

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
PĀRTIKAS TEHNOLOĢIJAS FAKULTĀTE
FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY
BIOTEHNOLOĢIJAS UN VETERINĀRMEDICĪNAS ZINĀTNISKAIS
INSTITŪTS "SIGRA"
RESEARCH INSTITUTE OF BIOTECHNOLOGY AND VETERINARY
MEDICINE "SIGRA"**

Vita ŠTERNA

**HOLESTERĪNA DINAMIKAS LIKUMSAKARĪBAS LATVIJAS
GOVJU PIENĀ SAISTĪBĀ AR ŠĶIRNĒM UN LABTURĪBU**

**CHOLESTEROL DYNAMICS REGULARITIES IN LATVIA'S
COWS MILK IN CONNECTION WITH BREEDS AND
KEEPING CONDITIONS**

Promocijas darba **kopsavilkums**
inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai
pārtikas zinātnē, pārtikas produktu kvalitātes apakšnozarē

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

**JELGAVA
2005**

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Zinātnes centrā “Sigra” laika posmā no 2000.-2003.gadam.

Promocijas darba zinātniskie vadītāji:

Dr.habil.agr., Dr.med.vet. **Aleksandrs Jemeljanovs** – profesors, LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta “Sigra” direktors

Dr.sc.ing. **Inga Ciproviča** - LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes asociētā profesore

Oficiālie recenzenti:

Dr.habil.sc.ing. **Sigita Angele Urbiene** – Lietuvas Lauksaimniecības universitātes profesore

Dr.habil.med. **Renāte Ligere** – Latvijas Universitātes profesore

Dr.sc.ing. **Lilita Ozola** – Latvijas Lauksaimniecības universitātes docente

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Pārtikas zinātnes promocijas padomes atklātā sēdē **2005.gada 2.martā plkst.15.⁰⁰** Jelgavā, Lielā ielā 2, Pārtikas tehnoloģijas fakultātē, 145.auditorijā.

Ar disertāciju un darba kopsavilkumu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielā ielā 2.

Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes docentei Dr.phys. **Lilija Markeviča** Lielā ielā 2, Jelgava, LV 3001.

Dissertation was performed in 2000-2003 at the Research Centre “Sigra” of Latvia University of Agriculture

Scientific supervisors:

Professor, Dr.habil. agr., Dr.med.vet. **Aleksandrs Jemeljanovs** – LUA Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine “Sigra”

Associate professor, Dr.sc.ing. **Inga Ciproviča** – LUA Faculty of Food Technology

Official reviewers:

Dr.habil.sc.ing. **Sigita Angele Urbiene** – Professor of Lithuanian University of Agriculture

Dr.habil.med. **Renāte Ligere** – professor of Latvia University

Dr.sc.ing. **Lilita Ozola** – docent of Latvia University of Agriculture

The Doctor dissertation and thesis are available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture in 2 Lielā street, Jelgava.

The Promotion Paper will be defended in the open session of the LUA Food Science Promotion Council **on 2nd March 2005 at 3 p.m.**, in room 145, Jelgava, 2 Lielā street.

Any comments are to be sent to the secretary of the Promotion Council the docent of Faculty of Food Technology at the LUA, Dr.phys. **Lilija Markeviča** - 2 Lielā street, Jelgava, LV 3001, Latvia.

