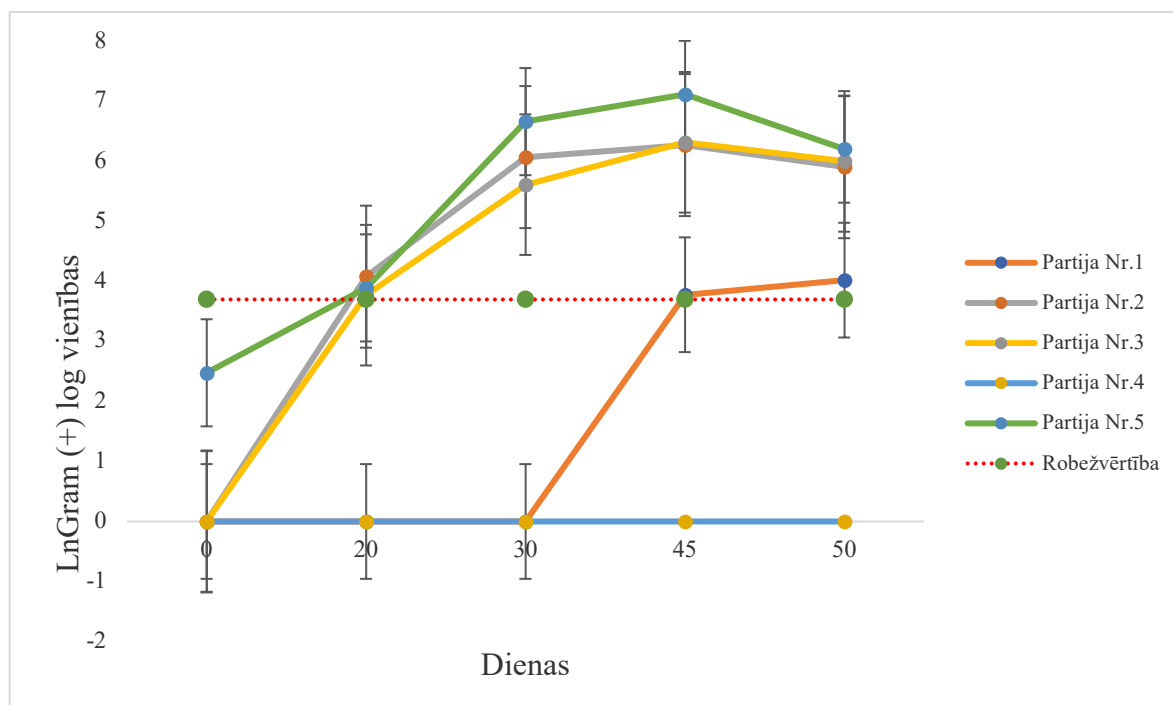


Kā norāda Dikeman un Devine (2014), tad pelējumi un raugi, kas savairojušies uz gaļas virsmas, ir cēlonis nepatīkamam aromātam un gļotu veidošanai uz produkta. Raugi un pelējumi var efektīvi konkurēt ar baktērijām un kļūt par dominējošo mikrofloru, kas rada būtiskus ekonomiskos zaudējumus un var radīt pārtikas drošības draudus. Raugi un pelējumi atrodas apkārtējā vidē – gaisā, uz virsmām, dzīvnieka ādas utt., kas izskaidro 4. un 5. partijas rezultātus. 4. partijas paraugi varēja tikt kontaminēti ar raugiem un pelējumiem kaušanas procesā no dzīvnieka ādas, bet 5. partijas paraugi papildus tam vēl kontaminējās uzglabāšanas laikā, atvēsinātavā pirms iepakojšanas vakuuma iepakojumā, kas izskaidro augsto mikroorganismu skaitu pirmajā testēšanas dienā.

Līdzīgi konstatē Collinsa un Huey (2015) pētījumā, kur kā galveno avotu bakterioloģiskajai kontaminācijai norāda dzīvnieka ādu un matus, kas saskārušies ar ganību augsnes mikrofloru. Konstatēts, ka mikroorganisma pārvešana no ādas uz pamataudiem, sākas atdalot iegurni, izmantojot tos pašus nažus, kas lietoti dīršanas procesā. Mikroflora nonāk arī uz darbinieka rokām, kājām un apģērba.

Iepriekš minētie pētnieki arī norāda, ka galvenie pelējuma veidošanās cēloņi uz gaļas ir putekļi, kas pārvietojas ar gaisu un temperatūras svārstībām, kas veido kondensātu uz gaļas virsmas.

**Gram (+) baktēriju** (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*) daudzums testētajā gaļā konstatētas amplitūdā no  $<10$  KVV/g līdz  $3 \times 10^2$  KVV/g. Zemākais rezultāts iegūts 1., 2., 3. un 4. partijas paraugiem, bet augstākais rezultāts atkal novērots 5. partijas paraugiem (skat. 1.20. att.).



1.20.attēls. Gram (+) baktēriju skaits briežu gaļā uzglabāšanas laikā (vidējais  $\pm$  standartklūda)

Collinsa un Huey (2015) norāda, ka *Staphylococcus spp.* nokļūst uz gaļas no cilvēka caur brūcēm vai ādas infekcijām, kā arī mikroorganisms sastopams degunā līdz pat 40 % klīniski veseliem cilvēkiem.



Kā norādīts Īrijas Republikas vadlīnijās “Pārtikas drošība”, tad *Staphylococcus spp.* baktērijas gaļas produktos var nonākt, neievērojot labas higiēnas prakses priekšnoteikumus kaušanas, uzglabāšanas un iepakojšanas procesos, kā arī nenodrošinot nepieciešamo uzglabāšanas temperatūru (Food Safety, 2016).

Aplūkojot pētījumā iekļauto briežu gaļas pirmās dienas testēšanas rezultātus, konstatēts, ka visu partiju paraugi ir labas kvalitātes un atbilst drošas pārtikas kritērijiem, kurus noteicis gaļas ieguves un pārstrādes uzņēmums, ņemot par pamatu Vācijas vadlīnijas “Pārtikas uzraudzības mikrobioloģiskie kritēriji”. Savukārt uzņēmumā deklarēto atļauto skaitu sasniedz 45.uzglabāšanas dienā 1.saimniecībā iegūtā gaļa, bet visu pārējo četru saimniecību gaļas paraugi – ap 20. uzglabāšanas dienu.

Nav konstatēta sakarība starp mikroorganismu skaita pieaugumu un produkta vides skābuma (pH) izmaiņām brieža gaļas uzglabāšanas laikā. Pieaugot baktēriju kopskaitam, vides skābums pieaug, kas izskaidrojams ar aminosavienojumu veidošanos produktā, mikroorganismu darbības rezultātā, veicinot gaļas bojāšanos (Ropodi et al., 2017). Veicot statistisko analīzi, tika salīdzināti kvalitātes noteicošie rādītāji un to savstarpējā saistība vienam ar otru (MAFAM un pH). Briežu gaļas paraugu kvalitātes rādītāji analizēti pēc ANOVA un Spīrmana korelācijas metodēm, nosakot p vērtības. Salīdzinot izmantotās korelācijas metodes, novērots, ka salīdzināmo rādītāju savstarpējo sakarību ciešuma un nulles hipotēzes tendences ir līdzīgas. Ņemot to vērā, tālāko datu analīzi izstrādā pēc Spīrmana metodē iegūtajiem datiem, kuru starpā pastāv lineāra sakarība starp divām pazīmēm – kvantitatīvās (MAFAM) un kvalitatīvās (pH). Analizējot iegūtos korelācijas rādītājus, izmantojot Spīrmana metodi (skat. 1.2.tabulā), novēro, ka salīdzinātās pazīmes -  $p < 0.05$ , iespējams interpretēt ( $p$  vērtība = 0.0013). Korelācijas ciešuma klasifikācija atkarībā no koeficienta  $|r|$ , kas šajā gadījumā ir vienāds ar  $-0.6053$  un veido negatīvu un vāju korelāciju – punkti ir izkliedēti un neveido grupējumus. Pie šādas korelācijas, palielinoties mikroorganismu skaitam produktā, vides pH samazinās. Regresijas taisne sadala korelācijas atzīmes apmēram divās vienādās daļās, kas norāda uz vienādojuma patiesumu.

1.2. tabula

Spīrmana ranga korelācijas koeficients un to nozīmīgums

Salīdzinātie rādītāji	Korelācijas koeficients	P - vērtība	Būtiskums	
MAFAM - pH	-0.6053	0.0013	<0.05	Atšķiras
Anaerobo baktēriju skaits - pH	-0.5919	0.0018	<0.05	Atšķiras

Līdzīgu korelācijas sakarību var novērot, salīdzinot anaerobo baktēriju skaita izmaiņas ar vides skābuma izmaiņām (skat. 1.2. tabulu), kur  $p < 0.05$ ,  $|r| = -0.5919$ . Korelācija ir negatīva un vāja, palielinoties anaerobo baktēriju skaitam gaļas paraugā, vides pH samazinās. Regresijas taisne norāda uz patiesumu regresijas vienādojumā.

Var secināt, ka briežu gaļas paraugos MAFAM un anaerobo baktēriju skaitam dinamikā palielinoties, pazeminās vides pH, kas skaidrojams ar to, ka paraugos notiek amonija savienojumu uzkrāšanās (pūšanas procesā notiek olbaltumvielu sadalīšanās), kuru veicina mikroorganismu attīstība (Ropodi et al., 2017).





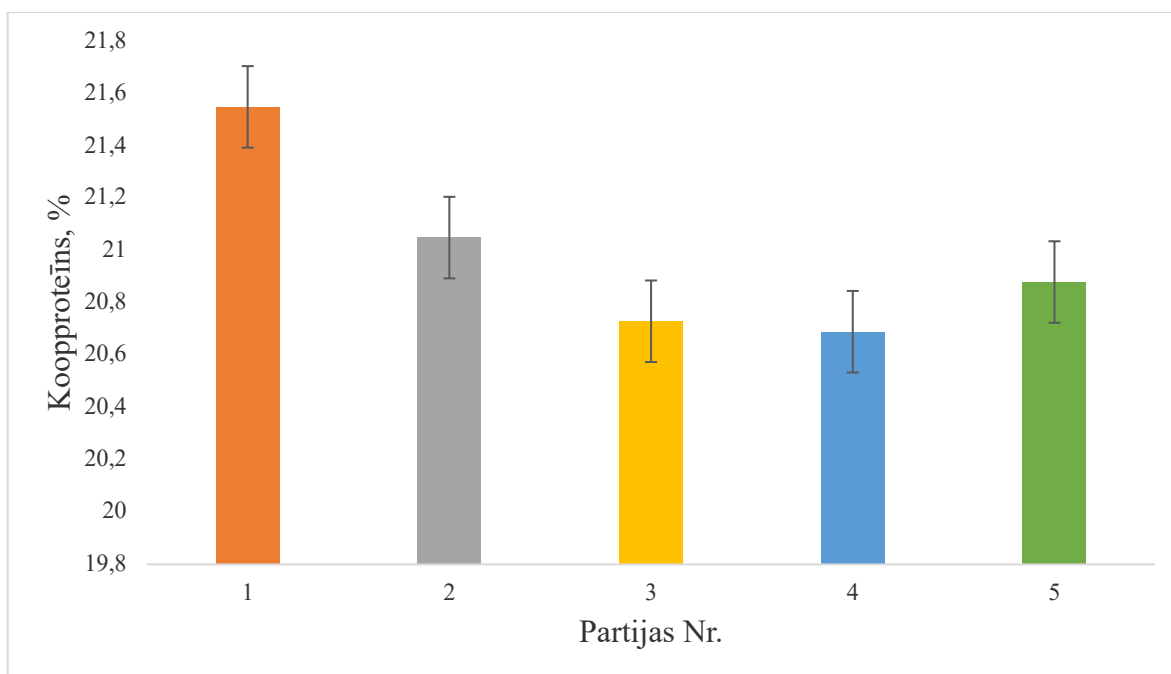
## Briežu gaļas ķīmiskie rādītāji

Olbaltumvielas pārtikas produktos pēc sastāva ir daudzveidīgas un to uzturvērtība atkarīga no aminoskābju daudzuma un to attiecību, kas atrodas šajos produktos. Cilvēka organisma gremošanas traktā ar pārtiku uzņemtās olbaltumvielas tiek sašķeltas aminoskābēs, kuras iedalās – neaizvietojamās un aizstājamās aminoskābēs. Neaizvietojamās aminoskābes organismā netiek sintezētas un ir jāuzņem ar uzturu, ja uzturs ir nepietiekams un netiek uzņemta kaut viena no šīm aminoskābēm, piemēram, triptofāns, lizīns vai metionīns, organisms nespēj sintezēt tam nepieciešamās olbaltumvielas. Uzturvielu bioloģisko vērtību nosaka neaizstājamās aminoskābes (Jemeljanovs u.c., 2013).

Proteīns ir neaizstājams uzturā, to nav iespējams aizvietot ne ar taukiem, ne ogļhidrātiem (SIA Biznesa, 2010)

Nosakot **kopproteīna daudzumu** nebrīvē audzētu briežu gaļā, to konstatējām amplitūdā no 20.69 līdz 21.55 %. Zemākais rādītājs fiksēts paraugu partijai nr. 4, bet augstākais partijai nr. 1 (skat. 1.21. att.).

Mūsu iegūtajiem rezultātiem līdzīgi ir arī citu pētījumu atklājumi – Peleari et al. (2003) konstatēts proteīna daudzums briežu gaļas paraugos 21.75 %. Savukārt, Strazdina et al. (2011) Latvijas savvaļas briežu gaļā konstatē proteīnu amplitūdā no 22.21 – 23.59%, savukārt, (2013) proteīna daudzumu briežu gaļā  $22.36 \pm 1.37$  %. Līdzīgi rezultāti savvaļas briežu gaļas paraugos iegūti Jemeljanova u.c. (2013) pētījumā, kur nebrīvē turētu briežu gaļas proteīna daudzums ir 23.6 %, bet savvaļas briežiem konstatētais proteīnu daudzums gaļā ir 21.8 %. Savvaļas briežu gaļas iegūtie rezultāti atšķiras no nebrīvē turētu briežu gaļas rezultātiem, kas izskaidrojams ar to, ka saimniecībās audzētie brieži ziemas periodā tiek piebaroti ar papildbarību.

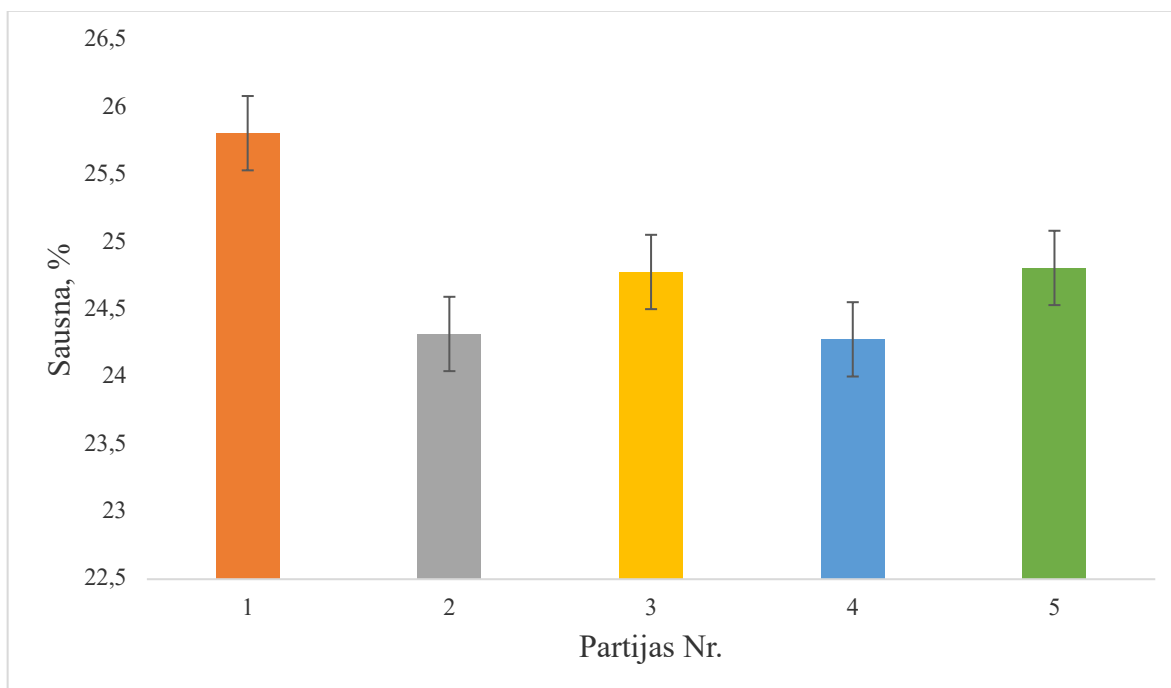


1.21. attēls. Kopproteīna daudzums briežu gaļas paraugos (vidējais ± standartklūda)

Sausna ir viena no īpašībām, kas raksturo gaļas garšu un maigumu. Kā norāda Renand et al. (2001) savā pētījumā, jo augstāks sausnas saturs un mazāks pH, jo spēcīgāka garša ir



gaļai. Sausna ir viens no kvalitātes rādītājiem gaļā, kas mainās atkarībā no dzīvnieka vecuma. Ievērojami pieaug pigmenta, lipīdu un sausnas saturs gaļā dzīvniekam kļūstot vecākam. Pieaugot sausnas saturam un lipīdiem gaļā, pieaug arī garšas intensitāte (Dikeman et al., 1986; Jurie et al., 1999; Maltin et al., 1998; Renerre, 1982; Valin & Goutefongea, 1982; Vestergaard et al., 2000; Vestergaard et al., 2000). Gaļa ar augstu sausnas saturu ir cieta un satur mazāk gaļas sulas (Yven et al., 2005). Konstatētais **sausnas daudzums** testētajos briežu gaļas paraugos novērots amplitūdā no 24.28 % līdz 25.81 % (skat. 1.22. att.), kur zemāko rezultātu uzrāda 4. partijas paraugi, bet augstākos rezultātus – 1. partijas gaļas paraugi.



1.22. attēls. Sausnas daudzums briežu gaļas paraugos (vidējais ± standartklūda)

**Aminoskābju profils** ir ļoti svarīgs, jo dažas aminoskābes organismā netiek sintezētas un tās ir jāuzņem ar uzturu. Gaļa ir bagāta ar neaizstājamajām aminoskābēm – lizīnu, leikīnu, izoleucīnu un sēru saturošas aminoskābes, kas piešķir gaļai augstu proteīna kvalitātes nozīmi (Young et al., 2001).

Kopējais aminoskābju daudzums testētajos briežu gaļas paraugos konstatēts amplitūdā no 19.38 g/kg līdz 20.26 g/kg, kas ir līdzīgs rezultāts kā Serrano et al. (2018) pētījumā, kur konstatēts kopējais aminoskābju daudzums robežās no 19.87 g/kg līdz 21.05 g/kg. Aminoskābju daudzumu un sastāvu briežu gaļā nosaka: brieža dzimums, vecums, reprodukcijas periods, barība, stresa līmenis, labturība, kā arī gada periods, kurā gaļa iegūta.

Briežu gaļas paraugos **lizīna** daudzums tika konstatēts amplitūdā no 1.96 g/kg līdz 2.02 g/kg, kur zemākais rādītājs novērots 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.23. att.).

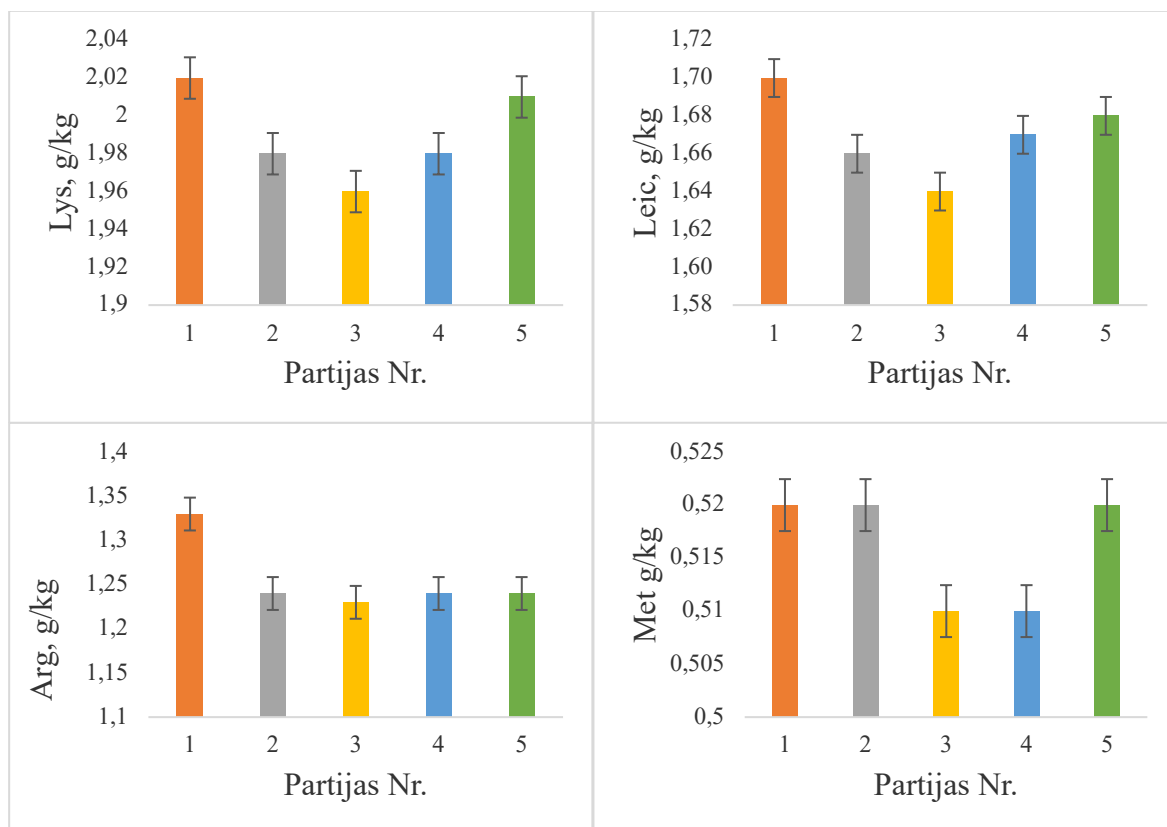
Lizīns nepieciešams proteīnu sintēzei dzīvnieka organismā laktācijas, augšanas un grūsnības periodā (Ordway, Aines, 2010). Šī aminoskābe nepieciešama kaulu attīstībai un bērnu augšanas procesā, kā arī organismā veicina Ca absorbciju un nodrošina normālus slāpekļa ciklus. Lizīns tiek izmantots antivielu, hormonu un fermentu izstrādē, kā arī veicina kolagēna veidošanos un audu atjaunošanos (Garaeva et al., 2009).

Serrano et al. (2018) lizīns konstatēts amplitūdā no 1.73 g/kg līdz 1.86 g/kg brieža gaļā, citā pētījumā (2020) - Spānijā iegūtai briežu gaļai novērotais lizīna daudzums sasniedza



4.31 g/kg, savukārt Jaunzēlandē iegūtai gaļai 2.08 g/kg. Ziemas apstākļos iegūtā gaļa satur 2.02 g/kg lizīna, bet vasaras laikā iegūtā gaļa satur 2.29 g/kg. Okuschanova et al. (2017) pētījumā norādīts, ka lizīna saturs brieža gaļā, kas iegūta Kazahstānā, ir 0.99 g/kg. Strazdinas et al. (2011) pētījumā savvaļas briežu gaļā konstatēts lizīns  $6.19 \pm 1.03$  g/kg, bet nebrīvē augušie brieži uzrādīja  $9.54 \pm 0.98$  g/kg.

**Leicīna** daudzums gaļas paraugos tika konstatēts amplitūdā no 1.64 g/kg līdz 1.70 g/kg, kur zemākais rezultāts iegūts no 3. partijas paraugiem, bet augstākais no 1. partijas briežu gaļas paraugiem (skat. 1.23. att.).



1.23.attēls. Neaizstājamo aminoskābju maksimālais un minimālais daudzums brieža gaļas paraugos (vidējais  $\pm$  standartklūda).

2018. gada pētījumā Seranno et al. konstatē briežu gaļā leicīnu no 1.67 g/kg līdz 1.73 g/kg, bet Spānijas briežu gaļā konstatēti 2.04 g/kg leicīna, Jaunzēlandē 1.78 g/kg, ziemas apstākļos iegūtā gaļa satur 1.99 g/kg leicīna, bet vasaras periodā iegūtā gaļa satur 2.09 g/kg (Serrano et al., 2020). Leicīna saturs gaļā Okuschanovas et al. (2017) pētījumā konstatēts 0.74 g/kg. Stazdina et al. (2011) konstatēts leicīns savvaļā augušiem briežiem  $5.55 \pm 1.08$  g/kg un nebrīvē augušiem briežiem  $9.00 \pm 0.94$  g/kg.

Pētījumā gaļas paraugos konstatētais **arginīna** daudzums svārstās no 1.23 g/kg līdz 1.33 g/kg (skat. 1.23. att.). Zemākos rezultātus uzrādīja 3. partijas gaļas paraugi, bet augstāko – 1. partijas paraugi.

Serano et al. (2018) konstatēja arginīna daudzumu amplitūdā no 1.91 g/kg līdz 2.01 g/kg, kas ir līdzīgi rezultāti (2020), pētījumā briežu gaļā konstatētais arginīna daudzums sasniedz 2.07 g/kg Spānijā un 1.83 g/kg Jaunzēlandē. Ziemas apstākļos gaļa satur 2.18 g/kg arginīna, bet vasarā 1.96 g/kg. Arginīna saturs Latvijā augušajiem savvaļas briežiem

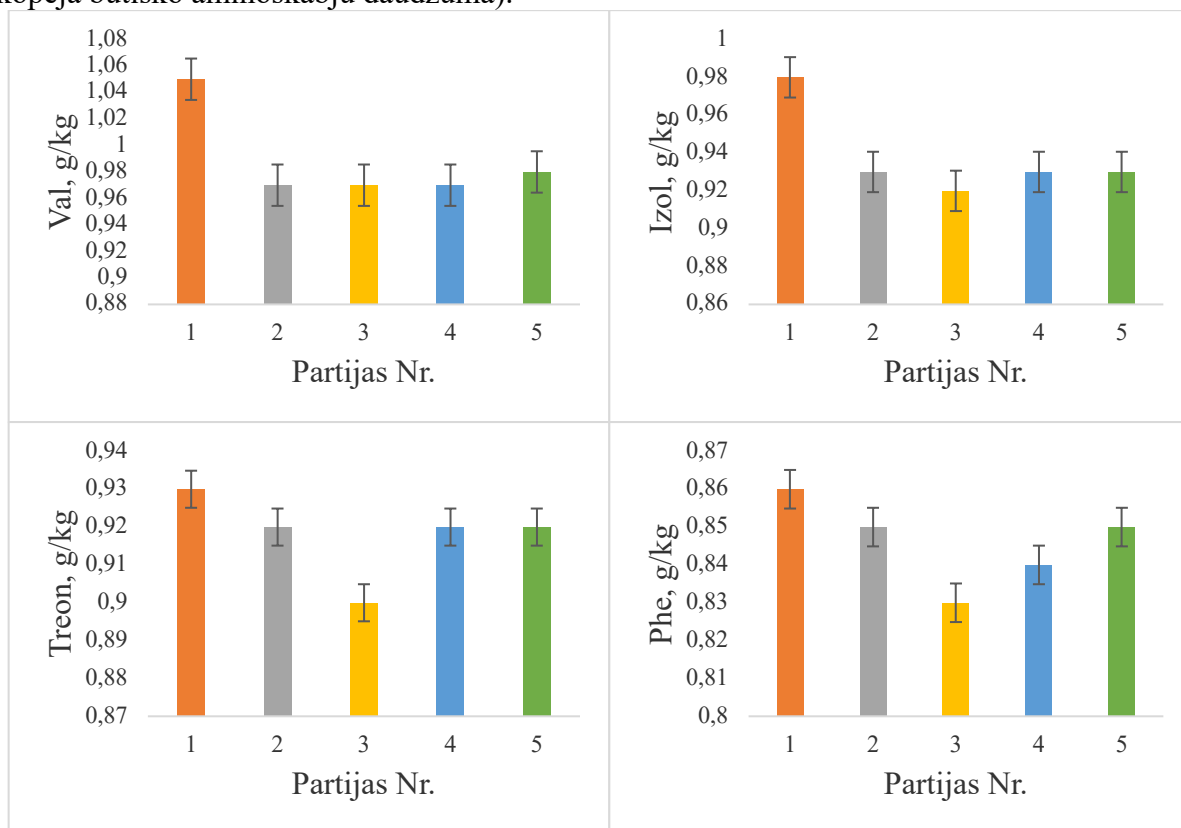


konstatēts  $4.92 \pm 1.52$  g/kg un nebrīvē augušu briežu gaļā  $5.94 \pm 0.95$  g/kg (Strazdina et al., 2011).

**Metionīna** daudzums briežu gaļas paraugos svārstījās no 0.51 g/kg līdz 0.52 g/kg, kur zemākais rezultāts novērots 3. un 4. partijas paraugiem, bet augstākais rezultāts – 1., 2. un 5. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.23. att.).

Metionīnam liela nozīme ir dzīvnieka augšanas un attīstības periodā (National Research Council, 2007). Lietojot šādu gaļu uzturā, kas bagāta ar metionīnu, var tikt samazināts B12 vitamīna deficīta risks organismā (Cornet, Bousset, 1999). Spānijā un Jaunzēlandē novērotais metionīna daudzums briežu gaļā 0.29 g/kg, ziemas apstākļos 0.28 g/kg un vasarā 0.31 g/kg (Serrano et al., 2020). 0.33 g/kg novēroti Okuschanovas et al. (2017) pētījumā. Metionīna daudzums Latvijā veiktajam pētījumam (Strazdina et al., 2011), kur gaļa iegūta no savvaļā augušiem briežiem,  $1.56 \pm 0.71$  g/kg, savukārt, nebrīvē audzētā briežu gaļā  $2.53 \pm 0.72$  g/kg.

Līdzīgi rezultāti iegūti Serrano et al. (2018), kur metionīns konstatēts amplitūdā no 0.17 g/kg līdz 0.21 g/kg, (2020) pētījumā, kur starp būtiskajām aminoskābēm dominējošais bija lizīns, kam sekoja arginīns, lecitīns, kas kopā veido apmēram 50% no kopējā būtisko aminoskābju daudzumu, savukārt, metionīns uzrādīts zemākās vērtībās (aptuveni 2.4% no kopējā būtisko aminoskābju daudzuma).



1.24. attēls. Neaizstājamo aminoskābju daudzums brieža gaļas paraugos (vidējais ± standartklūda)

**Valīna** daudzums mūsu pētījumā konstatēts amplitūdā no 0.97 g/kg līdz 1.05 g/kg, kur zemākais rezultāts novērots 2., 3. un 4. partijas gaļas paraugiem, bet augstākais rezultāts – 1. partijas paraugiem (skat. 1.24. att.).

Serrano et al. (2018) konstatēts valīna daudzums brieža gaļā amplitūdā no 0.97 g/kg līdz 1.02 g/kg, kas ir gandrīz identiski rādītāji šajā pētījumā iegūtajiem rezultātiem. 2020.



gada pētījumā Spānijā briežu gaļā konstatēts valīns 1.28 g/kg, Jaunzēlandē 1.16 g/kg. (Okuskhanova et al., 2017) Valīna daudzums gaļā novērots 0.58 g/kg. Latvijā iegūtai gaļai no savvaļas briežiem  $3.47 \pm 0.66$  g/kg un nebrīvē audzētai briežu gaļai  $5.26 \pm 0.79$  g/kg (Strazdina et al., 2011).

Briežu gaļas paraugos **izoleicīna** daudzums konstatēts amplitūdā no 0.92 g/kg līdz 0.98 g/kg, kur zemākie rādītāji novēroti 3. partijas paraugiem, bet augstākie – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.24. att.).

Izoleicīna daudzums briežu gaļā konstatēts ar līdzīgiem rezultātiem – amplitūdā no 0.94 g/kg līdz 0.96 g/kg (Serrano et al., 2018, 2020), Spānijā konstatētais aminoskābes daudzums gaļā novērots 1.22 g/kg, Jaunzēlandē 1.03 g/kg, savukārt, salīdzinot ziemas periodu, kur gaļā konstatēts izoleicīns 1.17 g/kg, bet vasaras periodā 1.26 g/kg. Aminoskābe Okushanovas et al. (2017) pētījumā iegūta 0.58 g/kg. Latvijas briežu gaļā konstatēts  $3.22 \pm 0.44$  g/kg (savvaļā) un  $5.22 \pm 0.51$  g/kg (nebrīvē) (Strazdina et al., 2011).

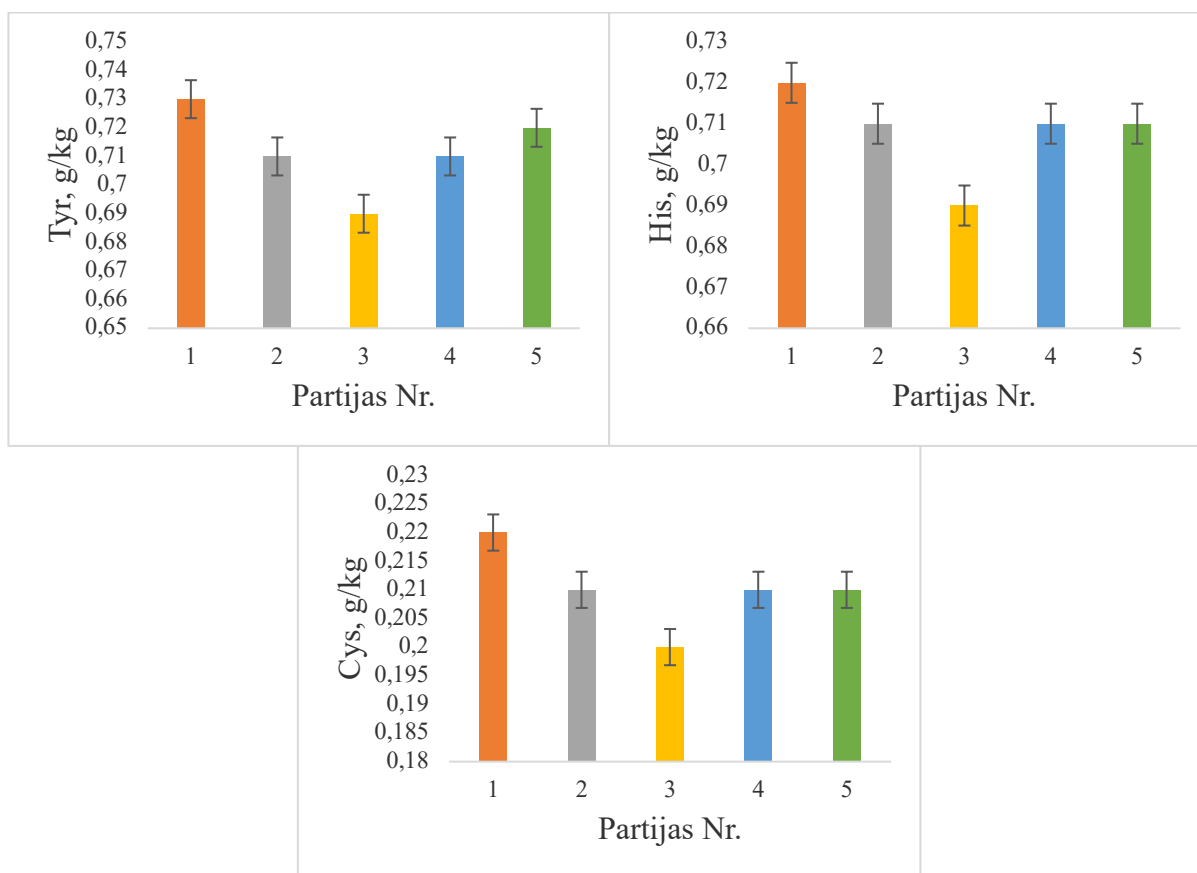
**Treonīna** daudzums briežu gaļas paraugos svārstījās no 0.90 g/kg līdz 0.93 g/kg, kur zemākais rezultāts novērots 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.24. att.).

Treonīna daudzums brieža gaļā Serrano et al. (2018) pētījumā ir augstāks - 1.1 g/kg. 2020. gada pētījumā Spānijā konstatētais daudzums 1.08 g/kg, Jaunzēlandē 1.15 g/kg, savukārt, ziemas periodā novērots 1.08 g/kg, bet vasarā 1.08 g/kg. ).54 g/kg konstatēts Okuskhanovas et al. (2017) pētījumā. Starzdas et al. (2011) pētījumā Latvijā iegūtai briežu gaļai konstatētais treonīna daudzums bija  $3.73 \pm 1.83$  g/kg (savvaļas brieži) un  $4.95 \pm 0.72$  g/kg (audzētavas brieži).

**Fenilalanīna** daudzums briežu gaļas paraugos tika konstatēts amplitūdā no 0.83 g/kg līdz 0.86 g/kg, kur zemākais rezultāts pieder 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas paraugiem (skat. 1.24. att.).

Fenilalanīna daudzums brieža gaļā konstatēts 0.87 g/kg Serrano et al. (2018) pētījumā, kas ir līdzīgs rezultāts šajā pētījumā konstatētajam. (2020) Spānijā iegūti rādītāji, kur aminoskābes daudzums briežu gaļā 1.09 g/kg, Jaunzēlandē 0.94 g/kg, bet ziemas periodā 1.05 g/kg un vasaras periodā 1.12 g/kg. Okuskhanova et al. (2017) novēro 0.41 g/kg fenilalanīna brieža gaļā. Fenilalanīns Latvijas pētītai briežu gaļai novērots  $2.8 \pm 0.73$  g/kg (savvaļa) un  $5.04 \pm 0.94$  g/kg (nebrīve) (Strazdina et al., 2011).





1.25. attēls. Neaizstājamo aminoskābju daudzums brieža gaļas paraugos (vidējais ± standartklūda)

**Tirozīna** daudzums mūsu testētajos briežu gaļas paraugos tika konstatēts amplitūdā no 0.69 g/kg līdz 0.73 g/kg, kur zemākais rezultāts iegūts no 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.25. att.).

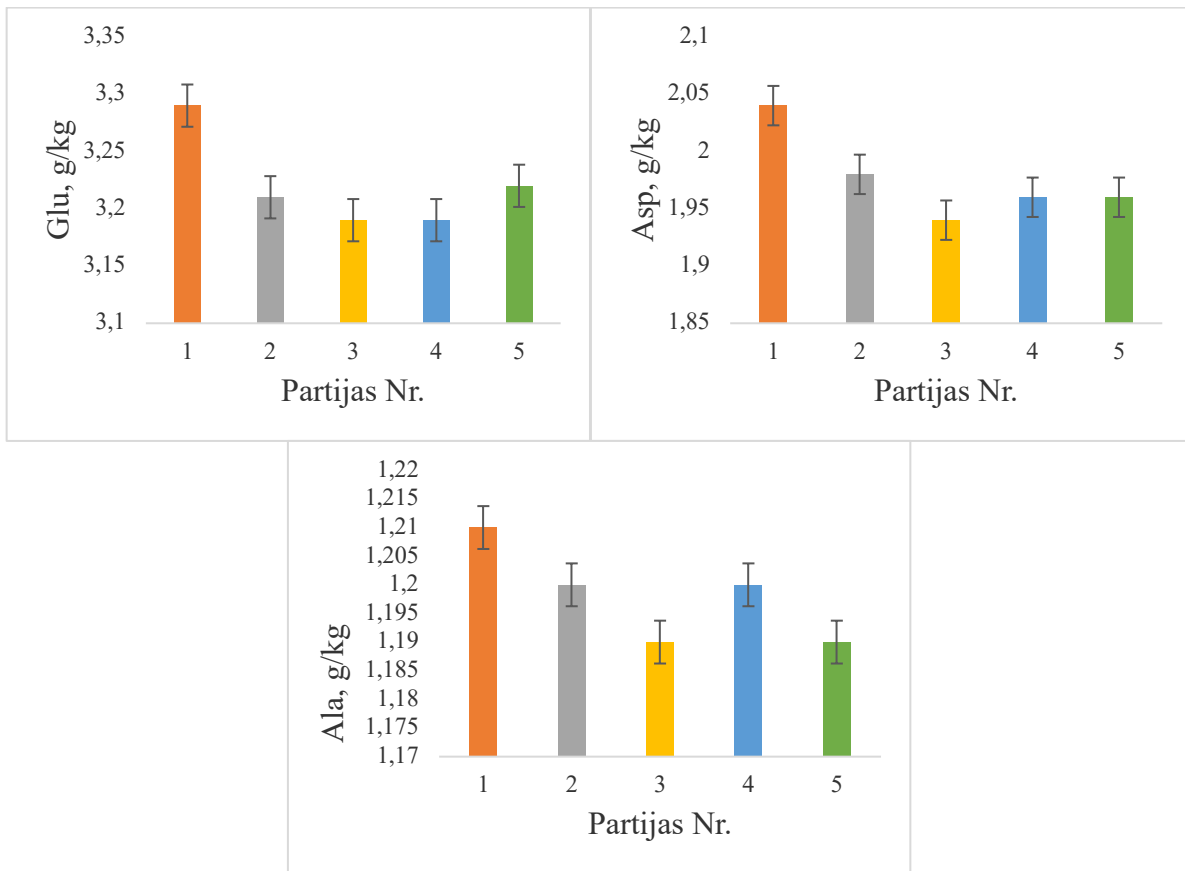
Serrano et al. (2018) – tirozīns konstatēts briežu gaļā amplitūdā no 0.71 g/kg līdz 0.76 g/kg, (2020) ziemas periodā gaļā konstatēts 0.84 g/kg, vasarā 0.83 g/kg. Spānijā audzētajiem briežiem novērots tirozīna daudzums 0.83 g/kg, bet Jaunzēlandē 0.60 g/kg. Strazdinas et al. (2011) pētījumā konstatēts savvaļā augušo briežu gaļā  $3.67 \pm 1.02$  g/kg un nebrīvē augušo briežu gaļā  $4.53 \pm 0.61$  g/kg.

**Histidīna** daudzums briežu gaļas paraugos svārstījās no 0.69 g/kg līdz 0.72 g/kg, kur zemākais rādītājs novērots 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas paraugiem (skat. 1.25. att.).

Līdzīgi rezultāti iegūti Serrano et al. (2018), kur uzrādītais histidīna daudzums brieža gaļā svārstās no 0.73 – 0.76 g/kg, savukārt, (2020) Spānijā iegūtā gaļa uzrādīja 0.88 g/kg, Jaunzēlandē 0.43 g/kg, bet ziemas periodā 0.77 g/kg un vasaras periodā 0.99 g/kg. Histidīna daudzums Latvijas apstākļos augušā briežu gaļā  $2.31 \pm 0.79$  (savvaļā) un nebrīvē augušā briežu gaļā  $2.68 \pm 1.71$  g/kg (Strazdina et al., 2011).

**Cisteīna** daudzums konstatēts amplitūdā no 0.20 g/kg līdz 0.22 g/kg, kur zemākais rezultāts pieder 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.25.att.).

Serrano et al. (2018) pētījumā cisteīna daudzums konstatēts 0.21 g/kg.



1.26. attēls. Aizstājamo aminoskābju maksimālais un minimālais daudzums briežu gaļas paraugos (vidējais  $\pm$  standartklūda).

**Glutamīnskābes** daudzums gaļas paraugos konstatēts amplitūdā no 3.19 g/kg līdz 3.29 g/kg, kur zemākais rezultāts pieder 3. un 4. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.26. att.).

Serrano et al. (2020) pētījumā visaugstākos rezultātus briežu gaļā novēro līdzīgi kā mūsu pētījumā, kur aizvietojamās aminoskābes: glutamīnskābe, asparagīnskābe un alanīns sastāda 71% no kopējā aizstājamo aminoskābju daudzuma. Pētījumā norādīta, ka Spānijā iegūtās briežu gaļas sastāvā novērota 3.63 g/kg glutamīnskābe, Jaunzēlandē – 3.32 g/kg, ziemas periodā iegūtai gaļai 3.75 g/kg un vasaras periodā – 3.52 g/kg. Līdzīgā pētījumā (2018) aminoskābe konstatēta amplitūdā no 3.10 g/kg līdz 3.29 g/kg. Strazdina et al. (2011) konstatētais glutamīnskābes daudzums savvaļas briežu gaļā  $14.95 \pm 2.17$  g/kg un nebrīvē augušu briežu gaļā  $14.11 \pm 1.36$  g/kg (Latvija).

Briežu gaļas paraugos konstatētais **asparagīnskābes** daudzums svārstījās no 1.94 g/kg līdz 2.04 g/kg, kur zemākais rezultāts novērots paraugu partijai nr. 3, bet augstākais – 1. partijas paraugiem (skat. 1.26. att.).

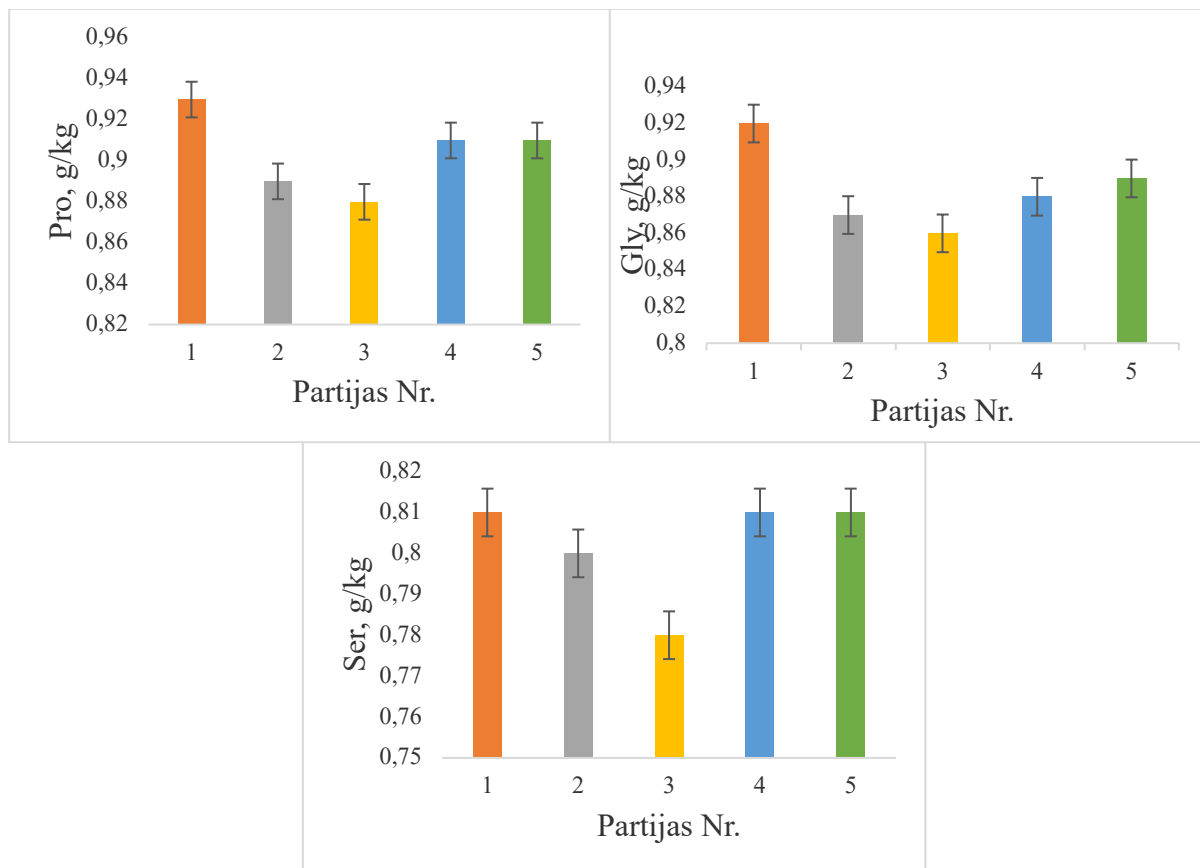
Asparagīnskābes daudzums (2018) svārstās 1.81 g/kg līdz 1.93 g/kg. Līdzīgā pētījumā Spānijā iegūtai briežu gaļai – 2.08 g/kg, Jaunzēlandē – 1.41 g/kg, ziemas periodā iegūtās gaļas saturā novērota 2.06 g/kg asparagīnskābe, vasaras periodā 2.11 g/kg (Serrano et al., 2020). Latvijā pētītajā briežu gaļā konstatētais asparagīnskābes daudzums konstatēts  $6.76 \pm 0.98$  g/kg (savvaļa) un  $8.07 \pm 0.73$  g/kg (audzētava) (Strazdina et al., 2011).

Briežu gaļas paraugos konstatētais **alanīna** daudzums bija amplitūdā no 1.19 g/kg līdz 1.21 g/kg. Zemākais rādītājs pieder paraugu partijām nr. 3 un 5, bet augstākais rādītājs konstatēts partijai nr. 1 (skat. 1.26. att.).



2018. gadā aminoskābe konstatēta amplitūdā no 1.25 g/kg līdz 1.39 g/kg. Līdzīgi Spānijā briežu gaļā konstatēts 1.3 g/kg alanīna, Jaunzēlandē – 1.21 g/kg, ziemas periodā iegūtā gaļa sastāda 1.38 g/kg un vasaras periodā 1.22 g/kg (Serrano et al., 2020). Latvijā augušu briežu gaļā novērots alanīna daudzums  $4.77 \pm 1.16$  g/kg (savvaļas brieži) un nebrīvē augušu briežu gaļā  $5.19 \pm 0.49$  g/kg (Strazdina et al., 2011).

Cygan – Szczegielniak un Janicki (2012) pētījumā konstatētais alanīna daudzums brieža gaļā sasniedza 0,55 g/kg, kas salīdzinot ar Latvijā iegūtajiem rezultātiem atšķiras gandrīz par 50%.



1.27. attēls. Aizstājamo aminoskābju daudzums brieža gaļas paraugos (vidējais  $\pm$  standartklūda)

**Prolīna** daudzums briežu gaļas paraugos svārstījās no 0.88 g/kg līdz 0.93 g/kg, kur zemākais rādītājs novērots 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas paraugiem (skat. 1.27. att.).

Serrano et al. (2018) pētījumā briežu gaļā konstatētais prolīna daudzums svārstījās no 0.80 g/kg līdz 0.93 g/kg, glicīna daudzums 0.87 g/kg līdz 1.1 g/kg, savukārt, serīna daudzums 0.85 g/kg līdz 0.88 g/kg. (2020) iegūtais prolīna daudzums gaļā, kas saražota Spānijā, bija 0.91 g/kg, Jaunzēlandē - 0.81 g/kg, ziemā - 0.95 g/kg, bet vasarā - 0.86 g/kg. Prolīna daudzums Latvijā iegūtai briežu gaļai novērots  $2.44 \pm 0.48$  g/kg (savvaļa) un  $3.0 \pm 0.52$  g/kg (audzētava) (Strazdina et al., 2011).

**Glicīna** daudzums gaļas paraugos svārstās no 0.86 g/kg līdz 0.92 g/kg, kur zemākais rādītājs novērots 3. partijas paraugiem, bet augstākais – 1. partijas paraugiem (skat. 1.27. att.).



Seranno et al. (2020) glicīns konstatēts 0.99 g/kg Spānijā, Jaunzēlandē 0.89 g/kg, ziemā 0.98 g/kg un vasarā 1.0 g/kg. Glicīna saturs, savvaļā - Latvijā augušu briežu gaļai,  $2.86 \pm 0.48$  g/kg un nebrīvē augušu briežu gaļai  $4.28 \pm 0.63$  g/kg (Strazdina et al., 2011).

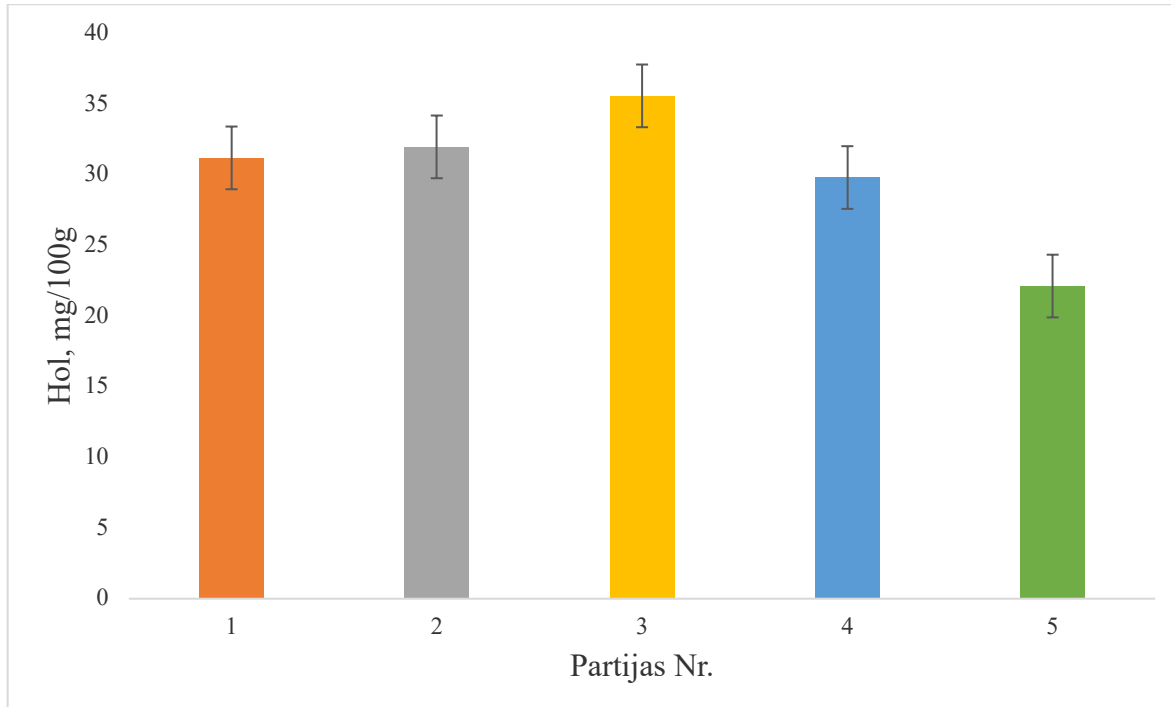
**Serīna** daudzums tika konstatēts amplitūdā no 0.78 g/kg līdz 0.81 g/kg, kur zemāko rezultātu uzrādīja 3. partijas paraugi, bet augstāko rezultātu uzrādīja 1., 4. un 5. partijas briežu gaļas paraugi (skat. 1.27. att.).

Spānijā iegūtais daudzums briežu gaļā 0.88 g/kg, Jaunzēlandē 1.02 g/kg, ziemas periodā 0.80 g/kg un vasarā 0.97 g/kg norādīts Seranno et al. (2020). Serīna saturs Latvijas apstākļos iegūtai savvaļas briežu gaļai  $2.22 \pm 0.52$  g/kg un audzētavas briežu gaļai  $3.01 \pm 0.65$  g/kg konstatēts Strazdinas et al. (2011) pētījumā.

Brieža gaļā kopējais tauku daudzums ir mazāks nekā liellopu gaļai raksturīgais tauku daudzums (Jemeljanovs u.c., 2013). Dzīvnieku valsts produktos ir sastopams lecīna antagonists – holesterīns, kas sintezējas arī organismā (Rubana, 2000). Holesterīna veidošanos veicina ogļhidrātiem un taukiem bagāts uzturs. Tā saturs ir augstāks produktos ar bagātīgu tauku saturu (Vestmane, Zaharova, 2015).

Holesterīna saturs organismā ir atkarīgs no uzņemtā uztura, kā arī no holesterīna veidošanās un sairšanas pakāpes organismā. No organisma tiek izvadīts kopā ar žulti caur zarnu traktu, bet trekni ēdieni uzturā var veicināt atpakaļ uzsūkšanos zarnu traktā un nogulsņēšanos asinsrites sistēmā (SIA Biznesa, 2010).

Gaļas paraugos **holesterīna** daudzums konstatēts amplitūdā no 40.24 mg/100g līdz 64.28 mg/100g. Zemākais rezultāts novērots 5. partijas paraugiem, bet augstākais rezultāts 3. partijas gaļas paraugiem (skat. 1.28. att.).



1.28. attēls. Holesterīna daudzums briežu gaļas paraugos (vidējais  $\pm$  standartklūda)

Polak et al. (2008) pētījumā holesterīna saturs staltbriežu gaļā konstatēts amplitūdā no 73.45 mg/100g līdz 94.64 mg/100g, līdzīgi rezultāti briežu gaļā novēroti Strazdina et al., 2013 pētījumā, kur holesterīna daudzums konstatēts  $70.57 \pm 2.49$  mg/100g, savukārt, Quaremsa et al. (2012) konstatētais holesterīna daudzums briežu gaļas paraugos svārstījās no 55 – 87



mg/100g. Serrano et al. (2018) novēroja holesterīna daudzumu amplitūdā no 43.7 mg/100g līdz 55.0 mg/100g, līdzīgi rezultāti iegūti López-Pedrouso et al. (2019) pētījumā, kur holesterīns konstatēts  $49.96 \pm 1.17$  mg/100g, kā arī Dikeman, Devine (2014) savvaļas briežu gaļā novēro holesterīna daudzumu 54 mg/100g.

Polak et al., 2008 konstatēts, ka savvaļas staltbriežu dzimums un vecums ietekmē intramuskulāro tauku saturu, holesterīna koncentrāciju un taukskābju saturu gaļā - jaunākiem dzīvniekiem var būt zemāks holesterīna līmenis (Quaresma et al., 2012). Kudrnáčová et al., 2018 norāda, ka holesterīna līmenis gaļā reprezentē un atspoguļo barības devās atsevišķu taukskābju daudzumu.

Mūsu pētījumā tika iegūta gaļa no jauniem briežu bulļiem (apmēram 1.5 gadi), kas arī izskaidro zemos holesterīna rādītājus gaļā.





## 1.8. KAUSĀNAS TEHNOLOĢIJU EKONOMISKAIS NOVĒRTĒJUMS

Briežkopība kā netradicionāla lauksaimniecības nozare Latvijā sāka attīstīties 20.gadsimta deviņdesmitajos gados. Brieža gaļā ir cilvēka veselībai optimāls holesterīna, aminoskābju, taukskābju un mikroelementu daudzums (avots), bez tam briežu gaļai piemīt specifiskas, izteiktas garšas īpašības (avots), kas norāda uz briežu gaļas kvalitāti kā potenciāli nozīmīgu konkurētspēju paaugstinošu faktoru briežkopības attīstībā un rada iespēju to pozicionēt tirgū kā patērētāja veselībai veselīgu, drošu un augstvērtīgu produktu. Patērētāji ir viens no nozīmīgākajiem konkurenci ietekmējošiem faktoriem, kas skaidrojams ar to, ka tieši patērētāji veido pieprasījumu pēc noteiktas preces. Patērētāju vēlmes ir saistītas ar cenu pazemināšanu un kvalitātes paaugstināšanu produkcijai, kas tieši ietekmē nozares ienesīgumu un konkurētspēju.

Lai veicinātu briežkopības attīstību, jāattīsta esošais un jāmeklē jauni noieta tirgi, īpaši valstīs ar attīstītu ekonomiku un, kurās intensīvi palielinās pieprasījums pēc veselīgām pārtikas precēm. Šī mērķa saniešanu būtiski ietekmē briežkopības produkcijas kvalitātes garantēšana, kas lielā mērā izriet no tehnoloģiskajiem apstākļiem briežu gaļas ieguvē. Papildus tam, briežkopības saimniecību darbību ietekmē arī globālās konkurences izaicinājumi un uzdevumus pārtikas ražotājiem augstvērtīgu dzīvnieku izcelsmes izejvielu ražošanā. Kvalitātes jēdziens aktualizējas runājot gan par kāda atsevišķa izstrādājuma, pakalpojuma, gan tautsaimniecības nozares, gan valsts ekonomikas konkurētspēju kopumā. Notiekošie procesi ekonomikā pavisam droši ļauj apgalvot, ka Latvijas pārtikas nozares attīstību, tāpat kā pārtikas nozari pasaulē, ietekmē patērētāju pieprasījuma maiņa attiecībā uz pārtikas produktiem - palielinās pieprasījums pēc veselīgiem pārtikas produktiem, kā arī pēc bioloģiski ražotiem produktiem, ko sekmē pieaugošās patērētāju rūpes par vidi un veselību. Sabiedrības veselības jautājumi tiek iekļauti arī valsts plānošanas dokumentos, kur viens no Latvijas lauksaimniecības attīstības prioritārajiem attīstības virzieniem ir patērētāju nodrošināšana ar drošu un kvalitatīvu pārtiku, kas, atbilst arī ES pārtikas drošības politikas izvirzītajiem mērķiem, uzsverot, ka cilvēka veselība ir viena no pamatvērtībām, tā ir dzīves kvalitātes, personīgās un ģimenes labklājības. Līdz ar to ekonomikas globalizācijas aspektā viens no pārtikas ražošanas konkurētspējas paaugstinošiem faktoriem ir augsti kvalitatīvas produkcijas ražošana.

Ekonomikas globalizācijas aspektā viens no lopkopības produkcijas konkurētspējas paaugstinošiem faktoriem ir augsti kvalitatīvas produkcijas ražošana. Pētījumu nepieciešamību nosaka: Eiropas Savienības kopējā tirgus prasības un valsts iedzīvotāju pieprasījums pēc augstas kvalitātes produktiem, kas nodrošina enerģiju un garantētu veselības saglabāšanu un uzlabošanu, kā arī mūža pagarināšanu. Kopējais iedzīvotāju skaits pasaulē joprojām turpina pieaugt, kas pašlaik jau pārsniedzis 7 miljardus. Šis faktors ir veicinājis pieprasījumu pēc dzīvnieku produktiem cilvēku uzturā, kā arī pieaug jaunattīstību valstu dzīves līmenis un kvalitāte (Cawthorn et al., 2014). 1961. gadā gaļas patēriņš uz cilvēku nepārsniedza 23 kg, bet 2011. gadā gaļas patēriņš bija pieaudzis līdz 42 kg uz vienu cilvēku (Sans et al., 2015). Pieaugot pieprasījumam pēc meža gaļas 20. gs. otrajā pusē, to patēriņš pieauga pasaulē līdz 1 miljona tonnu gadā. Turpinot palielināties pieprasījumam, mūsdienās meža gaļu realizē pārtikai aptuveni 2 miljonus tonnu gadā (Costa et al., 2016).

Gaļu uzskata par galveno tauku avotu cilvēka uzturā. Attīstoties veselības aprūpei, uzsvars tiek likts uz liesas gaļas un to produktu lietošanu uzturā, kuru uzturvērtība ir ar zemu tauku un holesterīna saturu (Dahlan et al., 2008). Aizvien lielāka uzmanība tiek pievērsta pārtikas nekaitīgumam un dzīvnieku saslimšanām, kas var radīt riskus cilvēku veselībai un



nosaka gaļas kvalitāti (Font-i-Furnols et al., 2014, MacRae et al., 2005). Šāda veida produktus ir nepieciešams uzglabāt pēc iespējas ilgāku laiku un ar augstu, nemainīgu kvalitāti.

Kvalitāte tiek definēta kā produkta vai pakalpojuma piemērotība lietošanai (Juran, 2010), bet no ražotāja viedokļa kvalitāti raksturo konkrēti raksturlielumi. Savukārt ar pārtikas kvalitāti tiek saprasts 1) gan pārtikas drošums jeb nekaitīgums, uzsverot, ka pārtikas kvalitātvajiem rādītājiem ir jābūt tādiem, lai tā nevar radīt kaitējumu cilvēka veselībai nedz īslaicīgā, nedz ilglaicīgā laika periodā, vai pat izraisīt tā nāvi; 2) gan produkta paredzamās īpašības, piemēram, organoleptiskās, uztura īpašības utt.; 3) gan pārtikas vēlamās īpašības, kas attaisno patērētāju ekspektācijas attiecībā uz pievienoto vērtību. Jāņem vērā, ka aizvien biežāk runā par gaļas kvalitāti un to nozīmīgumu, bet īsti nav vienprātības par šī termina "kvalitāte" nozīmi. Parasti tiek uzskatīts, ka tas ir divu galveno elementu kopums. Viens no šiem rādītājiem ir gaļas kopējā kvalitāte, kurā ietilpst īpašības, kuras var izmērīt, piemēram, mikrobioloģiskais stāvoklis, jutīgums, krāsa, sulīgums, glabāšanas laiks, pH vērtība un toksisko vielu saturs. No otras puses šo kvalitāti nosaka arī neizmērāmi aspekti – patērētāja personīgā uztvere par gaļu un tās kvalitātes vērtību.

Pēc Eiropas Pārtikas institūta pētījumiem, Eiropas Savienības valstīs arvien pieaug to pircēju skaits, kuri par galveno pārtikas produktu izvēles un iegādes kritēriju uzskata tās veselīgumu un to saista tieši ar svaigu, nesaldētu gaļu (Vaarst, Hovi, 2004). Tas nozīmē, ka ar pārtikas kvalitāti tiek saprastas ne tikai organoleptiskās vai citas pārtiku raksturojošas īpašības, kvalitāte nozīmē pārtikas vēlamās īpašības, kas varētu attaisnot pievienoto vērtību; piemēram, pārtikas ražošanas veidu (bioloģiskās lauksaimniecība, vides aizsardzība, dzīvnieku labturība), ražošanas apgabali (cilmes vietas nosaukums) un ar to saistītās tradīcijas, atšķirīgs pieprasījums pēc augstvērtīgiem pārtikas produktiem ar zemu holesterīna un tauku saturu, piemēram, pēc medījuma gaļas, kas atšķiras ar specifiskajām garšas īpašībām, funkcionāliem produktiem - ar augstāku fizioloģiski aktīvo vielu funkciju (Yamada et al., 2008).

Pārtikas nekaitīguma kritērijus var uzskatīt par objektīviem pārtikas kvalitātes vērtēšanas kritērijiem. Starptautiskā Standartizācijas organizācija (ISO) kvalitāti definējusi (ISO 9000 sērijas standarts) kā ilgtermiņa apmierinātības gūšanu, ņemot vērā patērētāju vēlmes viņu vajadzību robežās, norādot, ka "kvalitāte ir pakāpe, līdz kurai attiecīgajam objektam raksturīgu iezīmju kopums atbilst prasībām". Faktiski tā ir atbilstība noteiktajām prasībām (piemēram, starptautiskajām, valsts, nozares u.c.) vai kopējiem produkta vai sniedzamā pakalpojuma nosacījumiem un spēj apmierināt patērētāja iedomātās vajadzības. Tādējādi, no ražotāja viedokļa kvalitāti raksturo konkrēti raksturlielumi, kas tiek noteikti atbilstošā līmenī un ražotājam tie ir jāsasniedz.

Savukārt pārtikas organoleptiskās (piemēram, krāsa, garša, konsistence) un vēlamās īpašības (piemēram, ražots bioloģiskajā saimniecībā) ir tas, ko ar šo jēdzienu saprot katrs patērētājs individuāli, tādēļ tos var uzskatīt par subjektīviem vērtēšanas kritērijiem. Amerikāņu zinātnieks Džarens Dž. (Juran J.) (2010) kvalitāti definē kā produkta vai pakalpojuma piemērotību lietošanai, t.i., ja izstrādājums vai pakalpojums pilnībā apmierina patērētāja vajadzības, tas ir piemērots lietošanai.

Pārtikas ražošanu ietekmējošie faktori visās lopkopības nozarēs ir līdzīgi, tomēr briežkopībā pastāv zināmas atšķirības, kas lielā mērā ietekmē produkcijas kvalitāti un nodrošina tās diferenciacijas iespējas. Nozīmīgs kvalitāti ietekmējošs faktors, pēc autoru domām, ir saistīts ar gaļas ieguves tehnoloģisko procesu briežkopībā. Tradicionālajā lopkopībā gaļas ieguve saistīta ar dzīvnieku pārvietošanu un palielinātu stresa līmeni pirmskaušanas periodā. Kā liecina pētījumi (Jansons, 2010), stress negatīvi ietekmē gaļas kvalitātes rādītājus. Briežkopībā dzīvnieki gaļas ieguvei tiek nošauti to dabiskajos



apstākļos, iepriekš nesatraucot dzīvnieku ar tā ķeršanu un pārvietošanu. Tas veicina samazinātu stresa hormona līmeni gaļā, nodrošinot augstāku gaļas kvalitāti.