SATURS CONTENT

Pētījuma priekšmets un problēmas aktualitāte	4
Pētījuma mērķis un uzdevumi	5
Pētījuma novitāte	5
Zinātniskā darba aprobācija	5
Pētījuma metodika	7
Pētījumu rezultāti un diskusija	9
1. <i>Holesterīna saturs pienā un tā mijiedarbība ar svarīgākajām piena sastāvdaļām: taukiem, olbaltumvielām un laktozi</i>	9
2. <i>Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju piena ķīmiskā sastāva salīdzinājums</i>	10
3. <i>Holesterīna satura svārstības pienā atkarībā no govju laktācijas</i>	13
4. <i>Izēdinātās barības ietekme uz tauku un holesterīna saturu pienā</i>	14
5. <i>Holesterīna satura izmaiņas pienā sezonas ietekmē</i>	16
6. <i>Holesterīna satura izmaiņas pienā vides faktoru ietekmē</i>	17
7. <i>Holesterīna dinamikas likumsakarību modelis</i>	20
8. <i>Ar dažādām metodēm noteiktā holesterīna satura salīdzinājums</i>	22
Secinājumi	23
The subject of research and topicality of the problem	24
The aim and the tasks of the promotion work	24
Scientific novelty	25
The scientific work approbation	25
Materials and methods	26
Results and discussion	28
1. <i>Cholesterol content in milk and its connection with main milk constituents: fat, protein and lactose</i>	28
2. <i>Comparison of the milk composition of Latvian Brown and Holstein Black and White breeds cows</i>	29
3. <i>Changes in cholesterol content depending on lactation</i>	32
4. <i>Influence of feed on the fat and cholesterol content in milk</i>	32
5. <i>Changes in cholesterol content depending on season</i>	35
6. <i>Changes in cholesterol content due to environmental factors</i>	36
7. <i>Main factors influenced amount of cholesterol in milk</i>	39
8. <i>Comparison of cholesterol content determined by different methods</i>	40
Conclusions	42

PĒTĪJUMA PRIEKŠMETS UN PROBLĒMAS AKTUALITĀTE

Viens no cilvēka veselības, dzīvesprieka un darbaspēju saglabāšanas galvenajiem faktoriem ir veselīgs uzturs. Veselīgs uzturs nav iedomājams bez augstvērtīgiem, kvalitatīviem un uzturvērtības ziņā sabalansētiem pārtikas produktiem. Pēdējos gados ir ievērojami augusi sabiedrības interese par pārtikas produktu uzturvērtību un veselīgumu. Šai sakarībā daudz tiek diskutēts par tauku un holesterīna nozīmi uzturā un cilvēka organismā un to iespējamām samazināšanas ceļiem pārtikas produktos.

Literatūrā atspoguļotā informācija par holesterīna nozīmi cilvēka uzturā ir pretrunīga.

No vienas puses, svarīga ir holesterīna neaizvietojamā dalība dažādu organismā nozīmīgu bioloģisko procesu norisēs. Tas iesaistīts vairākos metaboliskajos procesos, ietilpst šūnu membrānu sastāvā, žultsskābju un vairāku hormonu sastāvā, D vitamīna sintēzē.

No otras puses, palielināts holesterīna saturs, tāpat kā palielināts piesātināto taukskābju saturs uzturā, paaugstina kopējā holesterīna līmeni un zema blīvuma lipoproteīnu sastāvā esošā holesterīna koncentrāciju asinīs, kas var nelabvēlīgi ietekmēt cilvēka veselību. Holesterīna līmeni asinīs cilvēka organismā regulē speciāls mehānisms, kas uztur līdzsvaru starp organismā sintezēto (1 līdz 2 g dienā) un ar uzturu uzņemto holesterīna daudzumu. Ja šis regulējošais mehānisms ir bojāts, asinīs paaugstinās holesterīna līmenis.

Vairākos pētījumos konstatēts, ka samazinot ar uzturu uzņemto holesterīna saturu, samazinās vidējais holesterīna saturs asinīs. Uzskata, ka ikdienā ar uzturu uzņemtajam holesterīna daudzumam nevajadzētu pārsniegt 300 mg. Noskaidrots, ka aptuveni trešdaļai cilvēku ar uzturu uzņemtā holesterīna daudzums ietekmē tā saturu asinīs.

Holesterīnu, ko uzņemam ar uzturu, galvenokārt saņemam no dzīvnieku valsts produktiem. Galvenie holesterīna avoti uzturā ir olas dzeltenums, cūku aknas, sviests, treknie sieru un citi piena tauku produkti.

Viena no nozīmīgākajām uztura sastāvdaļām jau no pirmajām cilvēka dzīves dienām ir piens un piena produkti. Tas ir bagātīgs uzturvielu avots, tādēļ piens ir neaizstājama, pilnvērtīga un sabalansēta uztura sastāvdaļa.

Dažādos laika posmos piena ķīmiskais sastāvs ir plaši pētīts, bet tai pat laikā zinātniskie pētījumi par pienā esošā holesterīna satura izmaiņām dzīvnieka šķirnes, gadalaika, vecuma, laktācijas perioda un veselības stāvokļa ietekmē ir samērā skopi, kas ļauj secināt, ka šis "lauks" ir maz pētīts.

Arī Latvijā praktiski nav veikti pētījumi par holesterīna saturu pienā un tā produktos. Nav izvērtētas holesterīna satura atšķirības Latvijas brūno un Holšteinas melnraibo govju pienā. Tādēļ šī pētījuma mērķis bija noteikt holesterīna dinamikas likumsakarības Latvijā audzētu govju šķirņu pienā sezonas un apkārtējās vides faktoru ietekmē.

PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Darba mērķis - noteikt holesterīna dinamikas likumsakarības Latvijas govju pienā saistot tās ar šķirnēm, ēdināšanu un dzīvnieku labturību.

Šo likumsakarību novērtēšanai izvirzīti **sekojoši uzdevumi**:

- 1) noskaidrot holesterīna saturu Latvijas brūno un Holšteinas melnraibo govju pienā un izpētīt tā iespējamās sakarības ar galvenajām piena sastāvdaļām: taukiem, olbaltumvielām, laktozi un somatisko šūnu skaitu,
- 2) izvērtēt holesterīna satura izmaiņas pienā atkarībā no govju šķirnes, laktācijas, gadalaika un dzīvnieku labturības,
- 3) izstrādāt holesterīna dinamikas likumsakarību vienādojumu, lietojot kovariācijas analīzi,
- 4) salīdzināt ar dažādām holesterīna satura noteikšanas metodēm iegūtos rezultātus.

PĒTĪJUMA NOVITĀTE

1. Pirmo reizi Latvijā kvantitatīvi noteikts holesterīna saturs Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā un tā korelatīvā saistība ar tauku, olbaltumvielu, laktozes saturu un somatisko šūnu skaitu.
2. Izvērtēta piena ķīmisko sastāvu ietekmējošo faktoru: dzīvnieku šķirnes, laktācijas, ēdināšanas, sezonas un vides apstākļu ietekme uz holesterīna satura izmaiņām govju pienā.
3. Aprobēta holesterīna satura noteikšanas metode pienā.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

Pētījumi veikti laika posmā no 2000. līdz 2003.gadam. Par rezultātiem ziņots LLU doktorantu zinātniskajās konferencēs, starptautiskajās konferencēs Kauņā un Jelgavā.

1. Šterna V. Holesterīna satura dinamika Latvijas govju pienā. Starptautiskā zinātniskā konference "Zinātne lauku attīstībai", Jelgava, 2001.g. 23.-25. maijā.
2. Šterna V., Jemeljanovs A. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Latvian cows breeds. 8th Baltic Animal Breeding and Genetics Conference, Kaunas, Lithuania, 5-8 May, 2002.
3. Šterna V. Comparison of different methods of cholesterol determination. Starptautiskā zinātniskā konference "Zinātne lauku attīstībai", Jelgava, 2002.g. 23.-25. maijā.

4. Šterna V., Jemeljanovs A. Holesterīna līmeņa izmaiņas govju pienā ēdināšanas ietekmē. Starptautiskā zinātniskā konference "Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas kvalitāte.", Jelgava, 2002.g. 14.novembrī.
5. Šterna V., Ciproviča I., Jemeljanovs A. Holesterīna dinamika pētījumi pienā. Starptautiskā zinātniski praktiskā konference "Nekaitīgi pārtikas produkti veselīgam uzturam.", Jelgava, 2003.g. 14.maijā.
6. Šterna V. Estimation of some factors influencing cholesterol in milk. Starptautiskā zinātniskā konference "Zinātne lauku attīstībai", Jelgava, 2003.g. 23.-25.maijā.