Briežkopībā tādas no tradicionālajiem produktiem atšķirīgas produktu īpašības kā gaļas kvalitatīvie un organoleptiskie rādītāji, ir pamats briežkopības konkurētspējas priekšrocību nodrošināšanai, tomēr būtiski ir nodrošināt produkcijas kvalitāti arī ilgtermiņā. Pārtikas ražošanas procesā pārstrāde, iepakošana un sadale var paaugstināt vai arī mazināt lauksaimniecības produkcijas kvalitāti, īpaši jāuzsver, ka briežkopībā daudzās no saimniecībām dzīvnieku kaušanas procesā tie tiek nošauti no attāluma uz lauka, kas prasa papildu kautķermeņa pirmapstrādi uz vietas saimniecībā un savlaicīgu kautķermeņa aizvešanu uz kautuvi tālākajai apstrādei, sadalei un dzesēšanai. Šis posms ir viens no kritiskākajiem riska faktoriem, kas var negatīvi ietekmēt briežu gaļas gala produkcijas kvalitāti. Tādējādi, ārējie faktori (piemēram, neprecīzs šāviena trāpījums) un kļūdas tehnoloģiskajā procesā (piemēram, dzīvnieka pirmapstrādes laikā) var negatīvi ietekmēt gaļas kvalitatīvos rādītājus tās nogatavināšanas un uzglabāšanas laikā, var radīt priekšnoteikumus zemas kvalitātes briežu gaļas produkcijas ieguvē, kā rezultātā veidojas ekonomiski zaudējumi un ilgstošā laika periodā veidotā tehnoloģiskā ķēde un kapitālieguldījumi tās radīšanā nedos cerētos prognozētos ieņēmumus. Tādējādi varam apgalvot, ka briežkopībā kaušanas apstākļiem, pirmapstrādei, liemeņa uzglabāšanai u.c. tehnoloģiskajiem aspektiem gaļas ieguves procesā ir noteicošā loma kvalitatīvas, nekaitīgas un augstvērtīgas gaļas produkcijas piegādē patērētājiem. Šie faktori būtiski ietekmē arī briežkopības nozares konkurētspēju kā iekšējā, tā arī ārējā tirgū.

Brieža gaļas uzglabāšanas metodes ir dažādas: atdzesēšana, sasaldēšana un vakuuma iepakošana, kurām ir atšķirīgas uzglabāšanas prasības un uzglabāšanas laiks. Zināms, ka augstāka tirgus vērtība ir svaigai gaļai, tāpēc jo īpaši nozīmīgi ir pētījumi par gaļas uzglabāšanas iespējām pēc iespējas ilgāku laiku bez saldēšanas. Pētījuma problēma – patērētāju prasībām atbilstošu svaigu gaļu un tās produktus ir nepieciešams uzglabāt svaigu pēc iespējas ilgāku laiku un ar augstu, nemainīgu kvalitāti.

Lai nodrošinātu pēc iespējas ilgāku svaigas briežu gaļas uzglabāšanas termiņu un tās piegādi vietējā un ārvalstu tirgū, gaļa tiek atdzesēta un iepakota vakuuma iepakojumā. Tomēr tehnoloģiskie gaļas ieguves procesi katrā nosaimniecībā atšķiras, kas rezultātā var ietekmēt patērētājiem nekaitīgas svaigas gaļas nodrošināšanu. Tāpēc pētījuma mērķis attiecībā uz gaļas ieguves tehnoloģiju izpēti, bija raksturot patērētājam nozīmīgas gaļas kvalitātes izmaiņas tās ieguves un uzglabāšanas laikā.

Pētījumā salīdzināti četrās saimniecībās iegūtā briežu gaļa, tās (divas bioloģiskās un divas konvencionālās saimniecības) uzglabāšanas laikā līdz pat 50 dienai, nosakot gaļas ķīmiskos un mikrobioloģiskos rādītājus. Kā nozīmīgākos, šī pētījuma ietvaros, autori ir akcentējuši tos parametrus, kas raksturo tehnoloģiskā procesa riskus, kuri var rasties cilvēka darbības rezultātā un būtiski ietekmēt saimniecības darbības ekonomiskos rādītājus, samazināt produkcijas realizācijas termiņu un ietekmēt patērētāju.

Briežu ieguves un uzglabāšanas tehnoloģiskais process saimniecībās atšķirās, līdz ar to varēja pieņemt, ka svaigas gaļas derīguma termiņš var atšķirties. Pirms liemeņa sadales un iepakšanas vakuumā, 1.-4. partijas liemeņi atdzesēti dzesētavā ar gaisa temperatūru +2 - +4°C un uzglabāti nol līdz 2 diennaktīm. 2. partijas gaļas paraugi skaloti ar ūdeni pirms iepakšanas. Savukārt, nodrošinot rekomendējamo medījuma gaļas nogatavināšanas termiņu,



5. partijas liemeņi pirms sadalīšanas un iepakojšanas, dzesētavā uzglabāti (nogatavināti) 8 diennaktis.

Medījuma, t.sk. briežu gaļai raksturīgs liels muskuļaudu īpatsvars, tādēļ ārkārtīgi svarīga ir gaļas nogatavināšana, lai tā kļūtu mīkstāka un atbilstu patērētāju vēlmēm. Tāpec no tehnoloģiskā viedokļa gaļas kvalitāti nosaka pH vērtība, kuru nosaka apmēram 24 h pēc dzīvnieka nokaušanas.). Straujas pH līmeņa izmaiņas ietekmē patērētājam nozīmīgas gaļas organoleptiskās īpašības – krāsu, garšu, aromātu, sulīgumu, struktūru, kā arī tehnoloģiskās īpašības – ūdens noturīgumu. Samazinoties glikogēna rezervēm muskuļaudos, tiek traucēts gaļas nobriešanas process, kas ieilgst un strauji pazemina gaļas kvalitāti, un saīsina tās derīguma termiņu - augstā pH (6.0 – 6.2) dēļ, kas to padara sīkstu (Atanassova et al., 2008). Pētījumā, kā perspektīvs tika atzīts gāzu necaurīdīgs iepakojums, no kura tiek izsūkts gaiss, un iepakojums uzglabāts +2 - +4 °C temperatūrā. Uzglabāšanas laiks var būt līdz 3 mēnešiem, bet ar noteikumu, ka gaļa pirms iepakojšanas atbilst labam mikrobioloģiskajam standartam (Collins un Huey, 2015), tas ir, ieguves procesā ir ievērotas higiēnas prasības, kas dod iespēju ražotājiem iegūt konkurences priekšrocības un ģeogrāfiski plašas tirgus robežas.

Pētījuma saimniecībās, pēc iegūtajām pH vērtībām pirmajā testēšanas dienā var konstatēt, ka brieža liemenis ir atdzesēts uzreiz pēc dzīvnieka nokaušanas un apstrādes kautuvē, kā arī brieži netika pakļauti stresam, kas veicinātu gaļas kvalitātes pasliktināšanos.

Bez gaļas sastāvā esošajām uzturvielām, patērētājiem drošas un kvalitatīvas pārtikas nodrošinājumā tiek pievērsta gaļas mikrobioloģiskajam raksturojumam. Pasaulē visizplatītākās pārtikas infekcijas ir saistītas ar cilvēka zarnu saslīmšanām, ko izraisa baktērijas pārtikas produktos (Newell et al., 2010). Bīstama cilvēku veselībai ir gaļa, kas piesārņota ar patogēniem mikroorganismiem, kuri ir kopīgi gan cilvēkam, gan dzīvniekam un parazītiem, kas izraisa dažādas saslīmšanas un gaļas ieguves procesā ievērotas higiēnas prasības. Ražotājam zaudējumus rada neveiksmīgs šāviena trāpījums dzīvniekam vēderā, jo rada paaugstinātu risku vairoties patērētāja veselībai nelabvēlīgiem mikroorganismiem. Nereti šādās situācijās gaļa tiek mazgāta ar ūdeni, tomēr nozares profesionāļi tādēļ iesaka sabojātās vietas nevis mazgāt, bet vienkārši izgriezt. Savukārt dzīvnieka spalvas, pūkas var noskalot ar vēsu ūdeni, tomēr gaļa skalota ar ūdeni, ātrāk sāks bojāties un nebūs piemērota ilgtermiņa uzglabāšanai. Tā kā audzējot nebrīvē savvaļas dzīvniekus, saimniecībās gaļas ieguvē nereti tiek izmantota dzīvnieku nošaušana uz lauka, tika vērtēti arī paraugi, kuri ir mazgāti, kas var tieši ietekmēt iegūtās produkcijas kvalitāti, tās realizācijas iespējas tirgū un, attiecīgi, saimniecības ekonomiskos ieguvumus.

Apkopojot pētījuma rezultātus, var apgalvot, ka gaļas ieguves, uzglabāšanas un apstrādes laikā mikrobioloģiskā kontrole ir svarīgs faktors, kas ietekmē produkcijas kvalitāti, tās saglabāšanās termiņu un ilgtermiņā uzņēmuma konkurētspēju tirgū.

Pētījumā konstatēts, ka brieža gaļu iespējams saglabāt 45 līdz 50 dienas, uzglabājot vakuuma iepakojumā +3 līdz +4 °C temperatūrā, ar noteikumu, ka tiek ievērotas visas nepieciešamās higiēnas prasības gaļas ieguves laikā, tādējādi, nodrošinot iespēju realizēt produkciju ne tikai vietējā tirgū, bet arī nodrošināt svaigas gaļas eksportu. Pētot briežu gaļas paraugus pirmajā uzglabāšanas dienā, var secināt, ka 1. partijas un 3. partijas gaļas paraugu un liemeņa apstrādes procesi ir notikuši viskvalitatīvāk, ievērojot visas higiēnas noteiktās prasības kautuvēs (MK noteikumi Nr.328). Palielinot svaigas gaļas uzglabāšanas termiņu līdz 50 dienām, palielinās kopējo mezofili aeroobo un fakultatīvi anaerobo baktēriju skaits visām paraugu partijām, kas skaidrojams ar aktīvu mikroorganismu attīstību, tomēr 1. partijas paraugi saglabājuši zemu kontaminācijas pakāpi līdz 50. dienai, t.i. augstu kvalitāti atbilstoš tirgus prasībām. Sliktākais rezultāts novērots 5. partijas paraugam, kas skaidrojams ar ilgu kautķermeņa atdzesēšanas periodu kautķermenis uzglabāts +2 - +4 °C temperatūrā 8





diennaktis, un tikai pēc tam sekojusi paraugu iesaiņošana vakuumā. Svaiga gaļa saglabā savu kvalitāti 7 līdz 21 dienu vakuumpakojumā (Ercolini et al., 2011). Savukārt, otrs sliktākais rezultāts - 2. partijas paraugs pirms iepakojšanas vakuumā tika noskaloti dzeramajā ūdenī, kas, acīmredzot, ir veicinājis kontamināciju ar mikroorganismiem un radījis labvēlīgu vidi to attīstībai. Kā redzams, risks inficēties ar kādu no baktēriju izraisošajām slimībām ar zemākās kvalitātes paraugiem, ir jau drīz pēc gaļas ieguves, kritisko robežvērtību sasniedzot 20. uzglabāšanas dienā.

Enterobacteriaceae baktēriju klātbūtne kalpo kā indikators medījuma gaļas higiēnas stāvokļa novērtēšanai, pēc kā var konstatēt, ka gaļas iegūšanas veids un pārstrādes tehnoloģija ir izvēlēta pareizi un spēj nodrošināt gaļai augstu kvalitāti. Attiecīgi, ievērojot kautuvē un gaļas pārstrādes procesā higiēnas prasības, var nodrošināt garāku uzglabāšanas laiku gaļai un gaļas produktiem. Pētījumā redzams, ka kritiskā robežvērtība tiek sasniegta briežu gaļas paraugu 20. uzglabāšanas dienā (2. partija), pēc 30 dienu uzglabāšanas šādu kontaminācijas pakāpi ar Enterobacteriaceae grupas pārstāvjiem sasniedz 3. partijas paraugi. Kas nozīmē par nekvalitatīvu gaļas ieguves procesu, kas var apdraudēt patērētāju veselību un pat dzīvību. Jānorāda, ka 1., 4. un 5. partija robežvērtību 50 dienu uzglabāšanas laikā nesasniedz.

Tajā pat laikā, tādi cilvēka veselībai bīstami mikroorganismi (pārtikas infekcijas izraisītāji) kā – Escherichia coli, Pseudomonas spp. un Salmonella spp., briežu gaļas paraugos netika konstatēti, kas liecina kopumā par labas higiēnas prakses ievērošanu, tomēr atsevišķos posmos pieļautās tehnoloģiskās kļūdas neļauj nodrošināt maksimālu garu (līdz 50 dienām) svaigas gaļas uzglabāšanas termiņu.

Tāpēc, vērtējot no tirgus paplašināšanas viedokļa, brieža gaļu ir iespējams uzglabāt svaigu līdz 50 dienām vakuuma iepakojumā no +3 līdz +4 °C temperatūrā, ja ir tikusi ievērota pareiza gaļas pārstrādes tehnoloģija un higiēnas prasība. Šāds derīguma termiņa pagarinājums var nodrošināt iespēju realizēt svaigas briežu gaļas produkciju ilgstošā laika posmā ne tikai vietējā tirgū, bet arī nodrošināt svaigas gaļas eksportu uz Eiropas tirgu. Briežu gaļas kulināro īpašību pastiprināšana, nodrošinot ilgstošu gaļas nogatavināšanas periodu (novēlota svaigas gaļas iepakojšana vakuuma iepakojumā) kā arī tās skalošana ar dzeramo ūdeni pirms iepakojšanas, sekmē mikroorganismu skaita palielināšanos un samazina svaigas gaļas derīguma termiņu, tāpēc nav izmantojama, plānojot svaigas gaļas realizāciju ilgstošā laika periodā.

### Iespējamais produkcijas apjoms no Latvijas briežu saimniecībās esošajiem staltbriežiem, pēc 2024. gada LDC datiem.

Dzīvnieku audzēšanas mērķis	Rādītāji
Briežu ganāmpulks, kopā	12000
Gaļai realizējamo briežu skaits	4000
Plānotais gaļas produkcijas apjoms, t	240
Iespējamais pārstrādājamais blakusproduktu apjoms:	
Asinis, t	14
Cīpslas, t	1





Mazumtirgotāji par briežkopības produkcijas noietu ierobežojošu faktoru uzskata gaļas kvalitāti un piegādes biežumu. Līdzīgi var apgalvot arī par blakusproduktiem, ar ko pietiekami un regulāri būtu jānodrošina blakusproduktu pārstrāde. Kā redzams arī maksimālais iespējamais blakusproduktu apjoms (14 t asinis un 1 t cīpslas) uz doto ir vissai ierobežots.

Pēc projekta īstenotāju vērtējuma, briežkopības konkurētspēja Latvijā var tikt nodrošināta, iegūstot stabilu vietējo un eksporta tirgus daļu, kā minimālo gaļas ražošanas apjomu norādot vismaz 5% apmērā no ikgadējā Vācijas briežu gaļas importa apjoma, t.i. Latvijā jāsarāž vismaz 850 t briežu gaļas gadā. Pieņemot, ka vidējais briežu liemeņa svars ir 60 kg, Latvijas briežaudzētājiem būtu jārealizē gaļā aptuveni 14.2 tūkstoši dzīvnieku gadā. Balstoties uz optimālu ganāmpulka atražošanas iespēju, ik gadus ir iespējams realizēt 30% no briežu ganāmpulka (pieņemot, ka gaļas ražošana ir tikai trešā daļa no iespējamā produkcijas apjoma. daļu dzīvniekus ir iespējams realizēt medību tūrismam un dzīvus dzīvniekus vaislai).

Autori veica aprēķinus par briežkopībai nepieciešamo zemes platību Latvijā pēc dzīvnieku audzēšanas mērķa un to blīvuma saimniecībā, plānojot saražot 850 t briežu gaļas gadā, kas ļautu nodrošināt optimālu produkcijas apjomu vietējā un eksporta tirgus nodrošinājumu.

### Briežkopībai nepieciešamā zemes platība un dzīvnieku skaits Latvijā, plānojot saražot 850 t briežu gaļas gadā

Dzīvnieku audzēšanas mērķis	Zemes platība, ja audzē intensīvi (dzīvnieku blīvums ≤11 )	Zemes platība, ja audzē intensīvi (dzīvnieku blīvums ≤6 )	Zemes platība, ja audzē ekstensīvi (dzīvnieku blīvums ≤1 )
Gaļai realizēto briežu skaits	14200	14200	14200
Plānotais gaļas produkcijas apjoms, t	852	852	852
Iespējamais pārstrādājamo blakusproduktu apjoms:			
Asinis, t	49.7	49.7	49.7
Cīpslas, t	3.55	3.55	3.55
Nepieciešamais briežu ganāmpulks, kopā	47 000	94 667	142 000
Briežu ganāmpulkam nepieciešamā zemes platība, ha	4 273	15 778	142 000

Autoru pieņēmums par iespējamo dzīvnieku blīvumu saimniecībā izriet no esošajos normatīvajos aktos noteiktajām normām briežu audzēšanai ekstensīvas saimniekošanas apstākļos un maksimālo pieļaujamo dzīvnieku skaitu intensīvas audzēšanas apstākļos, vērtējot pēc slāpekļa izneses. Esošie LDC (15.09.2024.) dati liecina, ka briežu ganāmpulks ir tikai 22 tūkstoši dzīvnieku, no kuriem tikai nedaudz virs 14 tūkstošiem ir staltbrieži. Tādējādi kopumā nozares eksportspēju var ierobežot arī nelielais saražotās produkcijas apjoms.

Savukārt no gaļas ieguves kvalitātes viedokļa, plašāka tirgus aptveršanai un eksporta tirgus apgūšanai, jāuzsver speciālu gaļas pārstrādes uzņēmumu un medījuma pārstrādes līniju nepieciešamība kautuvēs. Tas var nozīmīgi uzlabot liemeņa kvalitāti ieguves un pirmapstrādes procesā un novērst patērētājam bīstama piesārņojuma un gaļas sabojāšanos tās uzglabāšanas laikā. Izvirzot kvalitātes, piegādes biežuma un apjoma prasības nereti izrādās,



ka katra atsevišķa uzņēmuma ražošanas kapacitāte ir nepietiekama šo prasību izpildei. Savstarpējas partnerības principi, kas balstīti uz kooperatīvu, ilgtermiņa līgumu u.c. darbības, var būt par pamatu specializētas medījamo dzīvnieku kautuves un pārstrādes uzņēmuma izveidei, kas nodrošinās augstākas kvalitātes produkcijas ieguvu. Ievērojot augstās degvielas cenas un kautuvju attālumu no fermām un saimniecībām, kur audzē briežus, kas pirmkārt, ietekmē briežu liemeņu kvalitāti un potenciāli samazinās to uzglabāšanas laiks, otrkārt - ir finansiāli neizdevīgi nogādāt dzīvniekus uz atzītu kautuvi, maksāt par kaušanas pakalpojumiem, laboratoriskajām analīzēm un pēc tam tos nogādāt realizācijai. Pētījuma autori uzskata, ka nepieciešams veicināt mazjaudas kautuvju attīstību, atbalstu to uzbūvei, iekārtām un aprīkojumam, lai veicinātu to izveidošanu reģionos, kuros atzītās kautuves atrodas pārāk tālu no mājlopu turēšanas vietām. Mobilo kautuvju klientu loks ir vērtējams, kā samērā plašs, jo briežaudzētāju saimniecības ir nelielas un kautuves pakalpojumi nav nepieciešami vienlaicīgi vairākās no saimniecībām. Izveidojot Latvijā zemas kapacitātes kautuves, kuru būvniecībā un ierīkošanā tiktu ievērotas atvieglotas normatīvo aktu prasības, tiktu rasta iespēja patērētājiem iegādāties lietošanai uzturā svaigu gaļu, kura iegūta Latvijā un kuras cena ir konkurētspējīga vietējā tirgū. Kas arī ļautu nodrošināt optimālus gaļas ieguves apstākļus, lai svaigas gaļas derīguma termiņš sasniegtu 50 dienas.



## 1.9. SECINĀJUMI

Izstrādāti tehnoloģiskie procesi, kas nodrošina kvalitatīvas izejvielas – asinis, cīpslas un mīkstos ragus – to pārstrādes procesiem.

Atstrādāta tehnoloģija dzīvnieku kaušanai un gaļas, blakusproduktu ieguvei medībās, stacionārā kautuvē, mobilā kautuvē, fiksācijas iekārtā. Izstrādāts iegūšanas, uzglabāšanas, transportēšanas protokols

Medību procesā iegūtās gaļas kvalitāte ir zemāka un mikrobioloģiskais piesārņojums augstāks nekā stacionārā, mobilā kautuvē vai fiksācijas iekārtā iegūtai gaļai.

Nebrīvē audzētu briežu nokaušana zema stresa apstākļos un iegūto liemeņu pareiza, savlaicīga apstrāde mobilajās kautuvēs dod iespēju iegūt augstas kvalitātes medījumu gaļu ar pH 5.47 līdz 5.65.

Novēlota briežu gaļas iesaiņošana vakuuma iepakojumā un tās skalošana ar dzeramo ūdeni pirms iepakojšanas sekmē mikroorganismu skaita palielināšanos.

Mikroorganismu skaita palielināšanās briežu gaļā tās uzglabāšanas laikā izraisa gaļas pH samazināšanos.

Briežu gaļas paraugos netika konstatēti pārtikas infekcijas izraisītāji, mikroorganismi – *Escherichia coli*, *Pseudomonas spp.* un *Salmonella spp.*, kas liecina par labas higiēnas prakses ievērošanu.

Nebrīvē audzētu briežu gaļa ir vērtīgs pārtikas produkts ar augstu neaizstājamo (triptofāns, lizīns, metionīns, valīns, fenilalanīns) un aizstājamo aminoskābju (arginīns, cistīns, histidīns, tirozīns, glutamīnskābe) daudzumu, kā arī zemu holesterīna saturu (no 40.24 līdz 64.28 mg/100g).

Saimniecībās audzēto briežu piebarošana ziemas periodā ar papildbarību atstāj pozitīvu ietekmi uz kopproteīna daudzumu gaļā (vidēji no 18.71 līdz 23.6 %).

Izdevies izstrādāt kaušanas tehnoloģiju, saskaņā ar kuru vakuumā fasētu briežu gaļu iespējams uzglabāt līdz 50 dienām +3 līdz +4 °C temperatūrā, ja ievēro pareizu pārstrādes tehnoloģiju un higiēnas prasības, kaujot kautuvē un šaujot audzēšanas saimniecībā uz lauka.



## 2. AKTIVITĀTE – TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE BRIEŽU ASINS PULVERA IEGUVEI

Aktivitātes uzdevums, izmantojot projektā iegūtos kvitatīvus kaušanas blakusproduktus, izpētīt un izstrādāt energoefektīvas un ekonomiski pamatotas briežu kaušanas blakusproduktu izmantošanas tehnoloģijas iegūstot produktus ar augstu vērtību.

Pārstrādājami kaušanas blakusprodukti (asinis un cīpslas) tika piegādātas no 4 Latvijas saimniecībām SIA "Māras Brieži", ZS "Saulstari-1", SIA "Dunduru pļavas" un SIA "Zemitāni". Priekšizpēte parādīja, ka atšķirības produktos kas iegūti no dažādu saimniecību kaušanas atlikumiem ir niecīga, ja izejvielas iegūtas tīras un glabātas sasaldētas.

Briežu asinis pārstrādei var iegūt tikai kaujot briežus stacionārā vai mobilā kautuvē, fiksācijas iekārtā vai šaujot uz lauka, bet ne medībās. Cīpslas iespējams iegūt visos veidos.

### 2.1. TEHNOLOĢISKĀ PROCESA IZSTRĀDE UN ASINS PRODUKTU (PULVERA) IEGUVE

Briežu asins pulveris ir liofilizētas asinis ar minimālu ūdens saturu tajās. Šādi sagatavotas asinis ir viegli uzglabājamās, dozējamas un izmantojamas dažādās pārtikas un medicīnisku preparātu receptūrās. Asins pulverim ir tumši sarkana krāsa, tas ir viegli birstošs pulveris ar mazu beramo blīvumu, viegli padodas deformācijai un sablīvēšanai.

#### 1. IZEJVIELAS

Asins pulveris tiek iegūts no Latvijas briežu saimniecībās augušu briežu asinīm. Asinis tiek ņemtas tikko nogalinātam dzīvniekam ar speciālu dobo nazi, lai mazinātu saskarsmi ar ārējo vidi kura ir risks bakteriālai kontaminācijai.

Briežu asinis tiek sasaldētas saimniecībās saldētavā (-18÷-20°C). Šādā veidā tiek panākta optimāla asins glabāšana un pārvadāšana. Glabāšana notiek -20. C temperatūrā. Šādā veidā saglabāta asins var tikt uzglabāta vairāk kā pusgadu nemainot savas īpašības.

#### 2. IEKĀRTAS UN REAĢENTI

Liofilizators.

#### 3. ASINS PĀRSTRĀDES APRAKSTS

Liofilizāciju iespējams veikt dažāda veida liofilizatoros, tomēr ekonomiski izdevīgākais variants ir liofilizators, kas temperatūru uztur uz iztvaikojošā ūdens rēķina, tādejādi samazinot elektroenerģijas patēriņu liofilizācijas procesā, kas var ilgt līdz 8 dienām.

Sasaldēto asini sasmalcina sagriežot plāksnītēs 0,5÷1cm biezumā, atdzesē ar šķidro slāpekli un ievieto liofilizatorā.



Liofilizators uztur patstāvīgu vakuumu ( $\leq 10\text{Pa}$ ). Iztvaikojot ūdenim no žāvējamā materiāla tā temperatūra saglabājas ap  $-60\text{°C}$ , kas ir optimāli ilgstošai žāvēšanai saglabājot bioloģiski aktīvos savienojumus.

Liofilizācijas procesā asins zaudē aptuveni 50% no savas masas, tomēr šis rādītājs var svārstīties un, kā dabas produktiem tas raksturīgs, ir atkarīgs no daudziem, neiespaidojamiem apstākļiem. Iegūtais asins pulveris ir birstošs, viegli formējams materiāls (2.1.att).



2.1.attēls. Liofilizētas briežu asinis

Liofilizētais asins pulveris tiek speciāli safasēts.

Liofilizācijā iegūtais asins pulveris ir kritiski hidrofilis, tamdēļ tas jāuzglabā hermētiski noslēgtā tarā, vēlams saldētavā lai nepieļautu ūdens nokļūšanu no vides pulverī. Ja uzglabāšanas tara nav pilnīgi hermētiska, vēlams asins pulveri izlietot divu mēnešu laikā kopš izgatavošanas datuma, ievērojot uzglabāšanu saldētavā.

#### 4. PRODUKTA RAKSTUROJUMS

Vizuāli – tumši sarkans, viegli birstošs pulveris, izteikti higroskopisks.

Produkts jāuzglabā sausā vietā, vēlams saldētavā, noslēgtā traukā, lai gaisa mitrums netiktu klāt.

#### 2.2. IZSTRĀDĀTĀ ASINS PULVERA TESTĒŠANA

Liofilizēta asins pulveris testēts LBTU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā. Sastāva testēšanas rezultāti parādīti 2.1. tabulā. Redzams augsts proteīnu, tostarp arī aminoskābju, saturs. Paraugā novērojams arī augsts dzelzs saturs.





2.1.tabula

Asins pulvera sastāvs

Nosakāmais rādītājs	Mērvienība	Vērtība
Kopproteīns	%	92,5
Dzelzs (Fe)	mg/kg	2246,6
Aminoskābes	%	91,5

2.2. tabulā redzams, ka asinis, lai gan nelielā daudzumā, satur lielu daudzumu vērtīgu aminoskābju. Organismam kaitīgas vielas liofilizēts asins pulveris nesatur, ko norāda izmeklējumi BIOR akreditētā laboratorijā .

2.2.tabula

Aminoskābju saturs asins pulverī

Metode	Parauga apraksts	Liofilizētas asinis
<b>Aminoskābes</b> *LVS EN ISO 13910-2005	Ala, g/100g	6.76
	Arg, g/100g	3.86
	Asp, g/100g	9.98
	Cys, g/100g	1.47
	Phe, g/100g	6.63
	Gly, g/100g	3.66
	Glu, g/100g	7.05
	His, g/100g	6.80
	Izol, g/100g	0.49
	Leic, g/100g	12.20
	Lys, g/100g	7.55
	Met, g/100g	1.26
	Pro, g/100g	4.35
	Ser, g/100g	3.45
	Tyr, g/100g	2.47
	Treon, g/100g	5.10
Val, g/100g	8.43	

### 2.3. REZULTĀTI

Veiktie pētījumi papildina esošos pētījumus par dzīvnieku kaušanas blakusproduktu pārstrādes iespējām. Apskatītas iespējas ekonomiski izdevīgos un lietošanā vienkāršos procesos pārstrādāt Latvijā audzētu briežu kaušanas blakusproduktus tālākai izmantošanai.

Būtiska ir “tīra” blakusprodukta ieguve, uzglabāšana izmantojot izstrādātās kaušanas tehnoloģijas, kas nodrošina pamaprodukta kvalitāti.

Liofilizācijā iegūtais asins pulveris ir kritiski hidrofilis, tamdēļ tas jāuzglabā hermētiski noslēgtā tarā, vēlams saldētavā lai nepieļautu ūdens nokļūšanu no vides pulverī. Ja



uzglabāšanas tara nav pilnīgi hermētiska, vēlams asins pulveri izlietot divu mēnešu laikā kopš izgatavošanas datuma, ievērojot uzglabāšanu saldētavā.

Pēc izstrādātās asins pulvera ieguves tehnoloģijas izveidota kapsulēta asins pulvera uztura bagātinātāju ražošana SIA "Māras brieži" saimniecībā. Izveidotas PVD atzītas ražošanas telpas, šobrīd norit darbs pie jaunā produkta reģistrācijas uztura bagātinātāju reģistrā.

## 2.4. SECINĀJUMI

Liofilizētā asins pulvera dabīgā izcelsme un augstais kopproteīnu, tostarp aminoskābju, kā arī dzelzs saturs ir lietojams kā kvalitatīva izejviela uztura bagātinātāju un medikamentu ražošanā.

## 3. AKTIVITĀTE – TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE BRIEŽU CĪPSLU KOLAGĒNA IEGUVEI

Briežu cīpslu pārstrādes produkts – kolagēns ir dabīgs proteīns ar lielu pielietojamas potenciālu. Rūpnieciski iegūts kolagēns plaši tiek lietots pārtikas, kosmētikas un medicīnas nozarēs. Tālākām darbībām tika piegādāti saldēti, vakuumā fasēti cīpslu paraugi no 4 (četrām) saimniecībām.

Veikta kolagēna iegūšanas tehnoloģiju apzināšana literatūrā un savvaļas dzīvnieku palieku piemērotāko tehnoloģiju izvēle. Kolagēna iegūšanas tehnoloģijas adaptācija laboratorijas apstākļiem. Trauku un reaģentu plānošana un sagatavošana vairākām progresīvākajām kolagēna iegūšanas tehnoloģijām. Atšķirīgās metodēs iegūti 4 (četri) kolagēna paraugi. 2 (divi) paraugi nogādātu LBTU analītiskai izpētei. Veikti vairāki mēģinājumi kolagēna žāvēšanai 40oC un 60oC temperatūrā, kā arī smalcināšanai dzirnavās pie dažādiem nažu griežšanās ātrumiem. Iegūti paraugi turpmākai analīžu veikšanai.

Darba metode - Kautuvē iegūtās cīpslas iepako maisiņos un sasaldē sadzīves saldētavā. Šādi sagatavotas cīpslas ir ērti glabājamās un transportējamās. Sasaldētas cīpslas iespējams uzglabāt ilgstošu laiku.

Cīpslu pārstrāde sākas ar sasaldēto cīpslu mazgāšanu un rupjo smalcināšanu, cīpslas jāattīra no apkārtējiem audiem. Tā kā cīpslas ir mehāniski izturīgas un grūti mehāniski apstrādājamas, sākotnēji tās tiek sasmalcinātas gabalos ar garumu aptuveni 5-8 cm.

Pētījuma gaitā tika izmēģinātas četras cīpslu pārstrādes metodes. Bija izvēlētas skābā un sārmainā hidrolizācija istabas un paaugstinātā temperatūrā (30-40°C). Visas metodes tika realizētas normālā spiedienā. Atsakoties no liela izmēra autoklāviem, metodi var izstrādāt pieejamu maziem un lieliem pārstrādātājiem. Skābajai hidrolizācijai gan istabas, gan paaugstinātā temperatūrā procesa gaitu apgrūtināja ar cīpslām ienestie asins un citu audu atlikumi, kā rezultātā hidrolizācijas maisījums palika duļķains un tam bieži parādījās nepatīkama smaka. Šādi nevēlami efekti gandrīz netika novēroti veicot hidrolizēšanas procesus sārma vidē. Veicot sārmainajā hidrolizē iegūto paraugu testēšanu LBTU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā tika konstatēts, ka maisījuma papildu sildīšana nedod būtisku rezultāta pieaugumu vai procesa laika samazinājumu. Cīpslu pārstrāde veikta ar sārmaino metodi istabas temperatūrā, sekojoši, tiek



sagatavots hidrolizējošs maisījums, kas sastāv no NaOH 4% šķīduma un NaCl 6% šķīduma kas ņemti attiecībā 1:1. Tā, kā pārstrādes procesā cīpslas stipri uzbriest, hidrolizējošo maisījumu ņem ar aprēķinu 9L maisījuma pret 1Kg sasaldētu cīpslu.

### 3.1. TEHNOLOĢISKJĀ PROCESA IZSTRĀDE, SAGATAVOŠANA UN CĪPSLU KOLAGĒNA PRODUKTU IEGUVE

#### 1. IZEJVIELAS

Izejmateriāla - cīpslu iegūšana.

Cīpslas izvēlēties no veselīgiem dzīvniekiem, bez redzamām anomālijām un slimību pazīmēm. Kautuvē iegūtās cīpslas iepakojamas un sasaldē sadzīves saldētavā. Šādi sagatavotas cīpslas ir ērti glabājamās un transportējamās. Sasaldētas cīpslas iespējams uzglabāt ilgstošu laiku, tomēr ieteicams uzglabāt -18°C līdz -20°C ne ilgāk par 6 mēnešiem.

#### 2. IEKĀRTAS UN REĀĢENTI

Skābju-sārmu izturīgs trauks 20-50-100 L. Maisītājs. NaOH 4%; NaCl 6%; Citronskābe 10%

#### 3. CĪPSLU PĀRSTRĀDES APRAKSTS

Cīpslu pārstrāde sākas ar sasaldētu cīpslu mazgāšanu un rupjo smalcināšanu, cīpslas jāattīra no apkārtējiem audiem. Tā kā cīpslas ir mehāniski izturīgas un grūti mehāniski apstrādājamas, sākotnēji tās tiek sasmalcinātas gabalos ar garumu aptuveni 5-8cm (3.1.att).



3.1.attēls. Sasmalcinātas cīpslas hidrolizējošā maisījumā.

Cīpslu pārstrādei tiek sagatavots hidrolizējošs maisījums, kas sastāv no NaOH 4% šķīduma un NaCl 6% šķīduma kas ņemti attiecībā 1:1. Tā, kā pārstrādes procesā cīpslas stipri uzbriest, hidrolizējošo maisījumu ņem ar aprēķinu 9L maisījuma pret 1Kg sasaldētu cīpslu.