Kopumā publicēti 8 zinātniskie raksti latviešu un angļu valodā, no tiem 6 publicēti vispāratzītos recenzējamajos izdevumos:

1. Šterna V. Holesterīna satura dinamika Latvijas govju pienā // Zinātne lauku attīstībai: Starptautiskās zinātniskās konferences referāti, 2001.g. 23. - 25.maijā, Jelgava, Latvija.- Jelgava: LLU, 2001. - 124-126. lpp.
2. Šterna V. Comparison of different methods in the determination of cholesterol // Research for rural development: International scientific conference proceedings, 2001.g. 22.-24.maijā, Jelgava, Latvija.- Jelgava: LLU, 2002. - 170. -172. lpp.
3. Šterna V., Jemeljanovs A. Holesterīna līmeņa svārstības govju pienā atkarībā no to ēdināšanas // Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna.: Starptautiskās zinātniskās konferences Raksti, 2002.g. 14. novembrī, Jelgava, Latvija. – Jelgava: LLU, 2002. - 260. -265.lpp.
4. Strautmanis D., Šterna V. Somatic cell count in milk as cows breeding value index for udder health // Proceedings of the 8th Baltic Animal Breeding and Genetics Conference, 5-8 May 2000, Kaunas, Lithuania. - Kaunas, 2002. p. 65.
5. Strautmanis D., Šterna V. Somatisko šūnu skaits pienā – viens no ciltsvērtības rādītājiem // Agronomijas vēstis. – Nr.5.(2003), 259-263.lpp.
6. Šterna V., Jemeljanovs A. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Latvian cows // Veterinarija ir zootehnika, (Kaunas), T.22 (44), (2003), p. 95-98.
7. Šterna V, Ciproviča I., Jemeljanovs A. Investigation of cholesterol dynamic in milk // Nekaitīgi pārtikas produkti veselīgam uzturam : Starptautiskās zinātniski praktiskās konferences referāti, 2003.g. 14.maijā, Jelgava, Latvija. – Jelgava: PTF, 2003. - 65-70.lpp.
8. Šterna V. Estimation on some factors influenced cholesterol in milk // Research for rural development: International scientific conference proceedings, 2003.g. 21. -24.maijā, Jelgava, Latvija. – Jelgava: LLU, 2003. - 156. -160. lpp.

PĒTĪJUMU METODIKA

Pētījumiem izmantoti Latvijas brūnās (turpmāk tekstā LB) un Holšteinas melnraibās (turpmāk HM) šķirnes govju piena paraugi. Kopumā tika analizēti 195 piena paraugi, kas iegūti četrās Rīgas, Jelgavas un Cēsu rajona zemnieku saimniecībās.

Piena paraugi tika ņemti gan no rīta, gan vakara slaukuma, divas, trīs dienas pēc kārtas un analizēti atsevišķi. Katrā fermā bija iespēja objektīvi izsekot holesterīna dinamikai dažādu šķirņu govju pienā, tās turot vienādos apstākļos. Proti, govīs ganītas vienā pļavā, ziemā izēdināta barība ar vienādu ķīmisko sastāvu, vienāds ir kopšanas, slaukšanas un ēdināšanas režīms. Saimniecību raksturojums apkopots 1.tabulā.

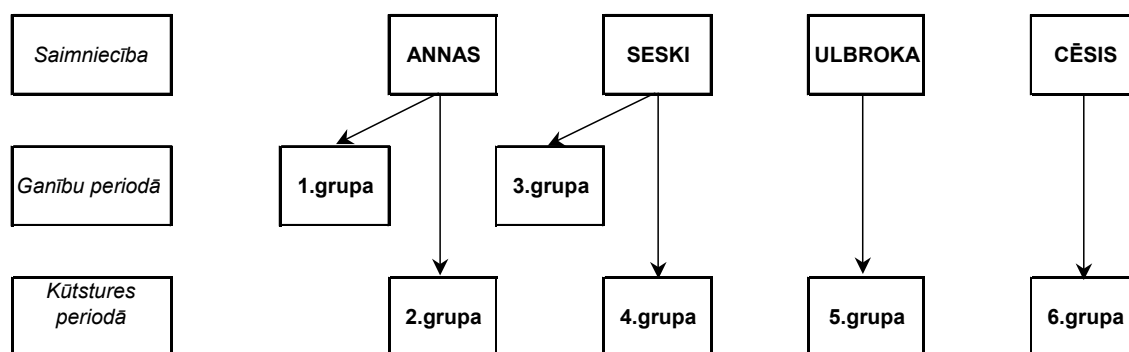
1.tabula

Pētījumā apsekoto saimniecību raksturojums

Saimniecība	Analizēto paraugu skaits	Govju šķirne	Govju vecums	Govju turēšanas veids	Slaukšanas process	
					veids	biežums dienā
ANNAS	55	LB, HM	5.-6. laktācijai	nepiesieta	manuāli	2 reizes
SESKI	49	LB	8.-9. laktācijai	nepiesieta	manuāli	3 reizes
ULBROKA	64	LB, HM	1.-6. laktācijai	piesieta	mehanizēti	2 reizes
CĒSIS	27	LB, HM	1.-4. laktācijai	nepiesieta	manuāli	3 reizes

Barības paraugi katrā saimniecībā tika ņemti vienu reizi vasaras un ziemas laikā un noteiktie rādītāji attiecināti uz visu sezonu. Barības paraugos noteikts sausas, kopproteīna, koptauku daudzums, NDF, ADF un NEL (neto enerģija laktācijai).

Lai salīdzinātu ķīmisko sastāvu un holesterīna saturu pienā, izēdinot atšķirīgu barību, piena paraugi tika sadalīti sešās grupās, skatīt 1.attēlā.



1.att.Piena paraugu sadalījums pa grupām atkarībā no ēdināšanas veida

Holesterīna saturs piena paraugos noteikts LLU zinātnes centra “Sigra” akreditētā bioķīmijas laboratorijā ar fotometrisko metodi, izmantojot spektrofotometru CФ 26 ЛОМО. Kvantitatīvai holesterīna noteikšanai piena paraugos tika izraudzīta Blura metode, lipīdus iepriekš ekstrahējot ar **Röse-Gottlieb** lipīdu ekstrakcijas metodi.

Piena paraugos noteikts tauku, olbaltumvielu un laktozes saturs, saskaņā ar standarta IDF141C:2000 prasībām, un somatisko šūnu skaits, saskaņā ar standarta LVS EN ISO 13366-3:1997 prasībām, Siguldas ciltslietu un mākslīgās apsēklošanas stacijas akreditētā piena kvalitātes kontroles laboratorijā.

Taukskābju sastāvs tika noteikts Valsts Veterinārmedicīnas diagnostikas centra Pārtikas kontroles laboratorijā ar gāzu hromatogrāfijas metodes palīdzību.

Lai salīdzinātu iegūtos holesterīna satura rezultātus, 14 piena paraugos holesterīna saturs tika noteikts arī ar gāzu hromatogrāfijas metodi (GH/MS-006)

Pētījumā raksturota arī holesterīna satura sakarība ar svarīgākajām piena sastāvdaļām: olbaltumvielām, taukiem, laktozi un izvērtēta somatisko šūnu skaita ietekme uz holesterīna saturu pienā. Sakarības raksturotas izmantojot korelācijas un regresijas analīzes. Lai dati būtu samērojami, somatisko šūnu skaits pienā izteikts kā naturālais logaritms – $\ln(\text{som})$.