Hidrolizējošo maisījumu pievieno pakāpeniski, ievērojot, lai maisījums nosegtu pārstrādājamo cīpslu masu un kopējais masas pH būtu stipri sārains. Pārstrādes procesā reaģējošā masa jāmaisā, izvairoties no lokālām koncentrācijas izmaiņām. Pēc aptuveni 10 dienu pārstrādes

(pārstrādes laiks var atšķirties un ir atkarīgs gan no vides temperatūras, gan izejmatereāla unikālām īpašībām) iespējams novērot cīpslu struktūras degradāciju.(3.2. att.) Šajā stāvoklī esošās cīpslas ir zaudējušas mehānisko stiprību.



3.2.attēls. Hidrolīzes masa pirms smalcināšanas

Daļēji hidrolizētās cīpslas tiek samaltas āmurīšu vai ekstrūdera tipa smalcinātājā, iegūstot viendabīgu, plūstošu struktūru ar dažādas pārstrādes pakāpes ieslēgumiem. Šāda masa padodas apstrādei ievērojami labāk kā rupji sasmalcinātas cīpslas. Pēc smalcināšanas jāturpina novērot masas pH un nepieciešamības gadījumā jāpievieno hidrolizējošais maisījums. Aptuveni vēl pēc 10 dienām cīpslu veidojoši proteīni ir pilnīgi hidrolizēti kolagēna peptīdos (3.3.att). Procesa veiksmīgu norisi var konstatēt pēc trim novērojumiem: pirmkārt, masa neuzbriest un nav nepieciešams pievienot papildu hidrolizējošo šķīdumu, otrkārt, masa paliek gandrīz caurredzama, viendabīga, bez ieslēgumiem un treškārt masai pazūd raksturīgā dzīvnieku kaušanas produktu smarža. Lai pārlicinātos, ka process ir pilnīgi noticis, nepieciešams paraugu no kopējās masas neitralizēt vājas skābes šķīdumā (piemēram, 10% citronskābes). Ja neitralizācijas procesā var novērot puvušas gaļas smaku, hidrolīzes process jāturpina, ja smakas nav, var uzskatīt, ka process ir noticis pilnīgi.



3.3.attēls. Pilnīgi hidrolizētas briežu cīpslas.

Pēc hidrolīzes procesa beigām atlikusī masa rūpīgi jāskalo aukstā sālsūdenī (NaCl 6%) īsā laika intervālā, kas nepārsniedz 10 sekundes, jo kolagēna masa tiecas izšķīst ūdenī. Pēc skalošanas masa jānofiltrē ar smalku sietu vai marli, jāsavāc tarā un jāneitralizē ar 10% citronskābes šķīdumu. Aptuvenais nepieciešamais citronskābes šķīduma daudzums ir 2L pret 1Kg sasaldētu cīpslu. Neitralizācija jāveic maisot un pakāpeniski, tā kā kolagēnu masa ir bieza un veido gēlu, pH balanss tajā var iestāties tikai pēc vairākām stundām pēc skābes iemaisīšanas masā. Precīzs neitralizācijai vajadzīgās skābes apjoms ir atkarīgs no hidratācijas procesā radušā sārma pārkuma un izmantoto cīpslu unikālās dabas. Pēc neitralizācijas kolagēna masa jāskalo aukstā dzeramajā ūdenī (3.4.att.), īslaicīgi skalojot un masu nofiltrējot no ūdens tādā pašā veidā kā neitralizējot.



3.4.attēls. Kolagēna mazgāšana.

Pēc mazgāšanas iegūto kolagēna masu žāvē uz paplātes temperatūrā kas nepārsniedz +60°C. Izzāvēto kolagēnu sadrupina nelielos gabaliņos, ko pēc tam samal āmurīšu dzirnavās ar sieta acs izmēru mazāku par 0,5mm. Iegūtam kolagēna pulverim pārbauda mitrumu un nepieciešamības gadījumā papildus žāvē temperatūrā līdz +40°C. Ieteicamais sausnes saturs kolagēna pulverim ir augstāks par 96% (3.5.att.)

Sagatavots kolagēna pulveris glabājams hermētiski slēgtā tarā.



3.5.attēls. Izzāvēts kolagēns.





#### 4.PRODUKTA RAKSTUROJUMS

Vizuāli – balts, viegli birstošs pulveris, rupjāks par miltiem. Šķīst ūdenī.  
Produkts jāuzglabā sausā vietā, istabas temperatūrā, noslēgtā traukā, lai gaisa mitrums netiktu klāt.

### 3.2. IZSTRĀDĀTA CĪPSLU KOLAGĒNA PRODUKTU TESTĒŠANA

Paraugi testēti LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā, iegūtais briežu cīpslu kolagēns ir grūti padodas smalcināšanai un to nav izdevies sasmalcināt tikpat smalku, kā industriāli ražoto kolagēnu “Gelita”, ar ko tas tiek salīdzināts. Kā redzams no 3.1. tabulas, identificētais kopproteīna skaits briežu cīpslu kolagēnam ir vairāk kā divas reizes mazāks, kā industriāli ražotajam.

Ārkārtīgi augstais kopproteīnu saturs “Gelita” kolagēnā, kas redzams 3.1. tabulā, norāda citas tā ražošanas metodes, kā piemēram metodi ar lielu spiedienu un temperatūru autoklāvā, kad sadalīšanās procesi notiek bez skābju vai sārmu klātbūtnes, un produkts nesatur sāļu piemaisījumus. Tāpat samazinātu satura radījumu var ienest arī atšķirīgais granulometriskais sastāvs, lielākās daļiņas sliktāk šķīst. Kā redzams 3.2. tabulā, iegūtais briežu kolagēns un “Gelita” kolagēns satur galvenās aminoskābes līdzīgās savstarpējās proporcijās, kas liecina ka pārvērtības pārstrādes procesā notikušas līdzvērtīgi rūpnieciski ražotam augstas kvalitātes kolagēnam. Sēra dioksīda, smago metālu un peroksīda skaitļa analīzes kas veiktas J.S. HAMILTON un BIOR akreditētās laboratorijās norāda uz produkta nekaitīgumu cilvēka veselībai.

3.1.tabula

Kolagēnu paraugu sastāvs.

Paraugs	Nosakāmais rādītājs	Mērvienība	Vērtība
Iegūtais kolagēns	Kopproteīns	%	34,9
	Aminoskābes	%	18,9
"Gelita" kolagēns	Kopproteīns	%	99,8
	Aminoskābes	%	84,0



3.2.tabula

Aminoskābju sastāvs.

	Parauga apraksts	Kolagēns	Gelīta kolagēns
<b>Aminoskābes</b>  *LVS EN ISO 13910- 2005	<b>Ala, g/100g</b>	1.98	8.70
	<b>Arg, g/100g</b>	1.23	7.16
	<b>Asp, g/100g</b>	1.25	5.04
	<b>Cys, g/100g</b>	BLQ	BLQ
	<b>Phe, g/100g</b>	0.44	1.76
	<b>Gly, g/100g</b>	4.80	21.82
	<b>Glu, g/100g</b>	2.37	9.98
	<b>His, g/100g</b>	0.14	0.80
	<b>Izol, g/100g</b>	0.27	1.40
	<b>Leic, g/100g</b>	0.76	2.70
	<b>Lys, g/100g</b>	0.65	3.60
	<b>Met, g/100g</b>	0.18	0.85
	<b>Pro, g/100g</b>	2.90	13.10
	<b>Ser, g/100g</b>	0.62	2.92
	<b>Tyr, g/100g</b>	0.17	0.25
<b>Treon, g/100g</b>	0.49	1.55	
<b>Val, g/100g</b>	0.64	2.41	

### 3.3. REZULTĀTI

Iegūtais briežu cīpslu kolagēns satur mazāk kopproteīnu kā rūpnieciski ražots augstas kvalitātes kolagēns “Gelīta”, kas var būt skaidrojams ar lielāku daļiņu izmēru un savādāku ražošanas tehnoloģiju.

Kolagēna ražošana ar skābes metodi sabiedrībā rada bažas par minerālo skābju atlikumiem produktā, savukārt ar aprakstīto metodi iegūtais kolagēns tiek hidrolizēts nātrija sārma vidē un neitralizēts ar citronskābi, kā rezultātā kolagēna piemaisījumos var palikt nātrija citrāts, kas zināms kā pārtikas piedeva E331 un ir FDA un EFSA atzīts par nekaitīgu neierobežojot daudzumu.

### 3.4. SECINĀJUMI

Aprakstītā metode ir pieejama un piemērota nelieliem ražotājiem.

Tā kā iegūtajā briežu cīpslu kolagēnā nav konstatētas kaitīgas vielas un tā saturs ir atbilstošs aprītē esošam kolagēnam, tas ir izmantojams dabīgos medicīnas preparātos un uztura bagātinātājos.

Kolagēna ražošanā nepieciešams iesaistīt lielu skaitu piegādātāju, kautuvju, cīpslu mazā apjoma dēļ.



## 4. AKTIVITĀTE – BRIEŽU MĪKSTO RAGU EKSTRAKTA IEGUVE

Projekta pētījuma gaitā tika konstatēts, ka briežu asins bioloģiski aktīvās vielas koncentrējas briežu mīkstajos ragos augšanas zonās, kas ļāva domāt, ka briežu mīkstos ragus var izmantot kā kaušanas blakusproduktu ar augstu pievienoto vērtību, tādu preparātu izstrādē, kas varētu tikt izmantoti dažādu vēža formu ārstniecībā, audu reģenerācijā, cilvēka organisma fizioloģisko funkciju stimulēšanā – sporta medicīnā.

Mīkstos ragus iegūst no jauniem staltbriežu buļļiem 2-5 g.v. no audzēšanas saimniecībām, kas ir veterinārā pārraudzībā, dzīvnieki reģistrēti Lauksaimniecības datu centrā (LDC) un ir individuāli apzīmēti. Buļļus kauj šaujot uz lauka mīksto ragu augšanas laikā pirms ragu pārkaulošanās – kad ragu kronis vēl nav izveidojies.

### BRIEŽU KAUŠANAS BLAKUSPRODUKTA - MĪKSTO RAGU UN TO EKSTRAKTA IEGUVE

Eksperimentiem tika izmantotas 3 gadus vecu staltbriežu mīksto ragu gala daļas.

Mīkstos ragus mehāniski nogriež ar tīru zāģi vai trosi.

Sasaldē -18 °C temperatūrā turot nogriezto raga daļu uz augšu.

Pēc sasaldēšanas ragu sadala īsākos gabalos un fasē vakuumā PE maisos. Ragu marķē ar dzīvnieka numuru, kaušanas datumu.

Uzglabāti -18 °C temperatūrā.

Pirms sagriešanas plāksnītēs pusatkusušajiem ragiem mehāniski atdala spalvaino ādiņu.

Tad ragus no jauna sasaldē un žāvē vakuumā -40°C temperatūrā – liofilā žāvēšana (*iekārta SIA Māras brieži atzītā ražotnē – 4.1.attēls*). Žāvēšanas procesā ragi zaudē ~80% svara.

Sausās ragu plāksnītes samal mehāniskās dzirnavās.

Iegūto ragu pulveri uzglabā hermētiski slēgtā, necaurspīdīgā iepakojumā istabas temperatūrā, prom no saules gaismas.

Ekstraktu tālākām darbībām iegūst ragu pulveri ekstrahējot ar fizioloģisko šķīdumu (0,9% NaCl ūdens šķīdums) un dekantējot šķidro daļu pēc ekstrakcijas.



4.1.attēls. Liofolizācijas iekārta “Harvestright”

## BRIEŽU MĪKSTO RAGU EKSTRAKTA EFEKTIVITĀTES PĒTĪJUMI

Iegūtais briežu mīksto ragu ekstrakts tālākai izpētei vēža šūnām “in vitro” nodots Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Bioanalītisko un biodozimetrijas metožu laboratorijā.

### A. PRIEKŠIZPĒTE

#### Paraugu sagatavošana

Briežu ragu ekstrakts tika centrifugēts (1000 rpm/min), lai atdalītu cieto daļiņu piemaisījumus un pēc tam filtrēts caur 0,2 um filtru. Ekstrakta paraugi tika alikvotēti un līdz izmantošanai uzglabāti -80 oC temperatūrā.

#### Ietekmes uz šūnu dzīvotspēju novērtējums

Ietekme tika novērtēta uz sekojošām šūnu līnijām: Balb/c 3T3 peļu embrionālajiem fibroblastiem, A549 cilvēka plaušu adenokarcinomas šūnas, MG-63 cilvēka osteoblasti, osteosarkomas šūnas (visas no ATCC šūnu bankas).

Izmaiņas šūnu dzīvotspējā un dalīšanās aktivitātē tika noteiktas izmantojot MTT testu. Izvēlētās šūnu kultūras tika izsētas 96-lauciņu kultivēšanas platē blīvumā  $8 \times 10^3$  šūnas/lauciņā, un inkubētas kultivēšanas barotnē (10% fetālā liellopa seruma, Dulbeco modificētā Īglsa barotne, kas papildināta ar penicilīnu un streptomīcinu) 24h pirms testējamā ekstrakta pievienošanas. Testējamais ekstrakts šūnu kultivēšanas vide tika pievienots koncentrāciju



diapazonā no 0,16 – 20% (v/v). Šūnas kultivētas ar ekstraktu papildinātā vidē 24 vai 48h. Kultivēšanas apstākļi - 37 °C, 5% CO<sub>2</sub>.

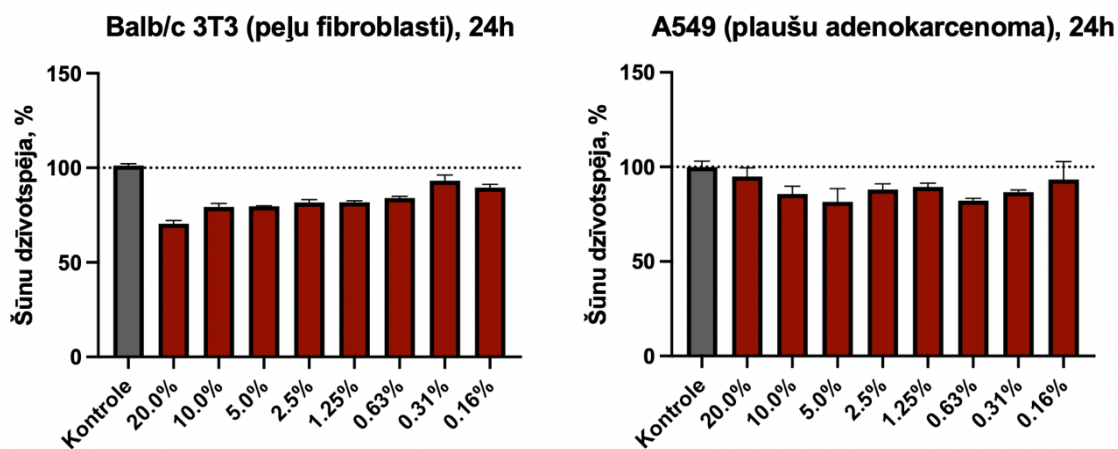
Pēc kultivēšanas atsūc barotni un katram lauciņam pievieno 0,5 mg/ml MTT (1-(4,5-Dimetiltiazol-2-il)-3,5-difenilformazāna) šķīdumu un inkubē 4 stundas 37 °C, 5% CO<sub>2</sub>. Pēc inkubācijas izveidojušos formazāna kristālus šķīdina dimetilsulfoksīdā. Mēra absorbciju pie viļņa garuma 570 nm. Šūnu dzīvotspēju izsaka, kā procentuālās izmaiņas pret kontroli (šūnām, kas kultivētas bez pievienota ekstrakta, pie ekstrakta koncentrācijai atbilstoša barotnes atšķaidījuma). Katra ekstrakta koncentrācija katrā šūnu līnijā testēta trīs atkārtojumos.

## REZULTĀTI

Rezultāti apkopoti 4.2. un 4.3. attēlos un 4.1.tabulā. Kopumā īslaicīgi inkubējot šūnas kopā ar briežu ragu ekstraktu novērojams, ka ietekme uz dažādām šūnu līnijām ir atšķirīga. **Balb/c 3T3** fibroblastu līnijā visizteiktākais šūnu dzīvotspējas samazinājums tika novērots pie augstākās testētās koncentrācijas (20%, dzīvotspēja samazināta par 29,57% salīdzinot ar kontroli). Šajā šūnu līnijā koncentrāciju diapazonā no 0,63 – 10% šūnu dzīvotspēja bija vidēji par 16 – 20% zemāka nekā kontrolē.

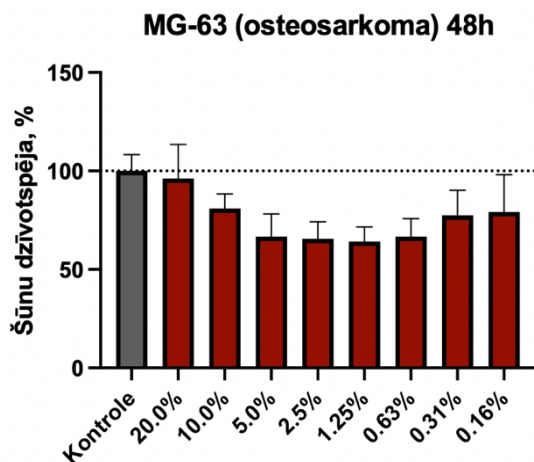
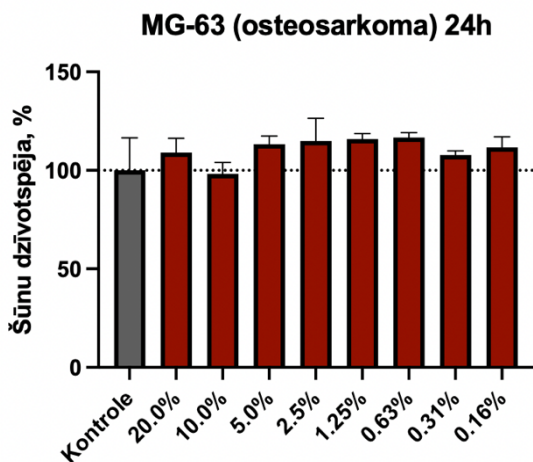
Plaušu adenokarcenomas šūnu līnijā **A549** zemāka šūnu dzīvotspēja bija koncentrāciju diapazonā no 0,31 – 10%. Dzīvotspējas samazinājums salīdzinot ar kontroli šajā diapazonā bija par 10 – 17,6%.

Osteosarkomas šūnu līnijā **MG-63** ragu ekstrakta ietekme tika novērtēta divos inkubācijas laikos – 24h un 48h. Pirmo 24h laikā šūnu dalīšanās aktivitāte ekstrakta klātbūtnē pat bija augstāka nekā kontroles paraugā, īpaši koncentrāciju diapazonā no 0,63- 5%. Savukārt inkubāciju turpinot līdz 48h, tika konstatēts izteikts statistiski nozīmīgs šūnu dzīvotspējas kritums šajā pašā koncentrāciju diapazonā. Potenciāli tas norāda uz iespējamu ekstrakta sastāvā esošu bioloģiski aktīvo vielu nelielu īslaicīgu stimulējošu iedarbību, kas ilgstošas iedarbības rezultātā noved pie citotoksiska efekta. Minētajā koncentrāciju diapazonā osteosarkomas šūnu dzīvotspējas kritums ir 30-35% salīdzinot ar kontroli.



**4.2.attēls.** Balb/c 3T3 un A549 šūnu dzīvotspējas izmaiņas pēc 24h kultivēšanas briežu ragu ekstrakta klātbūtnē, n=3. Pārtrauktā līnija norāda kontroles līmeni (t.i. 100% dzīvotspēju).





**4.3.attēls.** MG-63 šūnu dzīvotspējas izmaiņas pēc 24h un 48h kultivēšanas briežu ragu ekstrakta klātbūtnē, n=3. Pārtrauktā līnija norāda kontroles līmeni (t.i. 100% dzīvotspēju).

**4.1.tabula.** Šūnu dzīvotspējas izmaiņas salīdzinot ar kontroli (%), n=3.

Ekstrakta koncentrācija	Vid. dzīvotspēja	Standartnov.	Vid. dzīvotspēja	Standartnov.	Vid. dzīvotspēja	Standartnov.	Vid. dzīvotspēja	Standartnov.
	Balb/c 3T3		A549		MG-63 (24h)		MG-63 (48h)	
Kontrolē	101,1	0,9916	100	3,016	100	16,58	100	8,261
20.0%	70,43	1,766	94,88	4,645	109,1	7,251	96,19	17,23
10.0%	79,28	1,919	85,7	4,156	98,22	5,832	81	7,364
5.0%	79,63	0,3676	81,6	6,931	113,3	4,15	66,65	11,52
2.5%	81,71	1,435	88,09	3,02	114,9	11,4	65,53	8,722
1.25%	81,75	0,8438	89,41	2,034	115,9	2,766	64,19	7,312
0.63%	84,06	0,9054	82,13	1,342	116,7	2,439	66,69	9,178
0.31%	93,22	2,932	86,68	1,154	107,9	2,046	77,38	12,79
0.16%	89,54	1,795	93,33	9,464	111,7	5,471	79,14	18,9

## B. SEKOJOŠA IZPĒTE

### MATERIĀLS

2 dažādu veidu briežu ragu paraugi

*4.2.tabula Paraugi testēšanai.*

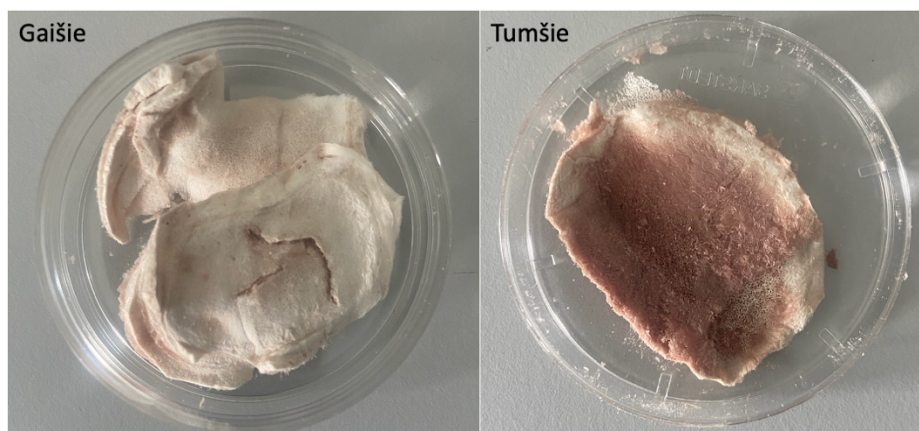
Nr.p.k.	Parauga apzīmējums
1	Gaišā raga daļa (G)
2	Tumšā raga daļa (T)

### 1. METODIKA

#### 1.1 Briežu ragu ekstraktu sagatavošana

Ekspierimentāli testējot ekstrakcijas apstākļus kā efektīvākais veids ekstraktu sagatavošanai tika izvēlēta liofilizētu briežu ragu sasmalcināšana samaļot kafijas dzirnaviņās (liofilizēti abu veidu ragu paraugi pirms sasmalcināšanas attēloti 4.4.attēlā). Sasmalcinātie briežu ragu paraugi tika ekstrahēti ar fosfātu buferētu šķīdumu (PBS, pH 7.4), kas papildināts ar 1% penicilīna streptomocīna maisījumu un 1mM fenilmetilsulfonil fosfātu (PMSF). Tika izmantota parauga un šķīdinātāja attiecībā 1:20; ekstrakcijas laiks 24h istabas temperatūrā nepārtraukti maisot. Pēc ekstrakcijas laika beigām paraugi tika centrifugēti 5 minūtes pie ātruma 2000 apgr./min, lai atdalītu ekstraktu. Ekstrakta paraugi tika filtrēti caur 0.2 mikronu filtru, alikvotēti un līdz testēšanai uzglabāti -80 °C temperatūrā.

Ekstraktu paraugiem tika veikta poliakrilamīda gela elektroforēze (PAAG), lai vispārīgi novērtētu atšķirības proteīnu kvalitatīvā saturā.



*4.4.attēls. Briežu ragu paraugi pēc liofilizēšanas.*

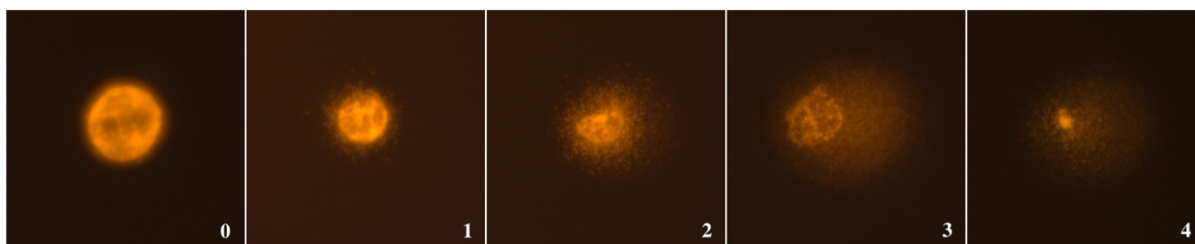


## 1.2. Ģenētisko materiālu aizsargājošo īpašību novērtējums Komētas (*Comet*) testā.

Komētas (*Comet*) tests ir pazīstams arī kā vienas šūnas gēla elektroforēzes tests (SCGE), kas ir metode, ko izmanto, lai noteiktu dezoksiribonukleīnskābes (DNS) bojājumus (viena vai abu dubultpavedienu pārrāvumus) atsevišķu šūnas līmenī.

Primārie ādas dermālie fibroblasti un cilvēka osteoblasti (MG63) tika kultivēti 6-lauciņu šūnu kultivēšanas platē Dulbeko modificētā Īglsa barotnē ar 10% fetālā liellopu seruma un 1% penicilīna/streptomicīna piedevu (saīsināti apzīmēta kā 10%FBS/DMEM). Pēc 24 stundu inkubācijas šūnām tika pievienots briežu ragu ekstrakts dažādās variācijās (skat. 4.3.tabulu). UV-A starojums tika izmantots kā DNS bojājošais faktors. UVA iedarbība tika pārbaudīta divos veidos – šūnas tika apstarotas pirms (PRE) un pēc (POST) 24 h inkubēšanas ar briežu ragu ekstraktu.

Pēc inkubācijas šūnas tika atdalītas no kultivēšanas virsmas apstrādājot ar 0.25% tripsīnu/EDTA un pievienotas agarozes gelam uz mikroskopa priekšmetstikliņa. Priekšmetstikliņu ievietotajā aukstā lizēšanas buferšķīdumā (2.5 M NaCl/0,1 M EDTA/10 mM Tris-HCl/1% Triton-100/dH<sub>2</sub>O) pa nakti 4 °C temperatūrā. Nākamajā dienā paraugi tika ievietoti elektroforēzes buferšķīdumā (300 mM NaOH/1 mM EDTA/dH<sub>2</sub>O, pH 13). Pēc 20 minūšu elektroforēzes paraugi tika neitralizēti 0, 4 M Tris-HCl (pH 7.5) un nakti fiksēti ledus aukstā 96% etanolā. Lai novērtētu DNS bojājumus, paraugi tika iekrāsoti ar etīdija bromīdu un analizēti, izmantojot fluorescences mikroskopu. DNS bojājumu pakāpi nosaka, novērtējot elektroforēzē struktūras, kas atgādina komētas. Komētas “astes” intensitāte attiecībā pret galvu atspoguļo DNS bojājumu daudzumu. Tika izmantota piecu klašu klasifikācija, kas ilustrēta 4.5.attēlā (0 – nav bojājumu, 1 – mazs bojājums, 2 – vidējs bojājums, 3 – liels bojājums, 4 – ārkārtējs bojājums).



**4.5.attēls.** DNS bojājumu klasifikācijas piecās klasēs pēc komētas “astēm” piemērs. Izmantoti attēli no pētījumā veiktā briežu ekstrakta un UVA ietekmes novērtējuma.



**4.3.tabula.** Komētas testā analizētie paraugi un izmantotās DNS bojājumu inducēšanas metodes. PRE- apstarošana ar UVA veikta pirms ekstraktu pievienošanas; POST – apstarošana ar UVA veikta pēc inkubācijas ar ekstraktiem; Derm – dermie fibroblasti; MG63-osteoblastu līnija, G5% - gaišo ragu ekstrakts testētajā 5% koncentrācijā.

Parauga apzīmējums	Inkubācija un DNS bojājumu indukcija
1DVA	S10 Derm_PRE + UVA
2DVA	G 5% Derm_PRE +UVA
3DVA	S10 MG63_PRE +UVA
4DVA	G 5% MG63_PRE +UVA
5DVA	UVA kontrole (10%FBS/DMEM) Derm_POST + UVA
6DVA	G 5% Derm_POST +UVA
7DVA	UVA kontrole (10%FBS/DMEM) MG63_POST +UVA
8DVA	G 5% MG63_POST +UVA
9DVA	Kontrole (10% FBS/DMEM) S10 D21 -UVA
10DVA	G 5% Derm -UVA
11DVA	S10 MG63 -UVA
12DVA	G 5% MG63 -UVA

### 1.3 Iekaisuma faktoru sekrēcijas analīze U937 šūnu līnijā

Testēšanai izmantota U937 šūnu līnija. U937 ir ilgstoši pavairojama monocītu šūnu līnija, ko plaši izmanto pētījumos monocītu un makrofāgu imūnās atbildes izpētei.

Analizētas tika IL-10 un TNF-a sekrēcijas izmaiņas nestimulētās un ar baktēriju endotoksīnu stimulētās U937 šūnu kultūrās.

Interleikīns 10 (IL-10) ir citokīns ar spēcīgām pretiekaisuma īpašībām, kam ir būtiska loma saimnieka imūnās atbildes ierobežošanā pret patogēniem, tādējādi novēršot saimniekorganisma bojājumus un uzturot normālu audu homeostāzi. IL-10 var arī mazināt kaitīgās imūnās atbildes, ko izraisa autoimunitāte un alerģija.

IL-10 imūnsupresīvo aktivitāti saista heterodimērs IL-10 receptors (IL-10R1, IL-10R2). IL-10 receptoru komplekss dažādās pakāpēs tiek ekspresēts neskaitāmos šūnu tipos, tai skaitā monocītos un makrofāgos, kas ir primārie IL-10 mērķi.

Tumora nekrozes faktors alfa (TNF- $\alpha$ ) ir citokīns, kam ir pleiotropiska iedarbība uz dažādiem šūnu tipiem. TNF- $\alpha$  galvenokārt ražo monocīti, neitrofili un makrofāgi. Tas ir atrodams sinoviālajās šūnās un makrofāgos audos. Tas ir identificēts kā galvenais iekaisuma reakciju regulators, un ir zināms, ka tas ir iesaistīts dažu iekaisuma un autoimūnu slimību patogēnēzē, imūno šūnu regulēšanā, šūnu proliferācijā, diferenciācijā, apoptozē, lipīdu metabolismā un koagulācijā. TNF- $\alpha$  membrānas forma mediē pretvēža terapeitiskās reakcijas, savukārt šķīstošais ligands ir saistīts ar iekaisumu un proliferāciju.

TNF- $\alpha$  saistās ar diviem dažādiem receptoriem, kas ierosina signālu pārraides ceļus. Šie ceļi izraisa dažādas šūnu reakcijas, tostarp šūnu izdzīvošanu, diferenciāciju un proliferāciju.





Lai analizētu briežu ekstraktu ietekmi uz iekaisuma faktoru sekrēciju U937 šūnas tika izsētas 24-lauciņu platē pa  $3 \times 10^5$  šūnām lauciņā 10% fetālo liellopa serumu saturošā RPMI vidē. Pusei no plates tika pievienots Lipopolisaharīds (LPS) 5 microg/ml un papildus attiecīgā briežu ragu koncentrācija. Eksperimenta laikā tika testēti 0,5%, 1% un 5% briežu ragu ekstrakta ietekme uz U937 šūnu līniju. Kopējais viena lauciņa tilpums 1,5 ml, inkubācijas laiks 24h.

IL-10 un TNF- $\alpha$  sekrēcijas izmaiņas U937 šūnu kultivēšanas barotnēs tika analizētas izmantojot R&D Systems ELISA reaģentu komplektus (Human IL-10 DuoSet, Human TNF- $\alpha$  DuoSet) atbilstoši ražotāja rekomendētajam protokolam.

Rezultāti tika izteikti kā sekretētā analīta koncentrācija pg/ml, gan arī kā sekrēcijas procentuālā izmaiņa salīdzinot ar atbilstošu kontroli.

#### 1.4 Ietekmes uz dažādu šūnu līniju dzīvotspēju un proliferāciju novērtējums

Tika novērtēta briežu ragu ekstraktu ietekme uz peļu preosteoblastu (MC3T3-E1), cilvēka osteoblastu (MG63) un aizkuņģa dziedzera adenokarcinomas (HpaflI) šūnu dalīšanas un dzīvotspēju.

Uzskaitītās šūnu līnijas tika izsētas 24-lauciņu platēs pa  $2.5 \times 10^4$  šūnām lauciņā un kultivētas 24h pirms ekstraktu pievienošanas. Ekstrakti šūnu kultūrām tika pievienoti 0.5%, 1% un 5% koncentrācijās un šūnas kultivētas 48 stundas 37 °C temperatūrā 5% CO<sub>2</sub> atmosfērā. Šūnas bez pievienotiem ekstraktiem tika izmantotas kā kontrole. Pēc inkubācijas laika beigām šūnu kultūrām tika pievienots 0.5% MTT (3-(4,5-Dimetil-2-tiazolil)-2,5-difenil-2H-tetrazolija bromīda) šķīdums 10%FBS/DMEM barotnē un veikta inkubācija 1 stundu 37 °C temperatūrā 5% CO<sub>2</sub> atmosfērā. Pēc inkubācijas MTT saturošā barotne tika noņemta, un formazānu veidoja dzīvotspējīgas šūnas, kas izšķīdinātas 200 ml dimetilsolfoksīda. Plates inkubēja uz kratītāja 10 minūtes istabas temperatūrā, lai ļautu krāsai pilnībā izšķīst. Absorbēšana tika mērīta, izmantojot TECAN Infinite 200 PRO spektrofotometru pie 570 nm un šūnu dzīvotspējas relatīvās izmaiņas salīdzinot ar kontroli aprēķinātas pēc formulas:

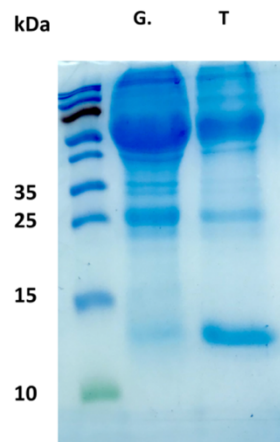
$$Dzīvotspēja (\%) = \frac{Abs_{570}(ekstrakts) - Abs_{570}(fons)}{Abs_{570}(kontrle) - Abs_{570}(fons)} \times 100\%$$

## 2. REZULTĀTI

### 2.1 Briežu ragu ekstraktu salīdzinājums

Briežu ragu ekstrakti tika kvalitatīvi salīdzināti poliakrilamīda gela elektroforēzē (4.6.attēls). Salīdzinājums parāda, ka dominējošās joslas abos ekstraktu paraugos ir līdzīgas, taču pie vienāda uz gela uznestā proteīna daudzuma redzams, ka atšķiras savstarpēji dažādu proteīnu koncentrācijas. Lai noteikti specifisku proteīnu ar noteiktu bioloģisko aktivitāti klātbūtni ekstraktos tālākajos pētījumos nepieciešams izmantot specifiskas bioķīmiskas, molekulārbioloģiskas vai imunoloģiskas metodes.

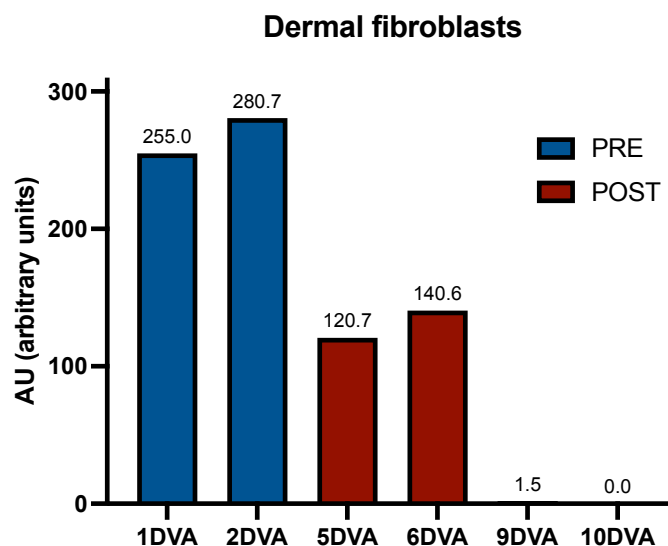




4.6.attēls. Briežu ragu ekstraktu (G-gaišais, T-tumšais) poliakrilamīda gēla elektroforēze.

## 2.2 Ģenētisko materiālu aizsargājošo īpašību novērtējums *Comet* testā

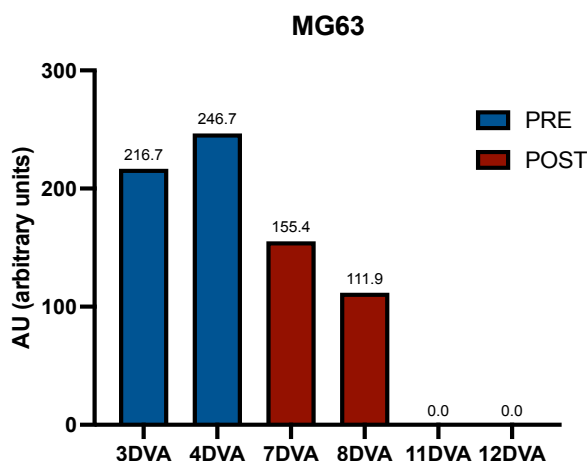
Rezultāti atspoguļoti 4.6. un 4.7. attēlā. Dermas fibroblastu šūnu līnijā (4.7. attēls), kas inkubēta ar briežu ragu ekstraktu, var novērot, ka šūnām, kas inkubētas ar ekstraktu pirms apstarošanas ar UV (PRE, 2DVA) ir gandrīz uz pusi vairāk DNS bojājumu nekā paraugam, kur ekstrakts pievienots pēc apstarošanas (POST, 6DVA). Paraugi, kas tika apstaroti ar UVA bez inkubācijas ar briežu ragu ekstraktu (1DVA un 5DVA), uzrādīja tādu pašu tendenci. Kontroles paraugiem, kas nebija pakļauti UVA (9-10DVA) iedarbībai, DNS bojājumi netika konstatēti.



4.7.attēls. DNS bojājumi dermas fibroblastu šūnu līnijā inkubējot ar briežu ragu ekstraktu pirms (PRE) un pēc (POST) apstarošanas ar UVA. Kontroles paraugi - 9-10DVA.



Līdzīgi rezultāti attiecībā uz bojājumiem preinkubācijas (PRE) gadījumā salīdzinot ar inkuāciju ekstraktu klātbūtnē pēc pakļaušanas UVA starojumam tika novēroti osteoblastu šūnu līnijas MG63 gadījumā. Osteoblastu gadījumā jāuzsver, ka salīdzinot ar kontroli tika novērota DNS bojājumu samazināšanās šūnu kultūrās, kur pēc apstarošanas pievienots 5% gaišo biežu ragu paraugs (4.8. attēls, paraugs 8DVA). Šis rezultāts potenciāli norāda uz ekstrakta spēju stimulēt reparācijas mehānismus šūnās reaģējot uz DNS bojājumiem.

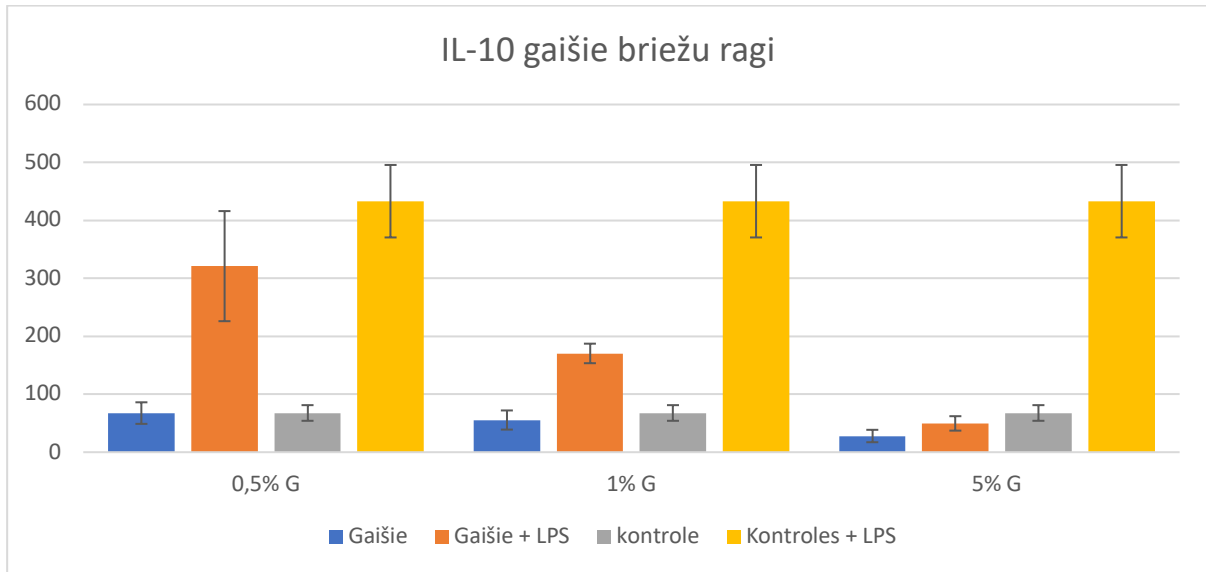


**4.8.attēls.** DNS bojājumi osteoblastu šūnu līnijā MG63 inkubējot ar biežu ragu ekstraktu pirms (PRE) un pēc (POST) apstarošanas ar UVA. Kontroles paraugi - 11-12DVA.

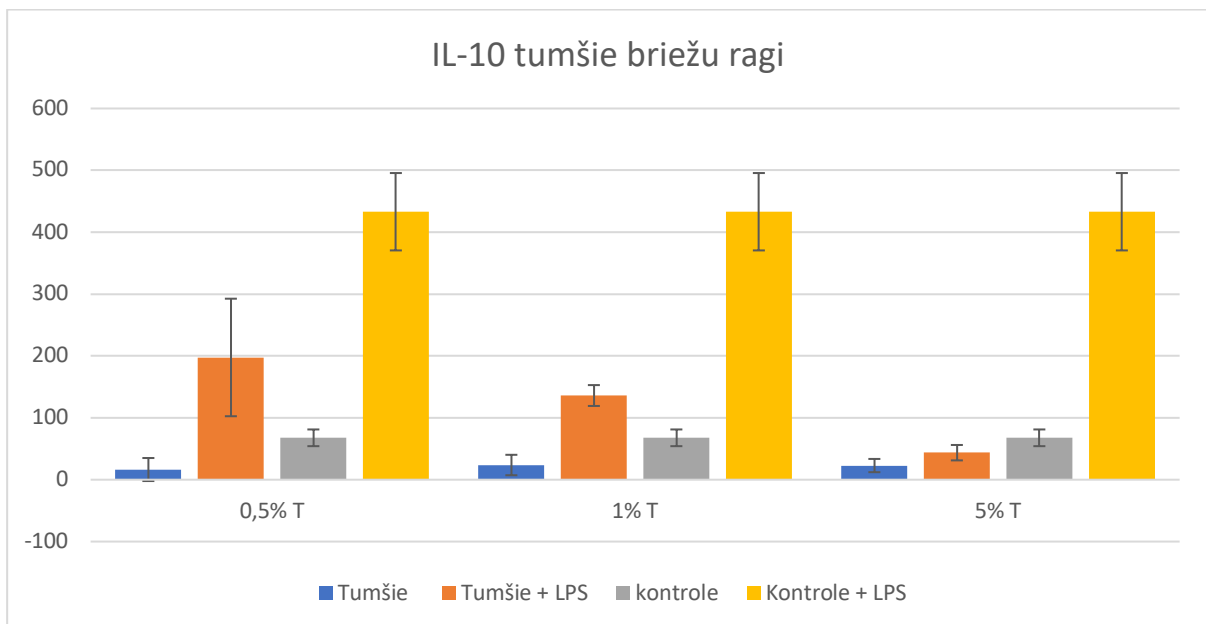
## 2.3 Briežu ragu ekstraktu ietekmes uz iekaisuma faktoru sekrēciju novērtējums

Iegūtie rezultāti atspoguļoti 4.9.-4.12. attēlos un 4.4.-4.5. tabulās.

Attiecībā uz IL-10 sekrēciju, gaišo ragu ekstrakta gadījumā tika novērots, ka pieaugot testētā ekstrakta koncentrācijai IL-10 koncentrācija salīdzinot ar kontroli samazinās. Tumšo ragu ekstrakta gadījumā arī bija samazināts IL-10 līmenis nekā kontroles šūnu kultūrās, samazinājums tika novērots pie visām testētajām koncentrācijām. Šūnu kultūrām pievienojot biežu ragu ekstraktus kopā ar baktēriju endotoksīnu (LPS) tika novērota IL-10 koncentrācijas samazināšanās abu ekstraktu paraugu gadījumā pie visām testētajām koncentrācijām (4.9. un 4.10.attēls).

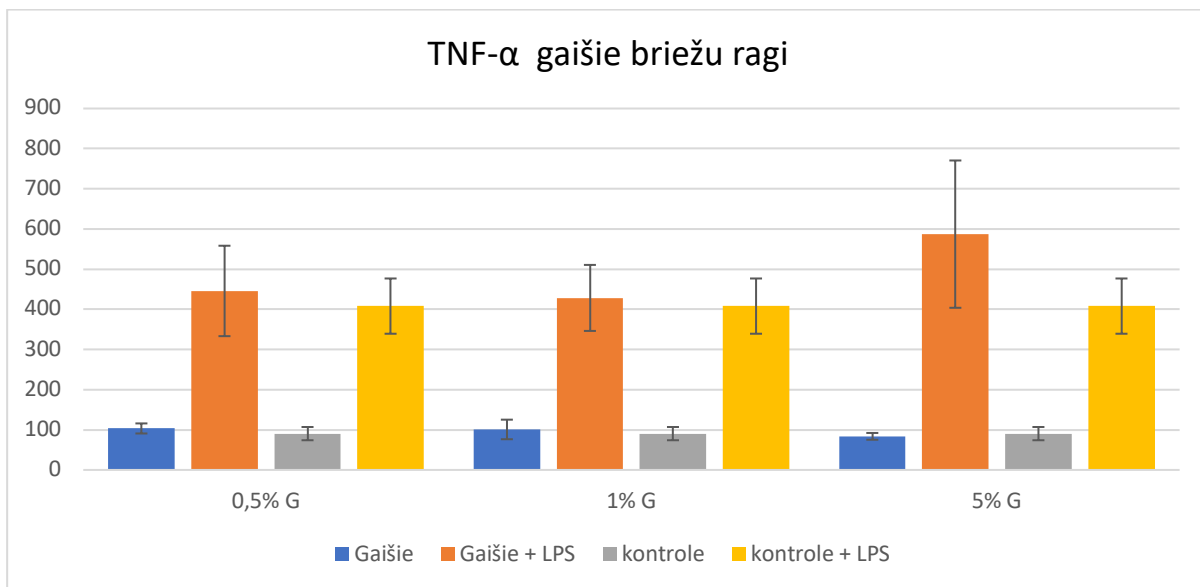


4.9..attēls. IL-10 sekrēcija U937 šūnu kultūrā pēc 24h inkubēšanas ar gaišo briežu ragu ekstraktu.

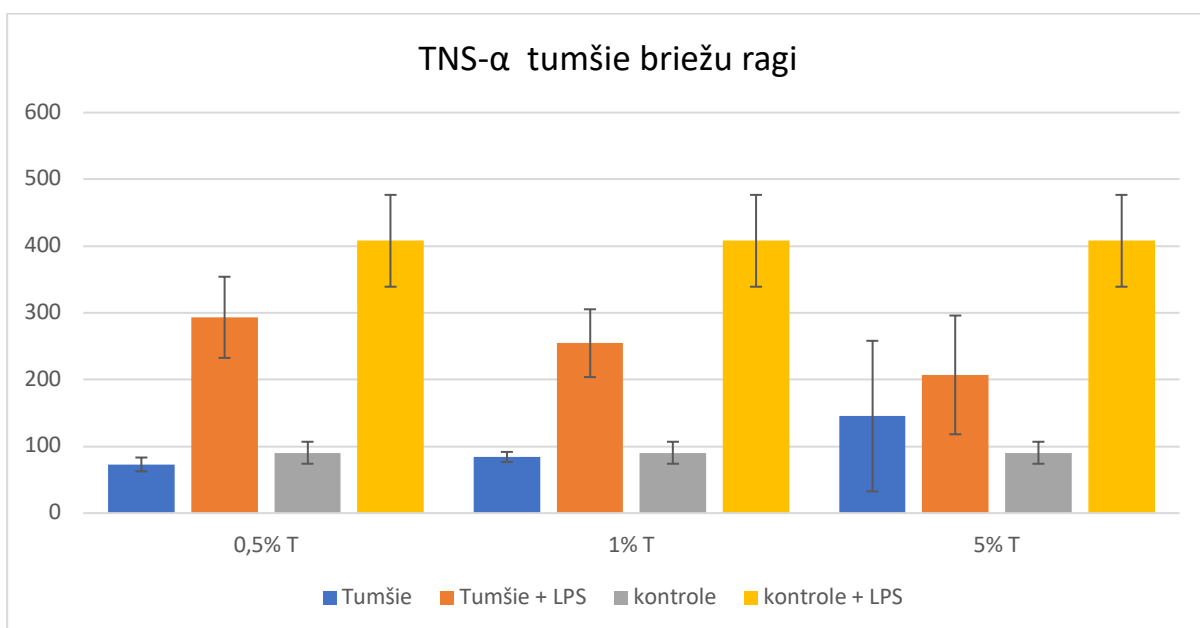


4.10.attēls. IL-10 sekrēcija U937 šūnu kultūrā pēc 24h inkubēšanas ar tumšo briežu ragu ekstraktu.

TNF- $\alpha$  sekrēcijas gadījumā ar LPS nestimulētās šūnu kultūrās sekrēcija neatšķīrās no kontroles. Šūnu kultūrām pievienojot LPS kopā ar briežu ragu ekstraktiem tika novērotas atšķirības no kontroles šūnām, kam pievienots tikai LPS. Gaišo ragu ekstrakta gadījumā pieauga TNF- $\alpha$  sekrēcija, tomēr izmaiņas nebija statistiski būtiskas (4.11.attēls). Tumšo briežu ragu ekstrakta gadījumā tika novērots TNF-a sekrēcijas samazinājums LPS stimulētās šūnās, salīdzinot ar kontroli (4.12.attēls). Sekrēcijas samazinās izteiktāk paaugstinot ekstrakta koncentrāciju. Rezultāts parāda uz tumšo ragu ekstrakta spēju samazināt iekaisuma mediatoru sekrēciju līdz ar to norāda uz potenciālu regulēt iekaisuma reakcijas.



4.11.attēls. TNF- $\alpha$  sekrēcija U937 šūnu kultūrā pēc 24h inkubēšanas ar gaišo briežu ragu ekstraktu.



4.12.attēls. TNF- $\alpha$  sekrēcija U937 šūnu kultūrā pēc 24h inkubēšanas ar tumšo briežu ragu ekstraktu.



4.4.tabula. U937 šūnu kultūrā sekretētā IL-10 koncentrācijas un koncentrāciju relatīvās izmaiņas briežu ragu ekstraktu klātbūtnē.

		Sekretētā IL-10 koncentrācija, pg/ml		Sekrēcijas izmaiņas salīdzinot ar atbilstošo šķīdinātāja kontroli, %
		Vidējā vērtība	Standartnovirze	Vidējā vērtība
<b>Gaišie briežu ragi</b>	0,5%	67,5030125	18,6074361	99,71509972
	0,5% +LPS	321,0805628	94,9983591	74,13134707
	1%	55,53364717	16,5185871	82,03401537
	1%+LPS	170,4348788	16,8582383	39,3501464
	5%	27,92462283	10,7041125	41,25010792
	5% +LPS	49,67754167	12,4547533	11,46959209
<b>Tumšie briežu ragi</b>	0,5%	16,42281083	5,69861015	24,25969093
	0,5% +LPS	197,564661	72,256417	45,61389305
	1%	23,704954	22,2622403	35,01683502
	1%+LPS	136,0463312	74,0995775	31,41048995
	5%	22,83705813	39,9859409	33,73478373
	5% +LPS	43,64902588	35,8473521	10,07772335
<b>Kontrole</b>	Kontrole	67,69587825	13,5088581	n
	Kontrole +LPS	433,1238748	62,5386458	n





4.5.tabula. U937 šūnu kultūrā sekretētā TNF- $\alpha$  koncentrācijas un koncentrāciju relatīvās izmaiņas briežu ragu ekstraktu klātbūtnē.

		Sekretētā TNF- alfa koncentrācija, pg/ml		Sekrēcijas izmaiņas salīdzinot ar atbilstošo šķīdinātāja kontroli, %
		Vidējā vērtība	Standartnovirze	Vidējā vērtība
<b>Gaišie briežu ragi</b>	0,5%	103,3164	12,52855499	114,2539286
	0,5% +LPS	445,7043333	112,5845407	109,2542991
	1%	100,831	24,37872172	111,5054132
	1%+LPS	428,3450667	82,19010147	104,9990689
	5%	83,64513333	8,435051405	92,5001751
	5% +LPS	587,1602	183,3913319	143,9289935
<b>Tumšie briežu ragi</b>	0,5%	72,95213333	10,34356261	80,67516708
	0,5% +LPS	293,3242667	60,78451656	71,90178501
	1%	84,14606667	7,565105183	93,05413943
	1%+LPS	254,5597333	50,78435317	62,39953968
	5%	145,3081	112,8195043	160,6910547
	5% +LPS	207,0385	88,9563434	50,75078815
<b>Kontrole</b>	kontrolē	90,427	16,48100893	n
	Kontrole +LPS	407,9513	68,79332431	n

IL-10 sekrēciju analīzē uz U937 šūnām, kam pievienoti gaišie un tumšie ragu ekstrakti netika novērota vērtību palielināšanās ragu ekstraktu klātbūtnē. Ekstraktu klātbūtnē iekaisuma reakciju īstenošana un imūnšūnu diferenciācija nenotiek.

Savukārt TNF- $\alpha$  sekrēciju analīze U937 šūnām, kam pievienoti gaišie ragu ekstrakti vērojama vērtību palielināšanās, visaugtākā novērota šūnu paraugiem, kam pievienoti gaišie 0,5% ragu ekstrakta, bet paraugos, kur šūnu līnijai pievienots LPS, visaugtākā vērtību palielināšanās vērojama paraugiem, kur šūnām pievienoti 5% G + LPS.

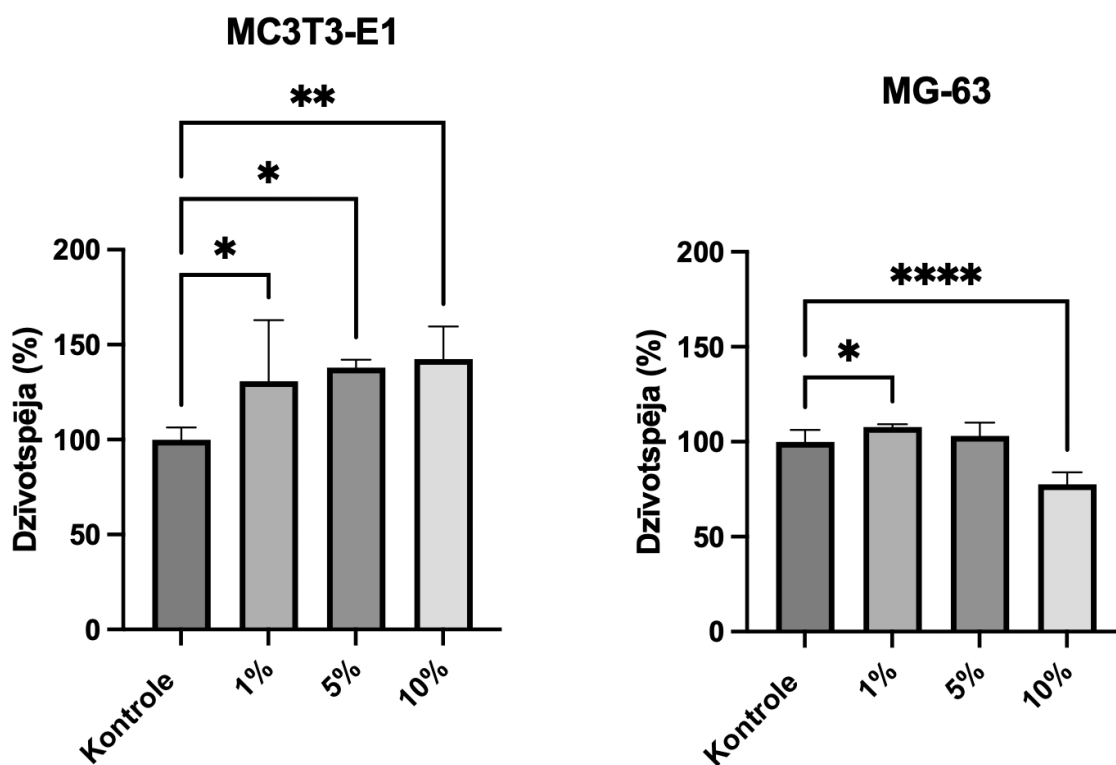
TNF- $\alpha$  sekrēciju analīze U937 šūnām, kur pievienoti tumšie briežu ragu ekstrakti vērtību palielināšanās salīdzinājumā ar kontroli vērojama tikai paraugos, kur pievienoti 5% tumšie briežu ekstrakti.

Rezultāti norāda, ka briežu ragu ekstraktu pievienošana stimulē imūno atbildi, tostarp šūnu izdzīvošanu, diferenciāciju un proliferāciju, TNF-alfa koncentrācija palielinās.



## 2.4 Briežu ragu ekstraktu ietekme uz dažādu šūnu līniju dzīvotspēju un proliferāciju

Osteoblastu un pre-osteoblastu šūnu līnijās tika novērtēts gaišo ragu ekstrakts. Salīdzinot ekstrakta ietekmi uz pre-osteoblastiem (MC3T3-E1) un osteoblastiem (MG63) tika novērtots, ka ekstraktam piemīt preosteoblastu dalīšanos veicinoša aktivitāte, savukārt osteoblastu šūnu līnijā šis ekstrakts pie augstākās testētās koncentrācijas parādīja nelielu, bet statistiski nozīmīgu dalīšanos kavējošu iedarbību. Rezultāti norāda uz to, ka ekstrakts potenciāli varētu stimulēt priekštečšūnu dalīšanos, kas ir vērtējams kā pozitīvs efekts, piemēram, kaulaudu reģenerācijā. MG-63 savukārt ir immortalizēta šūnu līnija, kas iegūta no osteosarkomas un ekstrakta proliferāciju kavējošā iedarbība varētu norādīt uz potenciāli vēlamu iedarbību pret audzēja šūnām. Lai specifiskāk raksturotu šīs iedarbības mehānismus ieteicami papildu *in vitro* testi.

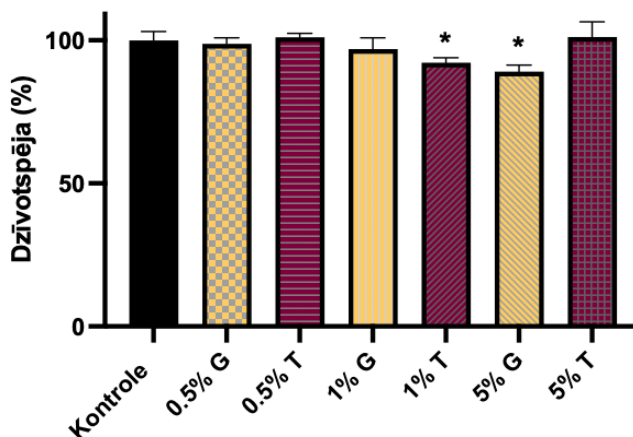


4.13.attēls. Briežu gaišo ragu ekstrakta ietekmes uz preosteoblastu (MC3T3-E1) un osteoblastu (MG-63) dzīvotspēju un dalīšanos.

Abu ekstraktu ietekme tika novērtēta aizkuņģa dziedzera adenokarcinomas šūnu līnijā HpaII (4.14.attēls). Rezultāti parāda, ka abu veidu ekstraktiem ir neliela ietekme uz šūnu dzīvotspēju. Lai arī dzīvotspējas samazinājums bija novērojams 1% tumšo ragu ekstrakta un 5% gaišo ragu ekstrakta klātbūtnē, izmaiņas nepārsniedza 11%, kas nav uzskatāma par citotoksisku ietekmi (4.13.attēls). Neviens no testētajām koncentrācijām neuzrādīja šūnu dalīšanos stimulējošu ietekmi.



## Hpaf II



4.14.attēls. Briežu gaišo (G) un tumšo (T) ragu ekstraktu ietekmes uz aizkuņģa dziedzera adenokarcinomas šūnu līnijas HpafII dzīvotspēju.

### 3. SECINĀJUMI

Briežu ragu ekstrakta ietekme uz dažādām šūnu līnijām īsā inkubēšanas laikā ir atšķirīga, kas pamato nepieciešamību novērtēt ietekmi uz vēl papildus šūnu līnijām, lai ļautu identificēt pret šo ekstraktu jutīgākos šūnu tipus.

Visizteiktākā citotoksiskā ietekme tika novērota MG-63 šūnu līnijā pēc 48h inkubēšanas, kas norāda uz potenciālu dalīšanos kavējošu ietekmi uz osteosarkomas šūnām.

Papildus novērtētajai ietekmei pēc īslaicīgas inkubēšanas ar ragu ekstraktu, nepieciešams turpināt eksperimentus ar dažādiem inkubācijas laikiem (piem 36, 72, 96h), lai pilnvērtīgāk novērtētu ekstrakta ietekmi.

Briežu gaišo ragu ekstrakts neuzrāda genoprotektīvu aktivitāti primāro šūnu līnijā, dermas fibroblastu kultūrā, taču tam ir ģenētiskā materiāla bojājumus samazinoša ietekme immortalizētu osteoblastu MG-63 līnijā, ja ekstrakts tiek pievienots pēc genotoksiska aģenta (šajā gadījumā UV starojuma) ietekmes. Pozitīvā ietekme netika novērota, ja ekstrakts tiek pievienots pirms apstarošanas ar UV. Šie novērojumi norāda uz potenciālu ekstrakta spēju stimulēt reparācijas procesus.

Briežu ragu ekstrakti nepalielina pretiekaisuma citokīna IL-10 sekrēciju monocītu šūnu līnijā. LPS stimulācijas gadījumā tika novērota šī interleikīna sekrēcijas samazināšanās. Iekaisuma citokīna TNF-a gadījumā tika konstatētas atšķirības starp gaišo un tumšo ragu ekstraktiem. Tumšo ragu ekstraktu spēja samazināt TNF-a sekrēciju norāda uz to spēju samazināt iekaisuma procesus.



Gaišo ragu ekstrakta pre-osteoblastus stimulējošā iedarbība norāda uz to potenciālu veicināt kaulaudu reģenerāciju, savukārt kavējošā ietekme imortalizētu osteoblastu kultūrā varētu liecināt par spēju kavēt malignantu šūnu dalīšanos. Trešajā pētījumā izmantotajā šūnu līnijā, aizkuņģa dziedzera osteosarkomas šūnās šūnu dzīvotspēju un dalīšanos ietekmējoša iedarbība netika konstatēta.

Pētījuma rezultāti norāda uz potenciālām ekstraktu pozitīvām īpašībām. Lai konkrētāk un specifiskāk aprakstītu bioloģisko aktivitāti turpmākajos pētījumos nepieciešams padziļināti novērtēt ietekmi uz kaulaudu šūnām, kā arī atšķirīgos efektus dažādās vēža šūnu līnijās.

Ņemot vērā pētījumā iegūtos rezultātus, pasaules literatūras datus par mīksto ragu bioloģiski aktīvo vielu ietekmi uz vēža šūnu augšanas attīstību (prostata audzēji, glioblastoma u.c.) un audu reģenerācijas paātrināšanu, kā arī Austrumu medicīnas ilggadīgo pieredzi, tika izveidota liofilizētu briežu mīksto ragu kapsulēta pulvera ražotne SIA “Māras brieži” saimniecībā uztura bagātinātāju ražošanai, notiek darbs pie produktu iekļaušanas uztura bagātinātāju reģistrā.



## PROJEKTA REZULTĀTU PUBLICITĀTE UN IZPLATĪŠANA

### Semināra organizēšana nozares speciālistiem

2023

Organizēts publiski pieejams projekta rezultātu prezentācijas seminārs 2023.gada 2.augustā, Rīga, Jelgavas iela 1, Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē. Prezentāciju saraksts:

1. Projekta mērķis un uzdevumi. Ance Puriņa-Mežale, BLSDAA
2. Briežu gaļas un kaušanas blakusproduktu – cīpslu un asins ieguve. Jānis Paeglītis, SIA “Māras brieži”
3. Briežu gaļas derīguma termiņš. Anda Valdovska Dr.med.vet., LBTU
4. Briežu gaļas un kaušanas tehnoloģiju ekonomiskais novērtējums. Līga Proškina Dr. oec., LBTU
5. Briežu asins pulvera un cīpslu kolagēna ieguve un produktu testēšanas rezultāti. Kaspars Spalvis, AS BIOLAT
6. Briežu mīkstie ragi – unikāls bioloģijas fenomens. Uģis Klētnieks, AS BIOLAT
7. Briežu mīksto ragu ekstrakta iegūšana. Dainis Paeglītis Dr.chem., SIA Māras brieži
8. Briežu ragu ekstrakta izpētes rezultāti. Anna Ramata – Stunda, Latvijas Universitāte

### Projekta publicitātes pasākumi

2020

1. Sadarbībā ar LLU pētniekiem no briežu gaļas taps jaunas izejvielas pārtikai, kosmētikai un farmācijai  
<https://www.llu.lv/lv/raksts/2020-02-21/sadarbiba-ar-llu-petniekiem-no-briezu-galas-taps-jaunas-izejvielas-partikai?fbclid=IwAR01rlUN8pxxavxkWLqCKixjZ8vu1nn0x-yoMTuQPE0fiYD5qBlznDBeqQA>
1. Publicitāte laukutikls.lv:  
<http://www.laukutikls.lv/musdieniga-briezu-pilna-cikla-bioekonomiska-bezatlikumu-parstrade-ar-gala-produktu-izejvielu-ar>
2. <http://www.laukutikls.lv/nozares/lauku-telpa/raksti/briezu-bezatlikumu-parstrade-augstvertigu-izejvielu-un-produktu-ieguvei>
3. Sižets par projektu:  
2020.02.18. plkst. 18:00 Latvijas televīzijas dienas ziņās. LTV1 3:22 min  
2020.02.18. plkst. 21:00 RE:TV 3:22 min
4. Ziņu sižets un raksts pieejams: <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/ekonomika/briezokopibas-nozare-izzina-bezatlikuma-tehnologijas-iespejas.a348820/>





5. <https://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/ltv/180380/bezatlikuma-tehnologijas-iespejas-briezokopiba?fbclid=IwAR26qO-9gdwgHsuSxBI8VrXcLB30afPj4RPYQV03AHmFVnmfQMS16Ow8TVs>
6. Ziņu sižets 2:16 min LTV Ziņu dienests Facebook tīklā: <https://www.facebook.com/ltvzinatv/videos/222446388912700/?v=222446388912700>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=tVoLb8t8SS4>
8. Re.TV raidījums 2020.02.22. plkst. 10:00 “Mājā un sētā” (ar vairākiem atkārtojumiem). Pieejams Re.TV tīmekļa arhīvā.
9. Re.TV raidījums 2020.03.14. plkst. 10:00 “Mājā un sētā” (ar vairākiem atkārtojumiem). Pieejams Re.TV tīmekļa arhīvā.
10. “No Latvijas briežu cīpslām plāno ražot kolagēnu 202.02.18. Pieejams: <https://laukos.la.lv/izgudrojums>
11. Raksts “Briežu ragi veselībai” žurnālā “Praktiskais latvietis” 6.-12.01.2020. Nr.1(1197).
12. “Briežu ragi – ne tikai trofejām, bet arī veselībai” Pieejams: <https://laukos.la.lv/briezu-ragi-veselibai>
13. Projekta publicitāte žurnālā “Saimnieks” Nr.6 (192), 2020.g jūlijs, “Briežaudzēšanas iespējas Latvijā un pasaulē”, 98.- 104.lpp.
14. Raksts “Briežaudzēšanas iespējas Latvijā un pasaulē” 04.11.2020. <https://www.saimnieks.lv/raksts/briezaudzšanas-iespejas-latvija-un-pasaule>

## 2021

1. “Briedis aprites ekonomikā”. “AgroTops” Nr.1 (281), janvāris 2021., 66-69.lpp.
2. “SIA "Dunduru pļavas" ganās dižciltīgi staltbrieži”. Saimnieks 2021.g.decembra numurā Nr.11 (209).

## 2022

1. “Briežaudzēšana un zinātne iet rokrokā”. AgroTops 2022.g. janvāra numurā Nr.01(293) 64.-66.lpp.

## 2023

1. “Vai kolagēns var būt lietderīgs?” U.Klētņieks, žurn. ārsts.lv, feb.2023. 31.-34.lpp.
2. “Rūdolf, vai tavi ragi mūs glābs?”, “Ievas Veselība” 2022.g. decembris, 60.-61.lpp.
3. “Drošs sekss un laba gaļa”, “AgroTops” 2022.g. decembris, 56.-59.lpp
4. “Pētījumi veikti – vai būs turpinājums” (A.Upīte) žurnāla AgroTops 2023.g. oktobra numurā Nr.10 (314). 56.-59.lpp. Raksts internetā: “Briežu kolagēns un ragu ekstrakts. Pētījumi veikti — vai būs turpinājums?” [https://lasi.lv/saimnieks-uznemejs/https://lasi.lv/saimnieks-uznemejs/lauksaimnieciba/briezu-kolagens-un-ragu-ekstrakts-petijumi-veikti-vai-bus-turpinajums.6717?utm\\_source=medibam.lv&utm\\_medium=syndication&utm\\_campaign=medibam\\_lv\\_syndication&utm\\_id=medibam\\_lv\\_syndication&utm\\_content=medibam\\_lv\\_syndication](https://lasi.lv/saimnieks-uznemejs/https://lasi.lv/saimnieks-uznemejs/lauksaimnieciba/briezu-kolagens-un-ragu-ekstrakts-petijumi-veikti-vai-bus-turpinajums.6717?utm_source=medibam.lv&utm_medium=syndication&utm_campaign=medibam_lv_syndication&utm_id=medibam_lv_syndication&utm_content=medibam_lv_syndication)



5. “Brieži. Nākotnes perspektīva”. A.Upīte, žurnāls AgroTops 2023.gada decembra numurs Nr.12 (316), 60.-63.lpp.
6. Veikti projekta publicitātes pasākumi 2024.gada 22.martā Eiropas Briežaudzētāju Asociāciju Federācijas FEDFA sapulcē. Par situāciju Latvijā un paveikto M.Paeglīte Eiropas valsu briežaudzētāju asociāciju vadītājiem.

## Dalība konferencēs

### 2020

1. Project progress “Modern bio-economic waste-less processing of deer, producing the end product – raw material with a high added value for food, cosmetics and pharmaceutical industry (No.19-00-A01612-000002), Dr.Uģis Klētnieks, AS “Biolat”, Latvia. INTERNATIONAL CONFERENCE “DEERBREEDING – TECHNOLOGIES, PRODUCTS AND ECONOMICS” 22.-23.07.2020.
2. Projekta prezentācija un apspriešana konferences „Briežkopība - tehnoloģijas, produkti un ekonomiskie aspekti” ietvaros, 23.07.2020.

### 2021

1. “Bioloģiski un ekonomiski vērtīgi briežkopības produkti un projekta “Mūsdienīga briežu, pilna cikla bioekonomiska bezatlikumu pārstrāde ar gala produktu – izejvielu ar augstu pievienoto vērtību pārtikas, kosmētikas un farmācijas industrijai iegūšanai” gaita” starptautiskā konferencē BRIEŽAUDZĒŠANA – TEHNOLOĢIJAS, PRODUKTI UN EKONOMISKIE ASPEKTI” 21.-22.07.2021.
2. Izvērtēta sadarbības iespējamība izstrādāto produktu ražošanā starptautiskas konferences “Briežaudzēšana – tehnoloģijas, produkti un ekonomiskie aspekti” 21.-22.07.2021.

### 2022

1. Anda Valdovska\*, Līga Proskina. “Microbiological characteristics of the deer meat during various storage conditions”. EURASIA Conferences: World Conference on Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. October 24-25, 2022 | Valencia, Spain
2. Līga Proskina\*, Anda Valdovska. “Changes in deer meat quality indicators during storage”, Starptautiska zinātniskā konference “Polskie Regiony W Aspekcie Rozwoju Zrównowazonego – Wyzwania Środowiskowe, Ekonomiczne i Społeczne/ Polijas reģioni ilgtspējīgas attīstības aspektā — vides, ekonomiskie un sociālie izaicinājumi”. West Pomeranian University of Technology (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Ekonomiczny). 2022. gada 14.-16. septembris.
3. Līga Proskina\*, Anda Valdovska. “Meat quality as a factor increasing the competitiveness of deer farming”. 86th International Scientific Conference on Economic and Social Development - Lisbon, Portugal. 2022. gada 23.-24. septembris.
4. Anda Valdovska. Līga Proskina\*. “Briežu gaļas kvalitātes izmaiņas uzglabāšanas laikā”. 15. gadskārtējā starptautiskā konferencē „Briežkopība - tehnoloģijas, produkti un ekonomiskie aspekti” 2022.gada 3.-4.augusts un briežu vērtēšanas pasākumā “Staltbriežu



un dambriežu buļļu snieguma un ģenētiskās kvalitātes noteikšana”, More, Siguldas nov. 2022. gada 01.-05. augusts.

5. Dr.Uģis Klētnieks “Briežu mīksto ragu pagātne un nākotne. Zinātnes projekta “Mūsdienīga briežu, pilna cikla bioekonomiska bezatlikumu pārstrāde ar gala produktu – izejvielu ar augstu pievienoto vērtību pārtikas, kosmētikas un farmācijas industrijai iegūšanai” rezultāti” 15. gadskārtējā starptautiskā konferencē „Briežkopība - tehnoloģijas, produkti un ekonomiskie aspekti” 2022.gada 3.-4.augusts.
6. Lekcija 07.10.2022. LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte/Vides zinātnes nodaļas studentiem par tēmu “Aprites ekonomika briežkopībā un skuju pārstrādē”. Dr.Uģis Klētnieks prezentēja zinātnes sadarbības projektu - kāpēc tapa projekts, problēmas briežkopībā, projekta mērķus un rezultātus.

## 2023

1. Quality of deer meat as a factor affecting the competitiveness of deer farming” starptautiskā konferencē SGEM Vienna GREEN 2023, International Scientific Conference on Earth & Planetary Science: “Green science for green life”. Vīne, Austrija, 28.11.2023.-01.12.2023. Autori: Līga Proškina, Anda Valdovska. Quality of deer meat as a factor affecting the competitiveness of deer farming” starptautiskā konferencē SGEM Vienna GREEN 2023, International Scientific Conference on Earth & Planetary Science: “Green science for green life”. Vīne, Austrija, 28.11.2023.-01.12.2023. Autori: Līga Proškina, Anda Valdovska.
2. “Inovātivi biomasas pārstrādes risinājumi bioekonomikas attīstībai” LU DAC Jelgavas ielā 1, 2024.gada 12.martā. U.Klētnieks ar lekciju “Aprites ekonomika praksē”

## 2024

1. MANAGAMENT ON A DEER FARM “SAFARI PARK MORE” IN LATVIA. Mara Paeglite, Latvian Organic Farmers and Wild Animal Breeders Association, Stamatios Triantafyllou, ZS Saulstari-1, Latvia. “Deer Management and Feeding” 2024.gada 13.jūnijā, Jablonne nad Orlici, Čehija.
2. Briežu mīkstie ragi. Zināmais un nezināmais. Projekts “Mūsdienīga briežu, pilna cikla bioekonomiska bezatlikumu pārstrāde ar gala produktu – izejvielu ar augstu pievienoto vērtību pārtikas, kosmētikas un farmācijas industrijai iegūšanai”// Deer velvet antlers. The known and the unknown. Project “Modern bio-economic waste-less processing of deer, producing the end product – raw material with a high added value for food, cosmetics and pharmaceutical industry” 19-00-A01612-000002 Dr. Uģis Klētnieks, Longevity Alliance Baltic. Starptautiskā pasākumā “Staltbriežu un dambriežu buļļu snieguma un ģenētiskās kvalitātes noteikšana”, More, Siguldas nov. 2024. gada 15.-19.jūlijā.
3. Briežkopības kaušanas blakusprodukti, uztura bagātinātāju ražošana. Uztura bagātinātāju ražotnes apmeklējums// Deer slaughter by-products, production of nutritional supplements. Visit to a nutritional supplement place of production Dr.chem. Dainis Paeglītis, SIA “Māras brieži”. Starptautiskā pasākumā “Staltbriežu un dambriežu buļļu snieguma un ģenētiskās kvalitātes noteikšana”, More, Siguldas nov. 2024. gada 15.-19.jūlijā.



## Zinātnisko rakstu publicēšana

2023

“Changes in venison quality important to the consumer during venison harvesting and storage” / Līga Proskina, Anda Valdovska, Sallija Cerina/ izdevumā Proceedings of the 24th International scientific conference "Economic Science for Rural Development", Jelgava, Latvia, 11-12 May 2023 / Latvia University of Life Sciences and Technologies. Faculty of Economics and Social Development. Jelgava, 2023. No.57 : Circular Economy: Climate Change, Environmental Aspect, Cooperation, Supply Chains ; Efficiency of Production Process and Competitive of Companies ; Integrated and Sustainable Regional Development ; New Dimensions in the Development of Society ; Rural Development and Entrepreneurship ; Sustainable Bioeconomy, p. 167-175. <https://doi.org/10.22616/ESRD.2023.57.017> ,

URL:

[https://lbtufb.lbtu.lv/conference/economic\\_science\\_rural/2023/Latvia\\_ESRD\\_57\\_2023-167-175.pdf](https://lbtufb.lbtu.lv/conference/economic_science_rural/2023/Latvia_ESRD_57_2023-167-175.pdf) ISBN 9789984484150. ISSN 2255-9930.

(2.pielikums)

2024

“In Vitro Evaluation of Deer Antler Extracts Effects on Secretion of Cytokines, Cell Proliferation and UV-Induced DNA Damage” / Uģis Kletnieks, Liene Patetko, Ena Enia Gavare, Mara Paeglite and Dainis Paeglītis / Japan J Res.. 2024; Vol 5 Issue 7. Japan Journal of Research (ISSN 2690-8077). Publication date 05.09.2024.

URL:

<https://www.sciencexcel.com/articles/Bbp8rOTnTCcz5SMZQdeyquQjaanRkgofuEWZWINH.pdf>

<https://www.sciencexcel.com/article/in-vitro-evaluation-of-deer-antler-extracts-effects-on-secretion-of-cytokines-cell-proliferation-and-uv-induced-dna-damage>

(3.pielikums)

## CITI REZULTĀTI

Balstoties uz projekta rezultātiem, veikta projekta inovatīvās idejas par bioresursos balstīto aprites ekonomiku “Deer velvet, deer blood and deer tendon collagen food supplements” pieteikuma iesniegšanas sagatavošana un saskaņošana starptautiskā starpvalstu seminārā Polijā. Inovatīvā bioekonomikas ideja novirzīta uz otro kārtu idejas prezentēšanai klātienē 15-16.10.2024. “BioRural – Workshop” Puławy Science and Technology Park, Polijā.

Balstoties uz projekta rezultātiem, izveidota liofilizētu briežu mīksto ragu kapsulēta pulvera ražotne vadošā partnera SIA “Māras brieži” saimniecībā uztura bagātinātāju ražošanai. Uztura bagātinātāju ražotne mājas apstākļos atzīta un reģistrēta PVD. Notiek darbs pie produktu iekļaušanas uztura bagātinātāju reģistrā.



## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Assenova B., Okuskhanova E., Rebezov M., Korzhikenova N., Yessimbekov Z., Dragoev S. (2016) *Trace and toxic elements in meat of maral (red deer) grazing in Kazakhstan*. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 7(1), 1425 – 1433.
2. Atanassova V., Apelt J., Reich F., Klein G. (2007) *Microbiological quality of freshly shot game in Germany*. Meat Science, 78, 414 – 419.
3. Atanassova V., Apelt J., Reich F., Klein G. (2008) *Microbiological quality of freshly shot game in Germany*. Meat Science 78, 414 – 419.
4. Audere A., Avots A., Bērziņa A., Lindberga Z. (1991) *Higiēna*. Rīga, Zvaigzne. 368 lpp.
5. Bell R.G., Moorhead S.M., Broda D.M. (2001) *Influence of heat shrink treatments on the onset of clostridial “blown pack” soilage of vacuum packaged chilled meat*. Food Research International, 34. 271 – 275.
6. Bortoň L., Bureš D., Kotrba R., Sales J. (2014) *Comparison of meat quality between eland (Taurotragus oryx) and cattle (Bos taurus) raised under similar conditions*. Meat Science, 96(1), 346 – 352.
7. Brodowski G., Beutling D. (1999) *Zur Charakterisierung der Qualität von Damwildbret. Bestimmung von sensorischen Merkmalen, anatomischen Maßen, Ausblutungsgrad, pH – Wert und Wasserbindungsvermögen*. Fleischwirtschaft 3, 94 – 98.
8. Carlos Sanudo, Campo M.M., Olleta J.L., Joy M., Delfa R. (2007) *Methodologies to evaluate meat quality in small ruminants. “Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep.”* EAAP publication No. 123, 81 – 98.
9. Carter M.E. (1990a) Enterobacteria. Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. Eds M.E. Carter, J.R. Cole. Academic Press, San Diego, 92 – 98.
10. Cawthorn D.M., Hoffman L.C. (2014) *The role of traditional and non-traditional meat animals in feeding a growing and evolving world*. Animal Frontiers, 4(4), 6 – 12.
11. Chizzolini R., Zanardi E., Dorigoni V., Ghidini S. (1999) *Calorific value and cholesterol content of normal and low – fat meat and meat products*. Trends in Food Science and Technology, 10(4–5), 119 – 128.
12. Chonco, L., Landete-Castillejos, T.; Serrano-Heras, G., Serrano, M.P., Pérez-Barbería F.J., González-Armesto, C., García, A., de Cabo, C., Lorenzo, J.M., Li, C., Segura, T., *Anti-tumour activity of deer growing antlers and its potential applications in the treatment of malignant gliomas*. Sci Rep. 2021 Jan 8;11(1):42. doi: 10.1038/s41598-020-79779-w. PMID: 33420194; PMCID: PMC7794318.
13. Cygan – Szczegieliński D., Janicki B. (2012) *Amino acids content and basic chemical composition of roe deer (Capreolus capreolus L.) meat*. Polish Journal of Veterinary Sciences, Vol 15, No. 4, 645 – 649.
14. Clutton – Brock J.A. (1999) *Natural History of Domesticated Mammals*, 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press.
15. Collins D.S., Huey R.J. (2015) *Grasey’s Meat Hygiene*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex. Editions 11, 348 pp.





16. Cordan L., Watkins B.A., Florant G.L., Kelher M., Rogers L., Li Y. (2002) *Fatty acid analysis of wild ruminant tissues: - evolutionary implications for reducing diet – related chronic disease*. Eur J Clin Nutr 2002.56. pp. 181 – 191.
17. Cornet M., Bousset J. (1999) *Free amino acids and dipeptides in porcine muscles: Differences between 'red' and 'white' muscles*. Meat Sci., 51: 215 – 219.
18. Costa H., Mafra I., Oliveira M.B.P.P., Amaral J.S. (2016) *Game; types and composition*. In F. T. B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrà (Eds.) *Encyclopedia of food and health* (pp. 177 – 183). Oxford: Academic Press.
19. Dahlan I. (2009) *Characteristics and Cutability of farmed Rusa Deer (Cervus timorensis) carcasses for Marketing of Venison*. Asian – Australasian Journal of Animal Sciences, 22(5), 740 – 746.
20. Dahlan I., Horfarizan Hanoon N.A. (2008) *Chemical composition, palatability and physical characteristics of venison from farmed deer*. Animal Science Journal, 79(4), 498 – 503.
21. Dahlan I., Norfarizan Hanoon N.A. (2007) *Fatty acid profiles and cholesterol composition of venison from farmed deer*. Journal of Animal and Veterinary Advances, 6(5), 650 – 657.
22. Daley C.A., Abbot A., Doyle P.S., Nader G.A., Larson S. (2010) *A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass – fed and grain – fed beef*. Nutrition Journal, 9(1), 10.
23. Daszkiewicz T., Hnatyk N., Dabrowski D., Janiszewski P., Gugolek A., Kubiak D., Koba – Kowalczyk M. (2015) *A comparison of the quality of the Longissimus lumborum muscle from wild and farm – raised fallow deer (Dama dama L.)* Small Ruminant Research, 129, 77 – 83.
24. Daszkiewicz T., Janiszewski P., Wajda S. (2009a) *Quality characteristics of meat from wild red deer (Cervus elaphus L.) hinds and stags*. J. Muscle Foods 20, 428 – 448.
25. Daszkiewicz T., Kubiak D., Winarski R., Koba – Kowalczyk M. (2012) *The effect of gender on the quality of roe deer (Capreolus capreolus L.) meat*. Small Ruminant Res. 103, 169 – 175.
26. Díaz S., Vidal D., Herrera – Leon S., Sánchez S. (2011) *Sorbitol – fermenting, beta – glucuronidase – positive, shiga toxin – negative Escherichia coli O157:H7 in free – ranging red deer in south – central Spain*. Foodborne Pathogens and Disease 8, 1313 – 1315.
27. Dybka, K.A.; Walczak, P. *Collagen hydrolysates as a new diet supplement*. Food Chem. Biotechnol. 2009,73, 83–92
28. Dikeman M., Devine C. (2014) *Encyclopedia of Meat Sciences*. United Kingdom, Academic Press. 2nd Edition, 1. vol., 569.
29. Dikeman M., Devine C. (2014) *Encyclopedia of Meat Sciences*. United Kingdom, Academic Press. 2nd Edition, 2. vol., 497.
30. Dikeman M., Devine C. (2014) *Encyclopedia of Meat Sciences*. United Kingdom, Academic Press. 2nd Edition, 3 vol., 553.
31. Dikeman M.E., Reddy G.B., Arthaud V.H., Tuma H.J., Koch R.M., Mandigo R.W., Axe J.B. (1986) *Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages*. Journal of Animal Science, 63, 92–101.
32. Drew K.R. (1992) *Plenary lecture: Venison and other deer products*. In R. D. Brown (Ed.). *The biology of deer* (pp. 225 – 232). New York, NY: Springer Science & Business Media.



33. Dryden G.M. (1997) *Venison in the human diet – is venison a low – fat meat?* Proceeding of the Nutrition Society of Australia, 21, 44 – 51.
34. Eaton S.B. (1992) *Humans, lipids and evolution*. Lipids 27, 814 – 820.
35. Eggert M., Stüber E., Heurich M., Fredriksson – Ahomaa M., Burgos Y., Beutin L., Märthlbauer E. (2012) *Detection and characterization of Shiga toxin – producing Escherichia coli in faeces and lymphatic tissue of free – ranging deer*. Epidemiology and Infections 1-9. <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268812000246>.
36. Ercolini D., Ferrocino I., Nasi A., Ndagijimana M., Vernocchi P., La Storia A., ... Villiani F. (2011) *Monitoring of microbial metabolites and bacterial diversity in beef stored under different packaging conditions*. Applied and Environmental Microbiology, 77 (20), 7372 – 7381.
37. Farauk M.M., Beggan M., Hafejee I., Freke C. (2007) *Meat quality attributes of chilled venison and beef*. Journal of Food Quality, 30, 1023 – 1039.
38. Feifei Wu , Huaqiang Li, Liji Jin, Xiaoyu Li, Yongsheng Ma, Jiansong You, Shuying Li, Yongping Xu. *Deer antler base as a traditional Chinese medicine: a review of its traditional uses, chemistry and pharmacology* (2013) Journal of Ethnopharmacol 145(2):403-15.
39. Feiner G. (2006) *Meat products handbook*. Cambridge, Woodhead publishing limited, pp. 671.
40. Field R.A., Smith F.C., Hepworth W.G., Means W.J. (2003) *The elk carcass*. University of Wyoming Agricultural Experiment Station, August 2003, B-594R.
41. Flokek M., Drozd L. (2013) *Związki bioaktywne w mięsie jeleniowatych*. Medycyna Weterynaryjna, 69(9), 535 – 539. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84885348072&partnerID=tZOtx3y1>.
42. Font-i-Furols M., Guerrero L. (2014) *Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview*. Meat Science, 98(3), 361 – 371.
43. Food Safety Authority of Ireland (2016) *Guidance Noute No.3 Guidelines for the Interpretation of Results of Microbiological Testing of Ready – to – Eat Foods Placed on the Market*. Dublin, FSAI. Revision 2, 48.
44. Garaeva S.N., Redkozubova G.V., Postalati G.V. (2009) *Aminoacids in living organism*. Science Academy Publ., Kishinev, Moldova.
45. Gaspar-Lo´pez E, Landete-Castillejos T, Estevez JA, Ceacero F, Gallego L, García AJ (2010) *Biometrics, testosterone, cortisol and antler growth cycle in iberian red deer stags (Cervus elaphus hispanicus)*. Reproduction in Domestic Animals 45, 243–249.
46. Gavriļenko E. (2008) *Sanitārija un higiēna pārtikas aprites uzņēmumos*. Rīga, SIA Biznesa augstskola Turība, 80 lpp.
47. Gelita Group, 1999. *Gelatine hydrolysate and its health aspects*. [http://gelengforte.ru/uploads/arts\\_080530\\_074114\\_0.pdf](http://gelengforte.ru/uploads/arts_080530_074114_0.pdf).
48. Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M.E., Montero, M.P. *Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review* (2011) Food Hydrocolloids, 25 (8), pp. 1813-1827.
49. Goss, R.J. *Future directions in antler research*. Anat. Rec. 1995; 241:291–302. doi: 10.1002/ar.1092410302.
50. Green G.G., Nattress F.M. (2004) *Standart methods*. Encyclopedia of meat sciences, Vol. 2. Eds K.W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman. Amsterdam, Elsevier Academic Press, 745 – 754.



51. Hengxing Ba, Datao Wang, Tung On Yau, Yudong Shang & Chunyi Li *Transcriptomic analysis of different tissue layers in antler growth Center in Sika Deer (Cervus nippon)*. BMC Genomics <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-019-5560-1>
52. Higgs J.D. (2000) *The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality*. Trends in Food Science and Technology, 11(13), 85 – 95.
53. Hoffman L.C., Wiklund E. (2006) *Game and venison – meat for the modern consumer*. Meat science 74, 197 – 208.
54. Hussein H.S. (2007) *Prevalence and pathogenicity of Shiga toxin – producing Escherichia coli in beef cattle and their products*. Journal of Animal Science 85, 63 – 72.
55. Hutchinson C.L., Mulley R.C., Wiklund E., Flesch J.S. (2012) *Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison*. Meat Sci. 90, 801 – 806.
56. Young O.A., Frost D.A., West J., Braggins T.J. (2001) *Analytical methods*. In Young, O.A., Rogers, R.W., Hui, Y.H. & Wai – Kit N. (eds) Meat science and Applications, Chapter 5. pp. 103 – 126.
57. Isidorov V.A., Szczepaniak L., (2009) Gas chromatographic retention indices of biologically and environmentally important organic compounds on capillary columns with low – polar stationary phases. J. Chromatogr. A1216, 8998-9007. doi:10.1016/j.chroma.2009.10.079
58. Yven C., Culioli J., Mioche L. (2005) *Meat bolus properties in relation with meat texture and chewing context*. Meat Science 70, 365-371.
59. Iwai, K., T. Hasegawa, Y. Taguchi, F. Morimatsu and K. Sato et al., 2005. *Identification of food-derived collagen peptides in human blood after oral ingestion of gelatin hydrolysates*. J. Agric. Food Chem., 53: 6531-6536.
60. Jack Appiah Ofori and Yun-Hwa Peggy Hsieh *The Use of Blood and Derived Products as Food Additives* (2012) Food Additive
61. Jankowska B., Zmijewski T., Kwiatkowska A., Korzeniowski W. (2005) *The composition and properties of beaver (Castor fiber) meat*. Eur J Wildl Res (2005) 5, 283 - 286.
62. Jarzyńska G., Falandysz J. (2011) *Selenium and 17 other largely essential and toxic metals in muscle and organ meats of red deer (Cervus elaphus) – consequences to human health*. Environment International, 37(5), 882 – 888.
63. Jemeljanovs A. u.c. (2013) *Latvijas iedzīvotāju pārtikā lietojamās gaļas raksturojums*. LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts "Sigra". 350 lpp.
64. Jemeljanovs A., D. Paeglītis, I. Jansons, D. Ikauniece, B. Lujāne *Briežu un liellopu metabolisko procesu un gaļas kvalitātes izpēte un salīdzinājums*. LLU „Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra” LUA 2008.
65. Jung, J.-W., Cha, S.-H., Lee, S.-C., Chun, I.-K., Kim, Y.-P. *Age-related changes of water content in the rat skin* (1997) Journal of Dermatological Science, 14 (1), pp. 12-19.
66. Jurie C., Picard B., Geay Y. (1999) *Changes in the metabolic and contractile characteristics of muscle in male cattle between 10 and 16 months of age*. Histochemical Journal, 31, 117-122.
67. Karch H., Tarr P.I., Bielaszewska M. (2005) *Enterohaemorrhagic Escherichia coli in human medicine*. International Journal of Medical Microbiology 295, 405 – 418.
68. Keys A. (1997) *Coronary heart disease in seven countries*. Nutrition, Vol. 13, pp. 249, 253.



69. Kierdorf, U., Kierdorf, H. *Deer antlers—A model of mammalian appendage regeneration: An extensive review.* Gerontology.2011;57:53–65. doi:10.1159/000300565.
70. Kierdorf,U., Miller K.V., Flohr, S., Gomez, S., Kierdorf, H., *Multiple osteochondromas of the antlers and cranium in a free-ranging white-tailed deer (Odocoileus virginianus)* PLoS ONE.2017;12:e0173775.
71. Kuba J., Landete – Castillejos T., Udala J. (2015) *Red deer farming: Breeding practice, trends and potential in Poland – a review.* Animal Science, 15(3), 591 – 599.
72. Kudrnáčová E., Bartoň L., Bureš D., Hoffman L.C. (2018) *Carcass and meat characteristics from farm – raised and wild fallow deer (Dama dama) and red deer (Cervus elaphus): A review.* Meat Science 141, 9 – 27.
73. Kwiatkowska A., Żmijewski T., Cierach M. (2009) *Utility value of carcass of European deer (Cervus elaphus) and its meat evaluation.* Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 59(2), 151 – 156.
74. Landete-Castillejos Tomás, Alessandra Rossetti, Andres J. Garcia, Carlos de Cabo,, Claudio Festuccia, Salvador Luna and Louis Chonco. *From a general anti-cancer treatment to antioxidant or deer osteoporosis: the consequences of antler as the fastest-growing tissue.* (2022). Animal
75. Landete-Castillejos T, Kierdorf H, Gomez S, Luna S, García AJ, Cappelli J, Pérez-Serrano M, Pérez-Barbería J, Gallego L, Kierdorf U (2019) *Antlers: evolution, development, structure, composition, and biomechanics of an outstanding type of bone.* Bone 128(128), 115046, 115046.
76. Li, C., Clark, D., Lord, E., Stanton, J., Suttie, J. *Sampling technique to discriminate the different tissue layers for gene discovery from the growing deer antler.* tip. Anat. Rec. 2002;268:125–130. doi: 10.1002/ar.10120.
77. Li, C., Zhao, H., Liu, Z., McMahan, C. *Deer antler--a novel model for studying organ regeneration in mammals.* Int J Biochem Cell Biol. 2014 Nov;56:111-22. doi: 10.1016/j.biocel.2014.07.007. Epub 2014 Jul 18. PMID: 25046387
78. Li, M., Thompson, D.D., Paralkar, V.M. *Prostaglandin E(2) receptors in bone formation.* Int Orthop. 2007 Dec;31(6):767-72. doi: 10.1007/s00264-007-0406-x. Epub 2007 Jun 26. PMID: 17593365; PMCID: PMC2266676.
79. López-Pedrouso M., Franco D., Serrano P.M., Maggolino A., Landete-Castillejos T., Palo De P., Lorenzo M.J. (2019) *A proteomic – based approach for the search of biomarkers in Iberian wild deer (Cervus elaphus) as indicators of meat quality.* Journal of Proteomics 205, 103422.
80. Ludwiczak A., Stanisław M., Bykowska M., Składanowska J., Ślósarz P. (2016) *Effect of storage on quality traits of the semimembranosus muscle of farmed fallow deer (Dama dama) bucks and does.* Animal Science Journal, September. Ahead of print <https://doi.org/10.1111/asj.12732>.
81. Maltin C.A., Sinclair K.D., Warriss P.D., Grant C.M., Porter A.D., Delday M.I., Warcup C.C. (1998) *The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fibre type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves.* Animal Science, 66, 341-348.
82. Maria João Pinho Moreira, Ana C. Silva, José M.M.M. de Almeida, Cristina Saraiva (2018) *Characterization of deterioration of fallow deer and goat meat using microbial and mid infrared spectroscopy in tandem with chemometrics.* Food Packing and Shelf Life 15, 169 – 180.





83. Medical illustration & animation. Association of medical illustrators. *Animal Anatomy*. <https://blog.medillsb.com/animal-anatomy/>
84. Meiyazhagan Ashokkumar, Narayanan Tharangattu Narayanan, Arava Leela Mohana Reddy, Bipin Kumar Gupta, Bangaru Chandrasekaran, Saikat Talapatra, Pulickel M. Ajayan and Palanisamy Thanikaivelan. (2012) *Transforming collagen wastes into doped nanocarbons for sustainable energy applications*. Green Chemistry. Issue 6.
85. Miller G.J., Field R.A., Riley M.L., Williams J.C. (1986) *Lipids in wild ruminant animals and steers*. Food Quality 9, 331 – 343.
86. Moskowitz, R.W., 2000. *Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease*. Seminars Arthrit. Rheumat., 30: 87-99.
87. National Research Council (NRC) (2007) *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. National Academy Press, Washington, DC, USA.
88. Newell D.G., Koopmans M., Verhoef L., Duizer E., Aidara – Kane A., Sprong H., Opsteegh M., Langelaar M., Threfall J., Scheutz F., der Giessen J.V., Kruse H. (2010) *Food – borne diseases – the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge*. International Journal of Food Microbiology 75, 6462 – 6470.
89. Nieto-Diaz, M., Pita-Thomas, D.W., Munoz-Galdeano, T., Martinez-Maza, C., Navarro-Ruiz, R., Reigada, D., Yunta, M., Caballero-Lopez, M.J., Nieto-Sampedro, M., Martinez-Maza, R. *Deer antler innervation and regeneration*. Front Biosci (Landmark Ed). 2012 Jan 1;17(4):1389-401. doi: 10.2741/3993. PMID: 22201810.
90. Nikolājeva V. (2011) *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds. 128 lpp.
91. Nomura, Y., K. Oohashi, M. Watanabe and S. Kasugai, 2005. *Increase in bone mineral density through oral administration of shark gelatin to ovariectomized rats*. Nutrition, 21: 1120-1126.
92. Okuskhanova E., Assenova B., Rebezov M., Amirkhanov K., Yessimbekov Z., Smolnikova F., Stuart M. (2017) *Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat*. Veterinary World, 10(6), 623 – 629.
93. Okuskhanova E., Assenova B., Rebezov M., Amirkhanov K., Yessimbekov Z., Smolnikova F., Nurgazezova A., Nurymkhan G., Stuart M. (2017) *Study of morphology, chemical, and amino acid composition of red deer meat*. Veterinary World, EISSN: 2231 – 0916. Vol. 10.
94. Ordway R., Aines G. (2010) *Feeding Lysine: a nutritionist and dairy producer's perspective*. In Proceeding of the High Plains Dairy Conference, Texas, US, 109 – 116 pp.
95. Paulsen P., Winkelmayr R. (2004) *Seasonal variation in the microbial contamination of game carcasses in an Austrian Hunting area*. Eur. J. Wildl. Res. 50, 157 – 159.
96. Peleari M.A., Moretti V.M., Beretta G., Mentasti T., Bersanni C. (2003) *Cured products from different animal species*. Meat Sciences. Vol. 63(4). 485 – 489.
97. Polak T., Rajar A., Gašperlin L., Žlender B. (2008) *Cholesterol concentration and fatty acid profile of red deer (Cervus elaphus) meat*. Meat Science, 80(3), 864 – 869.
98. Price, J., Faucheux, C. Allen S. *Deer antlers as a model of Mammalian regeneration*. Curr Top Dev Biol. 2005;67:1-48. doi: 10.1016/S0070-2153(05)67001-9. PMID: 15949530
99. Quaresma M.A.G., Trigo – Rodrigues I., Alves S.P., Martins S.I.V., Barreto A.S., Bessa R.J.B. (2012) *Nutrition evaluation of the lipid fraction of Iberian red deer (Cervus elaphus hispanicus) tenderloin*. Meat Science, 92(4), 519 – 524.





100. Ramanzin M., Amici A., Casoli C., Esposito L., Lupi P., Marsico G., Marinucci M.T. (2010) *Meat from wild ungulates: Ensuring quality and hygiene of an increasing resource*. Italian Journal of Animal Science, 9(3), 318 – 331.
101. Reinken G., Hartfiel W., Korner E (1980) *Damtierhaltung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 174 – 187.
102. Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J. (2001) *Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls*. Meat Science, 59, 49-60.
103. Renerre M. (1982) *Qualité des viandes de turillons: évaluation avec l'âge des caractéristiques physicochimiques des muscles. La couleur de la viande*. Bulletin Technique CRZV Theix, 48, 42-44.
104. Ropodi A.I., Panagou E.Z., Nychas G.-J.E. (2017) *Multispectral imaging (MSI): A promising method for the detection of minced beef adulteration with horsemeat*. Food Control, 73 (Part A), 57 – 63.
105. Rubana I.M. (2000) *Higiēna*. Rīga, Latvijas Sporta Pedagoģijas akadēmija. 2. daļa, 218 lpp.
106. Rubena V., Zariņa A. (1979) *Lopkopības produktu ieguves un pārstrādes tehnoloģijas pamati*. Rīga, Zvaigzne. 262 lpp.
107. Russo C. (2005) *Relazione sulla qualità della carcassa e della carne di daino (Dama dama)*. Annali Della Facoltà Di Medicina. Veterinaria, 58, 207 – 212.
108. Sánchez S., García – Sánchez A., Martínez R., Blanco J., Blanco J.E., Blanco M., Dahbi G., Mora A., Hermoso de Mendoza J., Alonso J.M., Rey J. (2009) *Detection and characterisation of Shiga toxin – producing Escherichia coli other than Escherichia coli O157:H7 in wild ruminants*. Veterinary Journal 180, 384 – 388.
109. Sánchez S., Martínez R., García A., Vidal D., Blanco J., Blanco M., Blanco J.E., Mora A., Herrera – León S., Echeita A., Alonso J.M., Rey J. (2010) *Detection and characterisation of O157:H7 and non-O157 Shiga toxin – producing Escherichia coli in wild boars*. Veterinary Microbiology 143, 420 – 423.
110. Sans P., Combris P. (2015) *World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961 – 2011)*. Meat Science, 109, 106 – 111.
111. Schrieber, R. and H. Gareis, 2007. *Gelatine Handbook: Teory and Industrial Practice*. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KgaA, Germany
112. Serrano M.P., Maggiolino A., Lorenzo J.M., De Palo P., García A., Landete – Castillejos T., Gambín P., Cappelli J., Domínguez R., Pérez – Barbería F.J., Gallego L. (2018) *Meat quality of farmed red deer fed a balanced diet: effects of supplementation with copper bolus on different muscles*. The Animal Consortium, Animal, 1 – 9 pp.
113. Serrano P.M., Maggiolino A., Landete – Castillejos T., Pateiro M., Barbería P.J., Fierro Y., Domínguez R., Gallego L., García A., De Palo P., Lorenzo J.M. (2020) *Quality of main types of hunted red deer meat obtained in Spain compared to farmed venison from New Zealand*. Scientific Reports.
114. SIA Biznesa Konsaltinga Grupa (2010) *Garšīga un veselīga uztura lielā enciklopēdija*. Ventpils, SIA Biznesa Konsaltinga Grupa, 165 lpp.
115. Sielaff H. (1996) *Fleischtechnologie*. Hamburg, Behr's Verlag, 675 pp.
116. Soriano A., Cruz B., Gomez L., Mariscal C, Ruiz A.G. (2006) *Proteolysis, physicochemicals characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (Cervus elaphus) or wild boar (Sus scrofa) meat: A preliminary study*. Food chemistry 96, 173 – 184.
117. Sprincis P. (1998) *Gaļas veterināri sanitārā ekspertīze*. Rīga, Avots. 286 lpp.



118. Stanizs M., Skorupski M., Ślósarz P., Bykowska – Maciejewska M., Składanowska – Baryza J., Stańczak L., Krakowska – Paluszak M., Ludwiczak A. (2019) *The seasonal variation in the quality of venison from wild fallow deer (Dama dama) – A pilot study.* Meat Science 150, 56 – 64.
119. Stevenson J.M., Seman D.L., Littlejohn R.P. (1992) *Seasonal variation in venison quality in mature, farmed red deer stags in New Zealand.* Journal of Animal Science, 70, 1389 – 1396.
120. Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V., Ikauniece D. (2013) *Nutrition Value of Deer, Wild Boar and Beaver Meat Hunted in Latvia.* Institute of Biotechnology and Veterinary medicine “Sigra” of Latvian University of Agriculture. 71 – 76.
121. Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V., Vjazevica V. (2011) *Evaluation of Protein Composition of Game Meat in Latvian Farms and Wildlife.* Agronomy Research 9 (Special Issue II), 469 – 472.
122. Šiliņa L. (2014) *Staltbriežu gaļas pārstrādes produktu kvalitātes izvērtējums.* Jelgava, 46 lpp.
123. Tang, Y., Jeon, B.T., Wang, Y., Choi, E.J., Kim, Y.S., Hwang, J.W., Park, P.J., Moon, S.H., Kim, E.K. *First Evidence that Sika Deer (Cervus nippon) Velvet Antler Extract Suppresses Migration of Human Prostate Cancer Cells.* Korean J Food Sci
124. Tang, Yujiao, et al. *“First evaluation of the biologically active substances and antioxidant potential of regrowth velvet antler by means of multiple biochemical assays.”* Journal of Chemistry 2015 (2015)
125. Tang, Yujiao, et al. *First evaluation of the biologically active substances and antioxidant potential of regrowth velvet antler by means of multiple biochemical assays.* Journal of Chemistry 2015 (2015)
126. Production Science 63(16) 1607-1614 <https://doi.org/10.1071/AN22176>.
127. Vācijas Federatīvā Republika (2011) *Veröffentlichte mikrobiologische Richt – und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln.* 42.
128. Valin C., Goutefongea R. (1982) *Qualité des viandes de tourillons: évaluation avec l'âge des caractéristiques physicochimiques des muscles. La composition des muscles.* Bulletin Technique CRZV Theix, 48, 30-34.
129. Van Zyl L., Ferreira A.V. (2004) *Physical and chemical carcass composition of springbok (Antidorcas marsupialis), blesbok (Damaliscus dorcas philipsi) and impala (Aepyceros melampus).* Small Ruminant Research 204.53, pp. 103 – 109.
130. Vestergaard M., Oksbjerg N., Henckel P. (2000) *Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls.* Meat Science, 54, 177-185.
131. Vestergaard M., Therkildsen M., Henckel P., Jensen L.R., Andersen H.R., Sejrsen K. (2000) *Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness.* Meat Science, 54, 187-195.
132. Vestmane V., Zaharova N. (2015) *Dažādie dislipidēmijas pacienti – taktika, dzīvesveida korekcija.* Latvijas ārsts. Septembris 4, 2015. 35 – 38.
133. Volpelli L.A., Valusso R., Morgante M., Pittia P., Piasentier E. (2003) *Meat quality in male fallow deer (Dama dama): affects of age and supplementary feeding.* Meat Sci. 65, 555 – 562.



134. Wiklund E., Dobbie P., Stuart A., Littlejohn R. (2010) *Seasonal variation in red deer (Cervus elephus) venison (M. Longissimus dorsi) drip loss, calpain activity, colour and tenderness*. Meat Science, 86(3), 720 – 727.
135. Wiklund E., Drew K.R., Ahman B. (2002) *Wild and tender deer meat*. Conference proceeding of the 5th International Deer Biology Congress, 10 – 15.
136. Wiklund E., Farouk M., Finstad G. (2014) *Venison: Meat from red deer (Cervus elephus) and reindeer (Rangifer tarandus tarandus)*. Animal Frontiers, 4(4), 55 – 61.
137. Wiklund E., Malmfors G. (2004) *The effects of pre-slaughter handling on reindeer meat quality – a review*. Animal Breeding Abstracts, 72(I), IN-6N.
138. Wiklund E., Manley T., Littlejohn R. (2004) *Glycolytic potential and ultimate muscle pH values in red deer (Cervus elaphus) and fallow deer (Dama dama)*. Rangifer, 24(2), 87 – 94.
139. Wu, J., M. Fujioka, K. Sugimoto, G. Mu and Y. Ishimi, 2004. *Assessment of effectiveness of oral administration of collagen peptide on bone metabolism in growing and mature rats*. J. Bone Mineral Metab., 22: 547-553.
140. Xia, P., Liu, D., Jiao, Y., Wang, Z., Chen, X., Zheng, S., Fang, J., Hao, L. *Health Effects of Peptides Extracted from Deer Antler*. Nutrients. 2022 Oct 8;14(19):4183. doi: 10.3390/nu14194183. PMID: 36235835; PMCID: PMC9572057.
141. Xu, Y., Liu, Y., Liu, Y., Zhang, Z., Liu, H., & Di, D. (2014). *Study on activities for scavenging free radicals of deer blood oligopeptides*. Food Industries, 35, 172-175.
142. Zhang, H.; Dong, Y.; Qi, B.; Liu, L.; Zhou, G.; Bai, X.; Yang, C.; Zhao, D.; Zhao, Y. *Preventive effects of collagen Peptide from deersinew on bone loss in ovariectomized rats*. Evid. Based Complement. Altern. Med. 2014,2014, 627285
143. Źochowska – Kujawska J., Sobczak M., Lachowicz K. (2009) *Comparison of the texture, rheological properties and myofibre characteristics of SM (semimembranosus) muscles of selected species of game animals*. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 59(3), 243 – 246.



## PIELIKUMI



*1.pielikums*

**PRODUKTU IEGŪŠANAS, UZGLABĀŠANAS UN  
TRANSPORTĒŠANAS PROTOKOLS**

PROJEKTS NR. 19-00-A01612-000002

Materiāls: Gaļa  Cīpslas  Asinis

Nodošanai: \_\_\_\_\_

Dzīvnieka izcelsmes saimniecība: \_\_\_\_\_

Kaušanas metode: Ar dzīvnieka fiksāciju  Medības   
Stacionārā kautuve  Mobilā kautuve

Informācija par dzīvnieku:  
Bullis  Identifikācijas numurs \_\_\_\_\_  
Govs  Dzimšanas gads \_\_\_\_\_

Apdullināšanas datums: \_\_\_\_\_ Laiks: \_\_\_\_\_

Ataīņošana ar elektrostimulāciju AR  BEZ

eviscerācijas beigu laiks: \_\_\_\_\_

Kautķermeņa ievietošanas atdzesēšanai laiks: \_\_\_\_\_

Noturēts temperatūrā +2 - +4 °C

Gaļas sadalīšanas datums \_\_\_\_\_ Temperatūra sadalē °C \_\_\_\_\_

Blakusproduktu uzglabāšanas laiks un temperatūra oC \_\_\_\_\_

Fasēšanas datums \_\_\_\_\_ Laiks \_\_\_\_\_

Uzglabāšanas temperatūra °C \_\_\_\_\_

Pārvadāšanas temperatūra °C \_\_\_\_\_

Iepakojumu skaits \_\_\_\_\_ Svārs \_\_\_\_\_ kg

Produkta nogadāšanas saņēmējam datums \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
vārds, uzvārds

\_\_\_\_\_  
paraksts

Saņēma \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Vārds, uzvārds, datums, paraksts





## 2.pielikums

Proceedings of the 2023 International Conference "ECONOMIC SCIENCE FOR RURAL DEVELOPMENT" No 57  
Jelgava, LBTU ESAF, 10-12 May 2023, pp. 167-175  
DOI: 10.22616/ESRD.2023.57.017

### CHANGES IN VENISON QUALITY IMPORTANT TO THE CONSUMER DURING VENISON HARVESTING AND STORAGE

Līga Proskina<sup>1</sup>, Dr.oec.; Anda Valdovska<sup>2</sup>, Dr.med.vet. and Sallija Cerina<sup>3</sup>, Dr.oec.

<sup>1</sup>Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Economics and Social Development

<sup>2</sup>Latvia University of Life Sciences and Technologies, Faculty of Veterinary Medicine, Research Laboratory of Biotechnology

<sup>3</sup>Institute of Agricultural Resources and Economics

**Abstract.** Food quality is a set of characteristics of the food product that can be evaluated for each kind of food. Several characteristics are identified for each of them: degree of freshness, energy value, amounts of protein, vitamins, micro- and macronutrients as well as various additives etc. However, the main characteristics of quality food of animal origin relate to its healthiness and safety for the consumer. From the perspective of a producer, quality represents specific characteristics to be achieved by the producer, and product quality is one of the basic elements of economic development to produce competitive products. Food production and processing, especially food of animal origin, is a complicated process that involves several stages and production process deviations affected by risk factors, and the elimination of the deviations is usually associated with significant financial expenses. Risk factors can appear at one or more stages and pass from one production stage to another, thereby negatively affecting the subsequent stages and the final product. In the production of venison, one of the groups of risk factors relates to venison harvesting, pre-processing and storage. Properly processed venison is usually clean and its microbiological contamination is not high, while non-compliance with venison storage requirements as well as bacterial contamination of venison in case of the non-compliance with storage requirements should be considered as a cause of possible materialization of some risks. Therefore, the present research aims to identify changes in venison quality important to the consumer during venison harvesting and storage. Microbiological control of venison is an important factor that affects the quality of the product, its shelf life and, in the long term, the competitiveness of the enterprise in the market. The research has found that venison could be stored for 45 to 50 days in vacuum packaging at a temperature of +3 to +4 °C, provided that all the hygiene requirements are met during venison processing, which makes it possible not only to sell the product in the domestic market but also export the fresh venison.

**Key words:** deer farming, venison, quality, venison storage.

**JEL code:** Q22

#### Introduction

Global competition challenges and the need to increase the level of prosperity of the rural population set new objectives for food producers regarding the production of high-quality food commodities of animal origin. Quality becomes important when it comes to the competitiveness of a particular good or service, an industry and the national economy as a whole. The ongoing processes in the economy allow us to state with absolute certainty that the growth of the food industry in Latvia, just like the food industry in the world, is affected by the change in consumer demand for food products – the demand for healthy food as well as organically produced food tends to increase –, which is facilitated by the growing concern of consumers for the environment and their health. Public health issues are also stressed in national policy documents stating that one of the priorities of agriculture in Latvia is providing consumers with safe and high-quality food, which is also consistent with the goals set by the EU food safety policy, emphasizing that human health is one of the basic values as well as the basis of life quality and personal and family prosperity. Therefore, one of the factors increasing the competitiveness of food production in the context of economic globalization is the production of high-quality food products.

<sup>1</sup> E-mail: liga\_proskina@lbtu.lv

<sup>2</sup> E-mail: anda\_valdovska@lbtu.lv

<sup>3</sup> E-mail: sallija.cerina@arei.lv



In the context of economic globalization, one of the factors increasing the competitiveness of livestock production is the production of high-quality food products. The need for research on it is determined by: the requirements of the common market of the European Union and the demand of the country's population for high-quality food that provides nutritional energy and guarantees human health preservation and improvement, as well as life extension. The population of the world continues to grow, currently exceeding 7 billion. This factor has contributed to the demand for animal products in human diets, as well as increasing the standard and quality of life in developing countries (Cawthorn, Hoffman, 2014). In 1961, meat consumption per capita did not exceed 23 kg, while in 2011 meat consumption had increased to 42 kg per capita (Sans et al., 2015). Since the demand for wild animal meat grew in the second half of the 20<sup>th</sup> century, the consumption of it increased worldwide to one million tonnes per year. As the demand continues to increase, today approximately 2 million tonnes of wild animal meat are sold for food every year (Costa et al., 2016).

Meat is considered to be the main source of fat in human diets. As health care evolves, there is an emphasis on the consumption of lean meats and products that are low in fat and cholesterol (Dahlan et al., 2008). An increasing focus is placed on food safety and animal diseases that can pose risks to human health and determine meat quality (Font-i-Furnols et al., 2014). Foods of this kind need to be stored for as long as possible and preserve high, consistent quality.

Quality is defined as the suitability of a good or service for use (Juran, 2010); however, from the perspective of a producer, quality represents specific characteristics. Food quality is understood as: 1) food safety or harmlessness, emphasizing that the quality characteristics of food must be such that it cannot cause damage to human health either in the short or long term, or even cause the death of a person; 2) expected properties of the food product, e.g. organoleptic, nutritional properties etc.; 3) desired characteristics of food, which meet consumer expectations regarding value added. It should be considered that there is increasing discussion on meat quality and the role of it, yet there is no consensus on the meaning of the term quality. It is generally considered to be a combination of two main elements. One of the characteristics is overall meat quality, which includes properties that can be measured, e.g. microbiological condition, tenderness, colour, juiciness, a shelf life, a pH value and toxin content. However, quality is also determined by immeasurable aspects: the consumer personal perception of meat and its quality value. According to research studies by the European Food Institute, the number of consumers in the European Union who consider food healthiness as the main criterion for choosing and purchasing food products and associate it directly with fresh, non-frozen meat tends to increase (Vaarst, Hovi, 2004). This means that food quality does not represent only organoleptic properties or other characteristics of food, the quality means the desired characteristics of food that could justify value added; e.g. the type of food production (organic farming, environmental protection, animal welfare), production areas (designations of origin) and the related traditions, a different demand for high-quality foods with low cholesterol and fat contents, e.g. for game meat, which differs in specific taste characteristics, as well as functional products with more physiologically active principles (Yamada et al., 2008).

Food safety criteria could be considered objective food quality evaluation criteria. The International Organization for Standardization (ISO) has defined quality (ISO 9000 series standards) as achieving long-term satisfaction, considering the wishes of consumers within the limits of their needs, stating that "quality is the degree to which a set of inherent characteristics of an object fulfils requirements". In fact, it represents compliance with the requirements set (e.g. international, national, sectoral etc.) or general conditions for the good or service produced and is able to satisfy the imagined needs of the consumer.



Therefore, from the perspective of a producer, quality represents specific characteristics to be achieved by the producer.

However, the organoleptic (e.g. colour, taste, consistency) and desirable properties of food (e.g. produced on an organic farm) are what each consumer understands by this concept individually; therefore, they can be considered as subjective evaluation criteria. American scientist J. Juran (2010) defines quality as the suitability of a good or service for use, i.e. if the good or service fully meets the needs of the consumer, it is suitable for use. The competitive advantages of deer farming are provided by food characteristics that are different from those of traditional food, such as the quality and organoleptic properties of venison (Rock, MacMillan, 2022); however, it is important to ensure the quality of venison in the long term as well. In food production, processing, packaging and distribution can increase or decrease the quality of agricultural products, and it should be especially emphasized that on many deer farms, the deer are harvested by being shot from a distance in the field. This requires additional pre-processing of the carcass on the farm and timely transportation of the carcass to a slaughterhouse for further processing, division and cooling. This stage is one of the most critical risk factors that can negatively affect the quality of the final venison product. Accordingly, external factors (e.g. an inaccurate shot) and errors in the technological process (e.g. during animal pre-processing) can negatively affect the quality characteristics of meat during the processing and storage thereof. This could create preconditions for the production of low-quality venison, resulting in economic losses, and the technological chain formed over a long period and the investments made in its creation would not bring the expected revenue. Thus, one can claim that in deer farming, harvesting conditions, deer pre-processing, carcass storage etc. technological aspects in the meat production process play a decisive role in the supply of high-quality, harmless and high-value venison products to consumers.

The mentioned factors make a significant impact on the competitiveness of deer farming both in the domestic and foreign markets. There are various techniques for storing venison: chilling, freezing and vacuum packing, which have different storage requirements and shelf lives. It is known that fresh meat has a higher market value; therefore, research on the possibilities of storing meat for as long as possible without freezing is particularly important. The research problem: fresh venison and its products that meet consumer requirements need to be stored fresh for as long as possible and preserve high, constant quality.

To achieve the longest period of storage of fresh venison and deliver the fresh venison to the domestic and foreign markets, the venison is cooled down and vacuum packaged. However, the technology of venison harvesting differs from farm to farm, which can affect the supply of safe fresh venison to consumers. Therefore, the research **aims** to identify changes in venison quality important to the consumer during venison harvesting and storage. The research focused on the most significant parameters that indicated technological risks that might arise as a result of human activity and significantly affect the economic performance of the farm, shorten the shelf life of the product and affect the consumer.

The present research tested venison samples obtained from four farms that were stored up to 50 days to identify the chemical and microbiological characteristics of the venison by employing laboratory testing methods. Before the carcass was divided and vacuum packaged, the carcasses of batches 1-4 were cooled in a refrigerator to a temperature of +2-+4 °C and stored for 1 to 2 days; the venison samples of batch 2 were rinsed with water before vacuuming. However, to achieve the recommended game meat maturation period, the carcasses of batch 5 were stored in the refrigerator for 8 days before being divided and packaged.



## Research results and discussion

In Europe, deer farming has been practiced since ancient times, and it is a cultivated and strong tradition in many countries (Mirceta et al., 2016). Today, the most common deer species that are farmed in Europe (in captivity) are red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*) (Costa et al., 2016; Daszkiewicz et al., 2015; Florek, Drozd, 2013). Deer farms provide inputs for various industries, supplying not only meat and its products to the food industry but also deer skins, horns, teeth, hair, velvet horns to pharmaceutical and furniture factories etc. (Drew, 1992; Kuba et al., 2015).

Factors affecting the production of food are similar in all livestock industries, yet, there are certain differences in deer farming that, to a great extent, influence the quality of products and ensure its differentiation. In food production, the quality of a final product is largely affected by the technological processes of production, processing and sale, which determine preconditions for demand and supply in the food market. During production, all technological processes strongly relate to each other and therefore they affect each other because the positive and negative factors present at one stage pass to the next stages. An important factor affecting quality, the author believes, is associated with the production of meat in deer farming. In traditional livestock farming, the production of meat is related to the transportation of animals and an increased stress level during the pre-slaughtering period. According to researches (Jansons, 2010), stress negatively influences qualitative indicators of meat. In deer farming, animals are shot for meat in their natural environment without causing stress to animals, as they are not caught and transported. It reduces the stress hormone level in meat, ensuring a higher quality of meat. It has to be emphasised that shooting deer in a pasture requires additional pre-processing of their carcasses on the spot on a farm and timely transportation of their carcasses to a slaughter-house for further processing, cutting, and cooling. This stage is one of the most critical risk factors, which may negatively affect the quality of final products of venison.

The quality of venison is affected by various factors: environmental pollution, pathological changes, stress etc., which the deer has encountered during the life. It is important to cool the carcasses of game animals as quickly as possible to the maximum permissible temperature of +7 °C (Wiklund, Malmfors, 2004). The colour of meat is one of the most important parameters that determine the acceptability and choice of the product for the consumer. A dark colour is usually associated with firm and dry meat, in the case of venison, a strong red colour indicates good quality and is a typical sign of game meat (Font-i-Furnols, Guerrero, 2014; Ramanzin et al., 2010). Game meat, incl. venison, is characterized by a high proportion of muscle tissue; therefore, it is extremely important to mature the meat so that it becomes softer and meets consumer preferences. Therefore, one of the most important physical parameters that determine the quality of meat is an extreme pH value of the meat, which is identified approximately 24 h after the slaughter of the animal. Forty minutes after the deer was slaughtered, the pH value decreased to 5.4-5.7, which could be explained by the formation of lactic acid due to the breakdown of glycogen. This process is called meat maturation. It should be noted that rapid changes in the pH value affect the organoleptic properties of meat that are important for the consumer: colour, taste, aroma, juiciness and structure, as well as technological properties: water resistance. As glycogen reserves in muscle tissues decrease, the meat maturation process is disturbed, which gets longer and rapidly lowers the quality of the meat and shortens its shelf life due to the high pH value (6.0 - 6.2), which makes the meat tough (Atanassova et al., 2008). With increased stress in the pre-slaughter period, glycogen reserves are depleted in the animal's body during the stress, and, consequently, lactic acid



synthesis does not occur to a sufficient extent, resulting in dark-coloured, firm and dry meat (DFD) (Dikeman, Devine, 2014).

The pH value of high-quality game meat should be in the range of 5.5-5.7 (Wiklund et al., 2014). When storing game meat up to 14 days after slaughtering the animal, the pH value practically does not change (Hoffman, Wiklund, 2006). Meat with pH values in the range of 5.5-5.8 is packed in gas-tight packaging from which air is extracted, and the meat package is stored at a temperature of +2-+4 °C. The potential of free air and water release for the product in such packaging is reduced, resulting in a significant reduction in the potential for bacterial growth. The shelf life could be up to 3 months, yet provided that the meat meets a good microbiological standard before packaging (Collins and Huey, 2015), i.e. the hygiene requirements have been met during meat processing, which enables producers to gain competitive advantages and geographically wide markets. Meat spoilage at a pH value of <5.8 is caused by potentially hazardous bacteria, which multiply in muscle tissues (salmonella, listeria etc.) (Green, Nattress, 2004).

Based on the pH values identified on the first day of testing on the farms (Fig.1 (a)), it could be established that the deer carcasses were cooled immediately after the deer were harvested and processed in a slaughterhouse, and the deer were not subjected to stress that would contribute to the deterioration of venison quality.

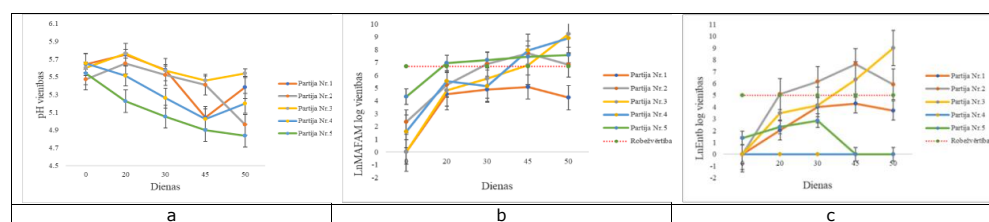
In addition to the nutrients contained in meat, the suppliers of safe and high-quality food to consumers focus on the microbiological characteristics of meat. In the world, the most common foodborne infections relate to human enteric diseases caused by bacteria in foodstuffs (Newell et al., 2010). Meat contaminated with pathogenic microorganisms that are common to both humans and animals and parasites that cause various diseases is dangerous to human health. Fresh meat and fresh meat products can contain microorganisms such as *Escherichia coli* and *Salmonella*, which can pose a high risk of danger to human health. The pathogens are considered to be priorities for food safety control in the meat processing industry (Dikeman, Devine, 2014). Microorganisms get on meat during the processing, transportation and storage of it. For example, the producer incurs losses if the animal is unsuccessfully shot in the stomach, as this creates an increased risk of reproduction of microorganisms that are harmful to the health of the consumer. Often in such situations, game meat is washed with water; however, the meat rinsed with water begins to spoil faster and is not suitable for long-term storage. The regulations of the European Union Commission (No. 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs etc.) (EU, 2005), the legislation and Cabinet regulations of the Republic of Latvia (Law on the Supervision of the Handling of Food etc.), as well as the Guidelines for Best Hygiene Practices must be complied with to ensure the quality and safety of meat. All market actors involved in the handling of food must ensure the identification of any supplier, and the supply of food commodities and products must be traceable in the territory of the EU (Gavrilenko, 2008). To produce high-quality meat, it should be ensured that the animals intended for slaughter are rested, the carcass must be well bled, special equipment for processing the carcass must be clean. The safety of fresh meat is determined by the organoleptic, physical and chemical as well as microbiological properties of the product. It is not always possible to identify the safety of meat by looking at the product and examining the organoleptic properties of it. Basically, it is necessary to make sure that there is no microbiological contamination in the meat, which is directly affected by the physical and chemical properties of the product. The growth and development of microorganisms in food is affected by a number of internal and external factors. The internal factors include: pH value, water activity (*aw*), nutrients in meat, as well as natural protective barriers etc. The external factors include storage temperature, relative humidity, gases in the environment etc. (Gavrilenko, 2008). The way food is processed and stored affects the stability and safety of food and can also affect the nutritional value, sensory, technological and economic properties of it. From





a hygienic perspective, wild and captive (farmed) deer should be processed in slaughterhouses. An important step to prevent the carcass from being contaminated and polluted by various microorganisms is the removal of the skin, as hair from the skin often end up on the carcass, as well as the evisceration of the carcass. After being harvested, the carcasses of deer are transported to the slaughterhouse in cooling containers, the skin is not removed from carcasses, and the unskinned carcasses are transported to the slaughterhouse. The meat cooling and maturation period is also important when a dry crust forms on the carcass, which protects against the penetration of microorganisms.

The count of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (MAFAM) enables an assessment of the hygienic status of venison, as reported by Carter (1990). On the first day of testing venison samples in the laboratory, the total count of microorganisms was in the minimum range (Fig.1 (b)). The contamination of meat with microorganisms was inevitable, as the microflora of the animal's own digestive tract could get on it, as well as the environment, the hands, clothes and tools of the slaughterhouse worker could serve as a source of contamination (Reinken et al., 1980). An analysis of venison samples taken on the first day of storage revealed that the processing of venison samples and carcasses of batches 1 and 3 was done at the highest quality, complying with all hygiene requirements for slaughterhouses (Cabinet regulation No. 328). By increasing the storage period of fresh venison to 50 days, the total count of mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria increased in all the sample batches, which could be explained by the active development of microorganisms; however, the samples of batch 1 maintained a low level of contamination until day 50, i.e. high-quality, according to the market requirements. The worst performance was found for the sample of batch 5, which could be explained by a long cooling period of the carcass, the carcass was stored at a temperature of +2-+4 °C for 8 days, and only after that the samples were vacuum packaged. In contrast, the second worst performance was found for the sample of batch 2, which was rinsed with drinking water before being vacuum packaged, which apparently contributed to the contamination with microorganisms and created a favourable environment for their development. It follows that the risk of infecting the lowest quality samples with any of the bacterial diseases is posed already soon after the carcass has been processed, reaching the critical period on the 20<sup>th</sup> day of storage.



Source: authors' calculations based on research data

Fig. 1. Changes in meat quality during storage

Enterobacteriaceae bacteria affect meat quality and serve as an indicator of poor hygiene, processing technology and post-processing problems regarding the product (Food Safety, 2016). According to Carter (1990), the presence of Enterobacteriaceae bacteria serves as an indicator for assessing the hygienic status of game meat, based on which it could be established that the technique of harvesting venison and the processing technology have been chosen correctly and could ensure high quality meat. Accordingly, complying with the hygiene requirements in the slaughterhouse and during meat processing provide a longer storage period for meat and meat products. As shown in Figure 1 (c), the critical period was reached on the 20<sup>th</sup> day of storage of venison samples (batch 2); after 30 days of storage, this level of



contamination with representatives of the Enterobacteriaceae group was found in the samples of batch 3. This means a low-quality venison production process can endanger the health and even life of consumers. It should be noted that the samples of batches 1, 4 and 5 did not reach the critical period during 50 days of storage.

At the same time, microorganisms dangerous to human health (causing foodborne pathogens) such as *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp. and *Salmonella* spp., were not found in the venison samples, which indicated that best hygiene practices were followed overall; however, technological errors made at certain stages did not allow us to reach a maximum long (up to 50 days) fresh venison storage period.

An analysis of the characteristics of the technological process of meat production on farms and of quality of meat, the need for special meat processing enterprises and game meat processing lines should be emphasized to cover a wider domestic market and enter foreign markets. Retailers consider venison quality and the regularity of supply as a limiting factor in selling venison products. When setting quality, supply regularity and quantity requirements for venison products, it often turns out that the production capacity of each individual enterprise is insufficient to meet the requirements. The principles of partnership based on long-term cooperation contracts etc. activities could serve as a basis for the establishment of a specialized game animal slaughterhouse and processing enterprise, which would provide the production of higher quality venison products. In view of the high fuel prices and long distances from slaughterhouses to deer farms, it is financially unprofitable to transport the deer to a specialized slaughterhouse, pay for slaughtering services and laboratory tests and then deliver the products to retailers. Therefore, it is necessary to find a possibility to ease the requirements for the construction and equipment of low-capacity slaughterhouses to foster the emergence of such slaughterhouses in the regions where specialized slaughterhouses are located too far from deer farms. This could be achieved through the establishment and certification of mobile and low-capacity slaughterhouses. The range of customers for mobile slaughterhouses would be allowed to be relatively wide if the deer farms are small, and there is no need for slaughterhouse services for several farms at the same time. By establishing low-capacity slaughterhouses in Latvia, the construction and equipment of which would comply with the eased requirements of legal acts, consumers would have an opportunity to purchase fresh venison harvested in Latvia, and the price of venison would be competitive in the domestic market.

#### **Conclusions, proposals, recommendations**

- 1) It is possible to store fresh venison for up to 50 days in vacuum packaging if the venison processing technology and hygiene requirements have been met, provided that all the hygiene requirements are met during venison processing, which makes it possible not only to sell the product in the domestic market but also export the fresh venison.
- 2) Enhancing the culinary properties of venison through a long maturation period (delayed vacuum packaging of fresh venison) as well as rinsing the venison with drinking water before packaging contributes to an increase in the count of microorganisms and reduces the shelf life of fresh venison; therefore, it cannot be used when planning the sale of fresh venison over a long period.
- 3) To make the production, processing and sale of venison continuous, it is necessary to increase the output of venison and its products and provide regular supplies to the market, which could be achieved by achieving a longer storage period for fresh venison.
- 4) The establishment of mobile and low-capacity slaughterhouses on farms can contribute to faster pre-processing of venison and, consequently, higher quality production, which would improve the regularity and continuity of venison supplies to retailers in the future.



### Acknowledgement

The research received funding from the EU EAFRD research project "Modern bioeconomic waste-less processing of deer, producing the end product – raw material with a high value added for food, cosmetics and the pharmaceutical industry", Project No. 19-00-A01612-000002.

### Bibliography

- Atanassova, V., Apelt, J., Reich, F., Klein, G. (2008). Microbiological quality of freshly shot game in Germany. *Meat Science*, vol.78(4), pp.414-41.
- Cabinet Regulation No. 328 of 2013 on Requirements for Slaughterhouses if Meat of Animals Slaughtered Therein is Sold on the Domestic Market in Small Quantities. Retrieved: <https://likumi.lv/ta/id/257753-prasibas-mazjaudas-kautuvem>. Access: 16.01.2023.
- Carter, M.E. (1990). Enterobacteria. Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. Eds M.E. Carter, J.R. Cole. Academic Press, San Diego, pp.92-98.
- Cawthorn, D.M., Hoffman, L.C. (2014). The role of traditional and non-traditional meat animals in feeding a growing and evolving world. *Animal Frontiers*, vol.4(4), pp.6-12. Retrieved: <https://doi.org/10.2527/af.2014-0027>. Access: 28.01.2023.
- Collins, D.S., Huey, R.J. (2015). *Grasey's Meat Hygiene*. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex. Editions 11th, p.352.
- Costa, H., Mafra, I., Oliveira, M.B.P.P., Amaral, J.S. (2016). Game; types and composition. In: F. T. B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrà (Eds.) *Encyclopedia of food and health*, Amsterdam: Elsevier, vol. 3, pp.177-183.
- Dahlan, I., Horfarizan Hanoon, N.A. (2008). Chemical composition, palatability and physical characteristics of venison from farmed deer. *Animal Science Journal*, vol.79(4), pp.498 – 503. Retrieved: <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2008.00555.x>. Access: 22.08.2022.
- Daszkiewicz, T., Hnatyk, N., Dabrowski, D., Janiszewski, P., Gugolek, A., Kubiak, D., Koba – Kowalczyk, M. (2015). A comparison of the quality of the Longissimus lumborum muscle from wild and farm – raised fallow deer (Dama dama L.) *Small Ruminant Research*, vol.129, pp.77-83. Retrieved: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.05.003>. Access: 15.12.2022.
- Dikeman, M., Devine, C. (2014). *Encyclopedia of Meat Sciences*. United Kingdom, Academic Press. 2nd Edition, p.569.
- Drew, K.R. (1992). *Plenary lecture: Venison and other deer products*. In: R. D. Brown (Ed.). *The biology of deer* Springer New York, pp. 225-232.
- EU (2005). Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. OJ L 338, 22 of December 2005, p.12.
- Florek, M., Drozd, L. (2013). Związki bioaktywne w mięsie jeleniowatych// Bioactive compounds in deer meat. *Medycyna Weterynaryjna*, vol.69(9), pp.535-539.
- Font-i-Furols, M., Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, vol.98(3), pp.361-371. Retrieved: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>. Access: 10.02.2023.
- Food Safety Authority of Ireland (2016) Guidance Note No.3 Guidelines for the Interpretation of Results of Microbiological Testing of Ready – to – Eat Foods Placed on the Market, Dublin, FSAI, Revision 2, p.48.
- Gavriļenko, E. (2008). Sanitārija un higiēna pārtikas aprites uzņēmumos. Rīga, SIA Biznesa augstskola Turība, 80 lpp.
- Green, G.G., Nattress, F.M. (2004). Standard methods. *Encyclopedia of meat sciences*, Eds K.W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman. Amsterdam, vol. 2, Elsevier Academic Press, pp.745-754.
- Hoffman, L.C., Wiklund, E. (2006). Game and venison – meat for the modern consumer. *Meat science*, vol.74, pp.197-208. Retrieved: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.005>. Access: 05.01.2023.
- Jansons I. (2010) Fito un organisko skābju piedevu ietekme uz cūku produktivitāti un gaļas kvalitāti. Promocijas darbs. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 121 lpp. (in Latvian)
- Juran J. M. (2010) Key Concepts: What Leaders Need to Know about Quality. In: *Juran's Quality Handbook*. Juran J. M., De Feo J. A. (eds.). McGraw-Hill Professional; 6th edition. pp.3–326. (p.1136). Kuba, J., Landete – Castillejos, T., Udala, J. (2015). Red deer farming: Breeding practice, trends and potential in Poland – a review. *Animal Science*, vol.15(3), pp.591-599. Retrieved: <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0033>. Access: 08.10.2022.
- Law on the Supervision of the Handling of Food (1998). Retrieved: <https://likumi.lv/ta/en/id/47184>. Access: 04.01.2023.
- Mirceta, J., Urosevic, M., Petrović, J. (2016). Deer farming in European Union and Serbia: Veterinary legislation perspective. Conference paper: International Symposium on Animal Science (ISAS) 2016
- Newell, D.G., Koopmans, M., Verhoef, L., Duizer, E., Aidara – Kane, A., Sprong, H., Opsteegh, M., Langelaar, M., Threlfall, J., Scheutz, F., der Giessen, J.V., Kruse, H. (2010). Food – borne diseases – the challenges Of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *International Journal of Food Microbiology*, vol.139(1), pp.S3-15. Retrieved: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021>. Access: 04.11.2022.
- Ramanzin, M., Amici, A., Casoli, C., Esposito, L., Lupi, P., Marsico, G., Marinucci, M.T. (2010). Meat from wild ungulates: Ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science*, vol.9(3), pp.318-331.



*Proceedings of the 2023 International Conference "ECONOMIC SCIENCE FOR RURAL DEVELOPMENT" No 57  
Jelgava, LBTU ESAF, 10-12 May 2023, pp. 167-175  
DOI: 10.22616/ESRD.2023.57.017*

24. Reinken, G., Hartfiel, W., Korner, E. (1980). Damtierhaltung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp.174-187.
25. Rock, K. I., & MacMillan, D. C. (2022). Can Substitutes Reduce Future Demand for Wildlife Products: A Case Study of China's Millennial Generation. *Human Ecology*, 50(1), 91-111.
26. Sans, P., Combris, P. (2015). World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961 – 2011). *Meat Science*, vol.109, pp.106-111. Retrieved: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>. Access: 03.02.2023.
27. Vaarst M., Hovi M. (2004). Organic livestock production and food quality: a review of current status and future challenges. In: *Proceedings of the 2nd SAFO Workshop*. Witzenhausen, Germany, 25 – 27 March 2004, pp. 7–15.
28. Wiklund, E., Farouk, M., Finstad, G. (2014). Venison: Meat from red deer (*Cervus elephus*) and reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Animal Frontiers*, vol.4(4), pp.55-61. Retrieved: <https://doi.org/10.2527/af.2014-0034>. Access: 03.02.2023.
29. Wiklund, E., Malmfors, G. (2004). The effects of pre-slaughter handling on reindeer meat quality – a review. *Animal Breeding Abstracts*, vol.72(1), IN-6N.
30. Yamada K., Sato-Mito N., Nagata J., Umegaki K. (2008) Health Claim Evidence Requirements in Japan. *The Journal of Nutrition*, Volume 138, Issue 6, p. 1192S-1198S. Retrieved: <https://doi.org/10.1093/jn/138.6.1192S>



## In Vitro Evaluation of Deer Antler Extracts Effects on Secretion of Cytokines, Cell Proliferation and UV-Induced DNA Damage

Ugis Kletnieks<sup>1\*</sup>, Liene Patetko<sup>2</sup>, Ena Enia Gavare<sup>2</sup>, Mara Paeglite<sup>3</sup> and Dainis Paeglitis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Longevity Alliance Baltic, 119 – 1 Lielvarde, Rīga, LV-1084, Latvia

<sup>2</sup>Faculty of Biology, University of Latvia, 1 Jelgavas Str., LV-1004 Rīga, Latvia

<sup>3</sup>Maras Brieži, 11 Maliēnas, Rīga, LV- 1079, Latvia

### Correspondence

Ugis Kletnieks

Longevity Alliance Baltic, 119 – 1 Lielvarde, Rīga, LV-1084, Latvia  
Email: ugis.kletnieks@silvexpo.lv  
Tel: +371 29169157.

### Abstract

Deer velvet antler (DAV) emerges as a rich source of glycosaminoglycans, uronic acid, sialic acid, and growth factors, including IGF-1, TGF- $\beta$ , PGE2, and EGF. These factors contribute to documented regenerative properties, promoting bone growth, wound healing, cartilage repair, muscle growth, immune system function, and skin and hair cell growth. DAV also contains deer antler polypeptides with potential therapeutic effects. The chemical composition of antlers varies during growth, with transcriptome analysis revealing differences in gene expression and concentrations of growth factors and collagen in different parts of the antler. Despite centuries of use in traditional medicine, the mechanisms of action of deer antler extracts remain incompletely understood. The present study aims to shed light on the effects of two types of deer antler extracts on various cell types, offering valuable insights into their potential bioactivities.

- Received Date: 25 Aug 2024
- Accepted Date: 04 Sep 2024
- Publication Date: 05 Sep 2024

### Keywords

Deer velvet antler; aging; anticancer effects; bone metabolism; DNA damage

### Copyright

© 2024 Authors. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

### Introduction

Deer antlers stand out as a remarkable example of mammalian regenerative capacity, representing the sole instance of an organ capable of complete regeneration following detachment from the pedicle [1-3]. This exceptional ability offers a unique opportunity to unravel the intricate mechanisms governing epimorphic regeneration in mammals, a phenomenon rarely observed in nature [4].

Antlers exhibit remarkable growth rates, reaching lengths of up to 80 cm and weights of over 15 kg [5,6]. This rapid growth, with daily increments of 1-3 cm at the tip and tine regions, is accompanied by the production of over 20 cm<sup>2</sup> of skin at the tip, a rate exceeding even that of cancer cells [7,8]. Despite this rapid growth, antlers exhibit remarkable resistance to tumorigenesis, with only a few reported instances of bone tumors [9-11].

Deer velvet antler (DAV) is rich in glycosaminoglycans, uronic acid, sialic acid and growth factors, contributing to its well-documented regenerative properties. Growth factors include IGF-1, TGF- $\beta$ , PGE2, and EGF, which have been shown to promote bone growth and repair, wound healing, cartilage repair, muscle growth, immune system function, and skin and hair cell growth [12-15]. Antioxidative activity has been proven in biochemical and in vitro tests [16]. There have been in vitro and in vitro studies on deer antler

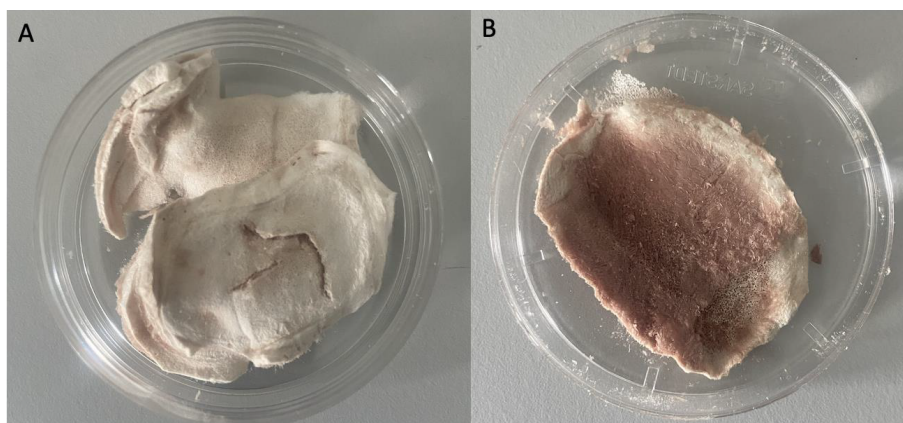
extracts effects on osteoblast differentiation, bone inflammation and regeneration [17,18]. Extracts from different parts of the deer antlers increased proliferation and mineralization in pre-osteoblast cell cultures [19]. Additionally, DAV contains deer antler polypeptides, which regulate various cellular processes and exhibit potential therapeutic effects in various diseases [13,15].

The chemical composition of antlers varies during the growth period and differs between different parts of the antler. Transcriptome analysis has revealed differences in gene expression in different parts of the antler [20,21]. Upregulation of genes involved in mesenchymal stem cell proliferation, osteogenesis, cartilage formation, and angiogenesis has been reported. Differences have been further substantiated by analysis of chemical composition showing varying concentrations of growth factors and collagen in different antler parts [21].

While traditional medicine has utilised deer antler extracts for centuries, and various products are available on the market, there is still a need to fully elucidate the mechanisms of action of these extracts and their effects on different cell types. The present study investigates the effects of two deer antler extracts on osteoblasts, dermal fibroblasts, pancreatic adenocarcinoma cells, and monocytes, providing valuable insights into the potential bioactivities of the extracts.

**Citation:** Kletnieks U, Patetko L, Gavare EE, Paeglite M, Paeglitis D. In Vitro Evaluation of Deer Antler Extracts Effects on Secretion of Cytokines, Cell Proliferation and UV-Induced DNA Damage. Japan J Res. 2024;5(7):055





**Figure 1.** Freeze dried deer antler samples. A – samples from antler tips; B – samples from middle part, red coloring indicates on the presence of red blood cells.

## Materials and methods

### Sample collection

Red Deer (*Cervus elaphus*) velvet antlers collected in May 2023. After collection antlers were cut into small slices, frozen and freeze dried. Freeze dried antlers were stored at room temperature until extraction. Material from two different parts of the antler were used – tips and middle part (Figure 1).

### Preparation of extracts

Freeze dried deer antlers by grinded in a powder and extracted with phosphate-buffered saline (PBS, pH 7.4) supplemented with a mixture of 1% penicillin-streptomycin (Sigma) and 1 mM phenylmethylsulfonyl phosphate (PMSF, Sigma) over a 24h period with continuous stirring. A sample to solvent ratio of 1:20 (w/v) was used. After the extraction, the samples were centrifuged for 5 min at 2000 rpm and supernatants collected. Extract samples were filtered through a 0.2 micron filter, aliquoted and stored at -80°C until further testing.

### Polyacrylamide gel electrophoresis

Extract samples were subjected to polyacrylamide gel electrophoresis (PAAG) to generally assess differences in qualitative protein content. 6% polyacrylamide gel was used to separate proteins in deer antler extracts. Tris glycine 1 × and SDS 0.1% was used as the running buffer. 20 µg/sample was loaded in the gel in 25 µL of buffer 1 × (Laemmli Loading buffer, 1 ×). 10 µL of Spectra Multicolor Broad Range Protein Ladder was added in the first well. Gel electrophoresis was conducted for 45 min at 120 V. Coomassie blue staining was performed.

### Comet test

The Comet test, also known as single-cell gel electrophoresis (SCGE), was used to detect deoxyribonucleic acid (DNA) damage (breaks in one or both double strands) at the individual cell level.

Primary dermal fibroblasts and human osteoblasts (MG63) were cultured in a 6-well cell culture plate in Dulbecco's modified Eagle's medium supplemented with 10% fetal bovine

serum and 1% penicillin/streptomycin (abbreviated as 10%FBS/DMEM). After 24 hours of incubation, deer antler extract in different variations was added to the cells. UV-A radiation was used as a DNA-damaging factor. UVA exposure was tested in two ways – cells were irradiated before (PRE) or after (POST) 24 h incubation with deer antler extract. Deer antler extract was tested at concentration 5% (v/v).

After incubation, cells were detached from the culture surface by treatment with 0.25% trypsin/EDTA and attached to an agarose gel on a microscope slide. Slides were placed in cold lysis buffer (2.5 M NaCl/0.1 M EDTA/10 mM Tris-HCl/1% Triton-100/dH<sub>2</sub>O) overnight at 4°C. The next day, samples were placed in electrophoresis buffer (300 mM NaOH/1 mM EDTA/dH<sub>2</sub>O, pH 13). After 20 min of electrophoresis, samples were neutralized in 0.4 M Tris-HCl (pH 7.5) and fixed overnight in ice-cold 96% ethanol. To assess DNA damage, samples were stained with ethidium bromide and analyzed using a fluorescence microscope (Zeiss Axio). The degree of DNA damage is determined by evaluating comet-like structures on electrophoresis. The intensity of the comet's "tail" relative to the head reflects the amount of DNA damage.

### Analysis of IL-10 and TNF- $\alpha$ secretion in U937 cell line

To analyze the effect of deer extracts on the secretion of inflammatory factors, U937 cells were seeded in a 24-well plate at  $3 \times 10^5$  cells per well in RPMI (Gibco) medium supplemented with 10% fetal bovine serum (Sigma) and 1% penicillin/streptomycin (Sigma). Deer antler extracts were added at concentrations 0.5%, 1% and 5% (v/v) to unstimulated cells and cells stimulated with 5 µg/ml lipopolysaccharide (Sigma). After 24h incubation cell cultivation media was collected for quantification of IL-10 and TNF- $\alpha$ .

Quantification of secreted IL-10 and TNF- $\alpha$  in U937 cell culture media was done using R&D Systems ELISA reagent sets (Human IL-10 DuoSet and Human TNF- $\alpha$  DuoSet) according to the manufacturer's recommended protocol. The results were expressed as the concentration of the secreted analyte in pg/ml and also as the relative changes in the secretion compared to the corresponding controls were analyzed.



### Evaluation of effects on viability and proliferation of MG-63, MC3T3-E1 and HpaII cell lines

The effects of deer antler extracts on murine preosteoblast (MC3T3-E1), human osteoblast (MG-63) and pancreatic adenocarcinoma (HpaII) cell proliferation and viability were evaluated.

Cell lines were seeded in 24-well plates at concentration  $2.5 \times 10^4$  cells per well and cultured for 24h before the addition of extracts. DMEM (Gibco) cultivation media supplemented with 10% fetal bovine serum and 1% penicillin/streptomycin was used for cultivation of MG-63 and HpaII cells. MC3T3-E1 cells were cultivated in  $\alpha$ -MEM (Gibco) media without ascorbic acid supplemented with 10% fetal bovine serum and 1% penicillin/streptomycin. The extracts were added to cell cultures at concentrations 0.5%, 1% and 5% (v/v) and the cells were cultured for 48 hours at 37 °C in a 5% CO<sub>2</sub> atmosphere. Cells without added extracts were used as control. After the end of the incubation time, 0.5% MTT (3-(4,5-Dimethyl-2-thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide) solution in 10%FBS/DMEM medium was added to the cell cultures and incubated for 1 hour 37 °C in a 5% CO<sub>2</sub> atmosphere. After incubation, the MTT-containing medium was removed, and formazan was formed by viable cells dissolved in 200 mL of dimethyl sulfoxide. Plates were incubated on a shaker for 10 min at room temperature to allow complete dissolution of the dye. Absorbance was measured using a TECAN Infinite 200 PRO spectrophotometer at 570 nm and relative changes in cell viability compared to control were calculated using the formula:

$$\text{Viability (\%)} = \frac{\text{Abs}_{570}(\text{extract}) - \text{Abs}_{570}(\text{background})}{\text{Abs}_{570}(\text{control}) - \text{Abs}_{570}(\text{background})} \times 100\%.$$

### Statistical analysis

Experimental data were analyzed using GraphPad Prism 9 software. Average  $\pm$  standard deviation (SD) was used to express the experimental values. One-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's multiple comparison test was used for statistical analysis. A p-value  $< 0.05$  was considered to be statistically significant (\*p  $< 0.05$ ; \*\* p  $< 0.01$ ; \*\*\* - for p  $< 0.001$ ).

### Results

#### Analysis of genoprotective activity

Comet test was done in dermal fibroblast and MG-63 osteoblast cell lines. UV-A radiation was used as a DNA-damaging factor. UVA exposure was tested in two ways – cells were irradiated before (PRE) or after (POST) 24 h incubation with deer antler extract. Different treatments were used to assess if extracts have protective activity if used before exposure to DNA damaging factors, or they have regenerative activity, reducing negative effects of the DNA damaging agent after exposure.

The results are presented in Figure 2. In a dermal fibroblast cell line (Figure 3) incubated with deer antler extract, it can be observed that cells incubated with the extract before UV irradiation have almost half as much DNA damage as the sample where the extract was added after irradiation. Samples irradiated with UVA without incubation with deer antler extract showed the same trend. No DNA damage was detected in control samples not exposed to UVA.

Similar results regarding damage in pre incubation versus incubation in the presence of extracts after exposure to UVA radiation were observed in the osteoblast cell line MG-63. In the case of osteoblasts, it should be emphasized that a reduction in

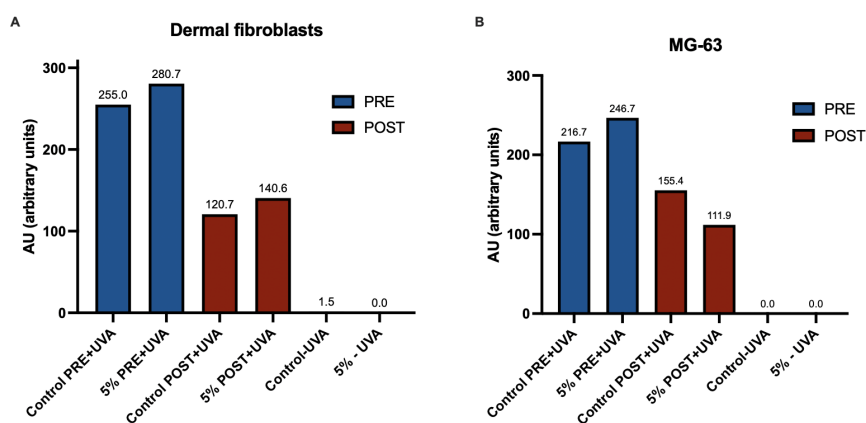


Figure 2. Evaluation of DNA damage in a dermal fibroblast (A) and MG-63 osteoblast cell lines (B) after incubation with 5% deer antler extract before (PRE) and after (POST) UVA irradiation.



DNA damage was observed in cell cultures where a 5% extract sample was added after irradiation compared to the control. This result potentially indicates the ability of the extract to stimulate repair mechanisms in cells in response to DNA damage.

### Secretion of IL-10 and TNF- $\alpha$

The obtained results are reflected in Figures 3 and 4.

Regarding the secretion of IL-10, in the case of the light horn extract, it was observed that as the concentration of the tested extract increases, the concentration of IL-10 decreases compared to the control. Dark antler extract also had reduced levels of IL-10 compared to control cell cultures, a reduction observed at all concentrations tested. Addition of deer antler extracts together with bacterial endotoxin (LPS) to cell cultures resulted in a decrease in IL-10 concentrations for both extract samples at all concentrations tested.

In the case of TNF- $\alpha$  secretion (Figure 3) in unstimulated cell cultures, the secretion did not differ from the control. Addition of LPS to the cell cultures along with deer antler extracts showed differences from control cells supplemented with LPS alone. The secretion of TNF- $\alpha$  increased in the case of light horn extract, however, the changes were not statistically significant (Figure 3). In the case of dark deer antler extract, a decrease in TNF- $\alpha$

secretion was observed in LPS-stimulated cells compared to control. Secretions decrease more markedly by increasing the concentration of the extract. The result shows the ability of dark horn extract to reduce the secretion of inflammatory mediators, thus indicating the potential to regulate inflammatory reactions.

Analysis of IL-10 secretions on U937 cells supplemented with deer antler extracts showed no increase in secretion.

On the other hand, the analysis of TNF- $\alpha$  secretions in U937 cells to which light horn extracts were added showed an increase in values, the highest observed in cell samples to which light 0.5% horn extract was added, but in samples where LPS was added to the cell line, the highest increase in values was observed in samples where the cells added 5% DA-T + LPS.

Analysis of TNF- $\alpha$  secretions in U937 cells, where dark deer antler extracts were added, an increase in values compared to the control was observed only in samples where 5% dark deer antler extracts were added.

The results indicate that the addition of deer antler extracts stimulates the immune response, including cell survival, differentiation and proliferation, TNF-alpha concentrations increase.

Effects of deer antler extracts on the viability and proliferation of different cell lines

In osteoblast and pre-osteoblast cell lines, the light horn extract was evaluated. Comparing the effect of the extract on pre-osteoblasts (MC3T3-E1) and osteoblasts (MG63), it was observed that the extract has an activity promoting pre osteoblast division, while in the osteoblast cell line, this extract showed a small but statistically significant division-inhibiting effect at the highest tested concentration. The results indicate that the extract could potentially stimulate the division of progenitor cells, which can be evaluated as a positive effect, for example, in the regeneration of bone tissue. MG-63, on the other hand, is an immortalized cell line derived from osteosarcoma and the anti-proliferative effect of the extract could indicate a potentially desirable effect against tumor cells. Additional in vitro tests are recommended to more specifically characterize the mechanisms of this effect (Figure 5).

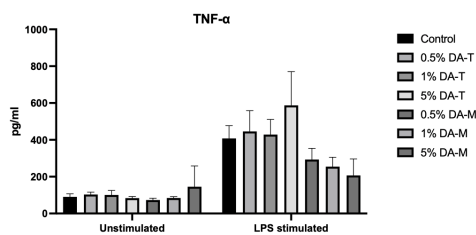


Figure 3. TNF- $\alpha$  secretion in unstimulated and LPS stimulated U937 cell culture after 24h incubation with deer antler extracts (DA-T – extract from the tip; DA-M – extract from the middle part), n=3

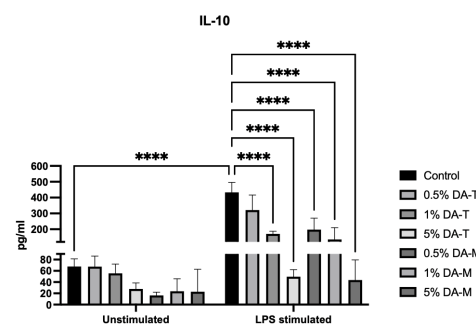


Figure 4. IL-10 secretion in unstimulated and LPS stimulated U937 cell culture after 24h incubation with deer antler extracts (DA-T – extract from the tip; DA-M – extract from the middle part), n=3, 2-way ANOVA, \*\*\*\*  $p < 0.0001$ .

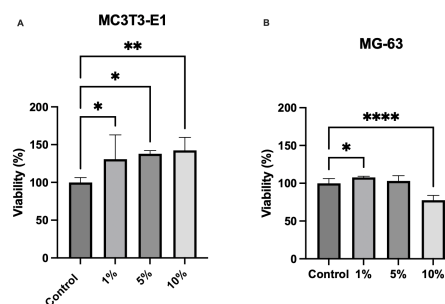


Figure 5. Effects of deer antler extract DA-T on viability and division of preosteoblasts MC3T3-E1 (A) and osteoblasts MG-63 (B).

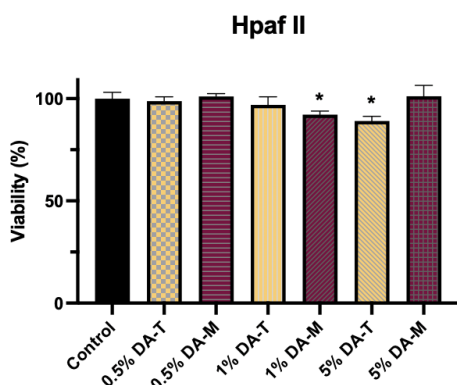


Figure 6. Effects of deer antler extracts on the viability of the pancreatic adenocarcinoma cell line HpaflII.

The effects of both extracts were evaluated in the pancreatic adenocarcinoma cell line HpaflII. The results show that both types of extracts have little effect on cell viability. Although a decrease in viability was observed in the presence of 1% dark horn extract and 5% light horn extract, the change did not exceed 11%, which cannot be considered a cytotoxic effect (Figure 6). None of the tested concentrations showed a stimulatory effect on cell division.

### Discussion

Deer antler extracts do not increase secretion of the anti-inflammatory cytokine IL-10 by a monocyte cell line. A decrease in the secretion of this interleukin was observed upon LPS stimulation. In the case of the inflammatory cytokine TNF- $\alpha$ , differences were found between light and dark horn extracts. The ability of dark horn extracts to reduce TNF- $\alpha$  secretion indicates their ability to reduce inflammatory processes.

The pre-osteoblast stimulatory effect of the light antler extract indicates its potential to promote bone tissue regeneration, while the inhibitory effect in the culture of immortalized osteoblasts could indicate the ability to inhibit the division of malignant cells. In the third cell line used in the study, pancreatic osteosarcoma cells, no effect on cell viability and division was detected.

Deer antler extract does not show genoprotective activity in a primary cell line, dermal fibroblast culture, but has a damage-reducing effect on the genetic material in the MG-63 immortalized osteoblast line when the extract is added after exposure to a genotoxic agent (in this case, UV radiation). No positive effect was observed when the extract was added before UV irradiation. These observations indicate a potential ability of the extract to stimulate reparative processes, most likely by improving DNA repair pathways. Exposure of genomic DNA to UV light leads to the formation of multitude of types of damage (depending on wavelength and exposure time) that are removed by effectively working repair pathways. DNA double-strand breaks (DSB) and single-strand breaks are NOT formed as a consequence of the direct absorption of UV radiation by DNA. Rather, they are formed as the consequence of the attempted repair of UV radiation-induced base damage in DNA.

The genome of a cell is continuously damaged, which is inevitable because DNA damage often arises as a result of normal cellular processes. A DSB can be caused by environmental exposure of radiation, various chemical agents and ultraviolet light (UV). By-products of the cell's own metabolism such as reactive oxygen species can damage DNA bases and cause lesions that can block progression of replication. The result is double-strand breaks (DSBs) in the chromosome. The good news is that organisms have evolved checkpoint mechanisms (responses that facilitate repair or damage tolerance by arresting cell cycle progression) that inspect the genome for damage. The cell then goes through a series of repair pathways such as base excision repair (BER), nucleotide excision repair (NER), and double-strand break repair (DSBR) [22,23]. DSBs are particularly troublesome because they can lead to cell death if not repaired. And, if not repaired correctly, DSBs can cause deletions, translocations, and fusions in the DNA. These consequences are collectively referred to as genomic rearrangements, and they are commonly found in cancerous cells. Several genes involved in double-strand break repair are significantly upregulated after UV-C irradiation [24].

Genomic instability is an important driver of ageing. The accumulation of DNA damage is believed to contribute to ageing by inducing cell death, senescence and tissue dysfunction [25]. The accumulation of somatic mutations is a driver of cancer and has long been associated with ageing.

Studies across species have also found that longer lived species have lower somatic mutation rates, though these could be explained by selective pressures to reduce or postpone cancer as longevity increases. Overall, with a few exceptions like cancer, results from recent DNA sequencing studies do not add weight to the idea that somatic mutations with age drive ageing phenotypes and the phenotypic role, if any, of somatic mutations in ageing remains unclear. Recent studies in patients with somatic mutation burden and no signs of accelerated ageing further question the role of somatic mutations in ageing.

Thus the ability to reduce mutational burden is a vital and unique property of DAV extract.

The results of the study indicate potential positive properties of the extracts. In order to more concretely and specifically describe the biological activity in future studies, it is necessary to evaluate the effects on bone tissue cells in depth, as well as the different effects in different cancer cell lines.

### Conclusions

DNA damage affects most if not all aspects of the ageing phenotype making it a most likely unifying cause of ageing. Hence, targeting DNA damage and its mechanistic links with the ageing phenotype will provide a logical rationale for developing interventions to counteract age-related dysfunction and disease in concert.

Scientific data suggest that DAV extract contains bioactive compounds with tumor suppressor properties. The expected mechanism of action is ensuring the stability of the genome, activating repair processes, reducing the number of mutations. Reducing the mutation rate, reduces gene loss.

Maintenance of a stable genome is a prerequisite for preserving biological function of a cell and hence the organism. Data unveil common mutational processes across mammals, and suggest that somatic mutation rates are evolutionarily constrained and may be a contributing factor in ageing. So we can conclude that DAV extract could be a promising longevity drug candidate targeting genome stability as a therapeutic target.





### Author Contributions

Conceptualization, U.K., L.P. and E.E.G.; methodology, L.P., U.K.; formal analysis, E.E.G. and U.K.; investigation, D.P., M.P.; writing—original draft preparation, U.K.; project administration, M.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

### Funding

This research was funded by the project: (19-00-A01612-000002) “Modern, full-cycle bio-economic processing of deer without residues with the final product - raw materials with high added value for the food, cosmetic and pharmaceutical industry” (LAD, 2019). The project (19-00-A01612-000002) is implemented under the Latvian Rural Development Program 2014-2020 of the European Agricultural Fund. within the framework of sub-measure 16.1 of the event “Cooperation” “Support for the agricultural productivity and sustainability of the European Innovation Partnership for the implementation of the project of the agricultural productivity and sustainability working groups” with the support of the Ministry of Agriculture and the Rural Support Service.

### Declaration of conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this article.

### References

- Li C, Zhao H, Liu Z, McMahon C. Deer antler—a novel model for studying organ regeneration in mammals. *Int J Biochem Cell Biol.* 2014;56:111-122. doi:10.1016/j.biocel.2014.07.007.
- Li C, Chu W. The regenerating antler blastema: the derivative of stem cells resident in a pedicle stump. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2016;21(3):455-467. doi:10.2741/4401.
- Landete-Castillejos T, Kierdorf H, Gomez S, et al. Antlers - Evolution, development, structure, composition, and biomechanics of an outstanding type of bone. *Bone.* 2019;128:115046. doi:10.1016/j.bone.2019.115046.
- Price J, Faucheux C, Allen S. Deer antlers as a model of Mammalian regeneration. *Curr Top Dev Biol.* 2005;67:1-48. doi:10.1016/S0070-2153(05)67001-9.
- Chonco L, Landete-Castillejos T, Serrano-Heras G, et al. Anti-tumour activity of deer growing antlers and its potential applications in the treatment of malignant gliomas. *Sci Rep.* 2021;11(1):42. doi:10.1038/s41598-020-79779-w.
- Li C, Clark DE, Lord EA, Stanton JA, Suttie JM. Sampling technique to discriminate the different tissue layers of growing antler tips for gene discovery. *Anat Rec.* 2002;268(2):125-130. doi:10.1002/ar.10120.
- Nieto-Diaz M, Pita-Thomas DW, Munoz-Galdeano T, et al. Deer antler innervation and regeneration. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2012;17(4):1389-1401. Published 2012 Jan 1. doi:10.2741/3993.
- Landete-Castillejos T, Kierdorf H, Gomez S, et al. Antlers - Evolution, development, structure, composition, and biomechanics of an outstanding type of bone. *Bone.* 2019;128:115046. doi:10.1016/j.bone.2019.115046.
- Goss RJ. Future directions in antler research. *Anat Rec.* 1995;241(3):291-302. doi:10.1002/ar.1092410302.
- Kierdorf U, Miller KV, Flohr S, Gomez S, Kierdorf H. Multiple osteochondromas of the antlers and cranium in a free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *PLoS One.* 2017;12(3):e0173775. doi:10.1371/journal.pone.0173775.
- Kierdorf U, Kierdorf H. Deer antlers - a model of mammalian appendage regeneration: an extensive review. *Gerontology.* 2011;57(1):53-65. doi:10.1159/000300565.
- Cox HD, Eichner D. Detection of human insulin-like growth factor-I in deer antler velvet supplements. *Rapid Commun Mass Spectrom.* 2013;27(19):2170-2178. doi:10.1002/rcm.6678.
- Sun H, Xiao D, Liu W, et al. Well-known polypeptides of deer antler velvet with key actives: modern pharmacological advances. *Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol.* 2024;397(1):15-31. doi:10.1007/s00210-023-02642-y.
- Li M, Thompson DD, Paralkar VM. Prostaglandin E(2) receptors in bone formation. *Int Orthop.* 2007;31(6):767-772. doi:10.1007/s00264-007-0406-x.
- Xia P, Liu D, Jiao Y, et al. Health Effects of Peptides Extracted from Deer Antler. *Nutrients.* 2022;14(19):4183. doi:10.3390/nu14194183.
- Tang Y, Jeon BT, Wang Y, et al. First Evidence that Sika Deer (*Cervus nippon*) Velvet Antler Extract Suppresses Migration of Human Prostate Cancer Cells. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2015;35(4):507-514. doi:10.5851/kosfa.2015.35.4.507.
- Widyowati R, Suciati S, Haryadi DM, Chang HI, Suryawan IN, Utama AW. The Effect of Rusa unicolor Antler Deer Extracts from East Kalimantan in Bone Turnover Cell Models. *Turk J Pharm Sci.* 2020;17(4):440-445. doi:10.4274/tjps.galenos.2019.57805.
- Widyowati R, Suciati S, Haryadi DM, Chang HI, Suryawan IN, Tarigan N. The effect of deer antler from East Kalimantan to increase trabecular bone density and calcium levels in serum on osteoporotic mice. *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2021;32(6):1145-1150. doi:10.1515/jbcpp-2020-0140.
- Tseng SH, Sung CH, Chen LG, et al. Comparison of chemical compositions and osteoprotective effects of different sections of velvet antler. *J Ethnopharmacol.* 2014;151(1):352-360. doi:10.1016/j.jep.2013.10.060.
- Jeon BT, Cheong SH, Kim DH, et al. Effect of antler development stage on the chemical composition of velvet antler in elk (*Cervus elaphus canadensis*) [Internet]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. 2011;24(9):1303-1313.
- Ba H, Wang D, Yau TO, Shang Y, Li C. Transcriptomic analysis of different tissue layers in antler growth Center in Sika Deer (*Cervus nippon*). *BMC Genomics.* 2019;20(1):173. doi:10.1186/s12864-019-5560-1.
- Hoeijmakers JH. Genome maintenance mechanisms for preventing cancer. *Nature.* 2001;411(6835):366-374. doi:10.1038/35077232.
- Aguilera A, Gómez-González B. Genome instability: a mechanistic view of its causes and consequences. *Nat Rev Genet.* 2008;9(3):204-217. doi:10.1038/nrg2268.
- Rolfsmeier ML, Laughery MF, Haseltine CA. Repair of DNA double-strand breaks induced by ionizing radiation damage correlates with upregulation of homologous recombination genes in *Sulfolobus solfataricus*. *J Mol Biol.* 2011;414(4):485-498. doi:10.1016/j.jmb.2011.10.020.
- Zhao Y, Simon M, Seluanov A, Gorbunova V. DNA damage and repair in age-related inflammation. *Nat Rev Immunol.* 2023;23(2):75-89. doi:10.1038/s41577-022-00751-y