Kvalitatīvo faktoru ietekmes būtiskums noteikts katram faktoram atsevišķi (ar t-testa un F-testa palīdzību, dispersiju salīdzinājums ar Levene's testu), pēc tam tas izvērtēts ar kovariācijas analīzes palīdzību, iekļauts modelī (GLM-General linear model). Modelis meklēts, lai vienlaicīgi izvērtētu iepriekšanalizētos kvantitatīvos faktorus (piena tauku saturs) un kvalitatīvos faktorus (govs šķirne, laktācija, ēdināšana, sezona, slaukums, somatisko šūnu skaits) un šo faktoru mijiedarbību ietekmi uz holesterīna satura izmaiņām pienā. Modelī iekļautie faktori parādīti 2.tabulā.

2.tabula

Modelī iekļauto faktoru apraksts

Modelī iekļautie faktori	Apzīmējums	Apzīmējumi
<i>Kvantitatīvs faktors:</i> tauku saturs	Ts	$\text{g } 100\text{g}^{-1}$
<i>Kvalitatīvie faktori:</i> Šķirne	Šķ	1 - Latvijas brūnā, 2 - Holšteinas melnraibā
Sezona	S	1 - vasaras, 2 - ziemas
Mēnesis	M	Janvāris - Decembris
Laktācija	L	govs vecums laktācijās no 1. līdz 9.
Ēdināšana	Ed	1. - 6.grupa (piena paraugu sadalījums pēc dzīvniekiem izēdinātās barības), to apraksts dots 1.attēlā
Slaukums	Sl	1 - rīta slaukums, 2 - vakara slaukums

Darbā ietverta attēlu izveide un aprēķini veikti ar MS Excel un SPSS 8.0 programmām. Darbā izvirzītās hipotēzes pārbaudītas ar p-vērtības metodi, faktori novērtēti kā būtiski, ja $p < \alpha$ ($\alpha = 0.05$, ja nav norādīts citādi).

PĒTĪJUMU REZULTĀTI UN DISKUSIJA

1. HOLESTERĪNA SATURS PIENĀ UN TĀ MIJIEDARBĪBA AR SVARĪGĀKAJĀM PIENA SASTĀVDAĻĀM: TĀUKIEM, OLBALTUMVIELĀM UN LAKTOZI

Analizēto piena paraugu tauku, olbaltumvielu, laktozes un holesterīna satura vidējie rādītāji, minimālās un maksimālās vērtības, kā arī vidējās somatisko šūnu skaita logaritmiskās vērtības parādītas 3.tabulā.

3.tabula

Piena ķīmiskā sastāva raksturojums

Piena sastāvdaļas	Paraugu skaits	Vidējā vērtība	Standart-novirze	Vērtības	
				Minimālā	Maksimālā
Holesterīna saturs, mg 100ml ⁻¹	195	15.64	6.60	4.50	34.50
Tauku saturs, %	195	4.55	1.16	1.93	7.43
Olbaltumvielu saturs, %	195	3.29	0.45	2.41	4.41
Laktozes saturs, %	195	4.70	0.24	3.51	5.50
Somatisko šūnu skaits, tūkst.ml ⁻¹	123	571.10	897.30	1.00	4744
Somatisko šūnu skaits, ln (somat)	123	5.45	1.49	0.00	8.46

Kā var redzēt 3.tabulā, pētījumos analizēto piena paraugu vidējais holesterīna saturs ir 15.64 mg 100ml⁻¹ piena. Literatūrā minēts, ka holesterīna saturs govju pienā vidēji ir 12.8 mg 100ml⁻¹ piena, dažādos pētījumos tas svārstās no 10 līdz 20 mg 100ml⁻¹ piena (Jensen, 1991).

Lai izvērtētu, cik cieša sakarība pastāv starp holesterīna saturu un galvenajām piena sastāvdaļām: olbaltumvielām, taukiem un laktozi, tika veikta korelācijas analīze.

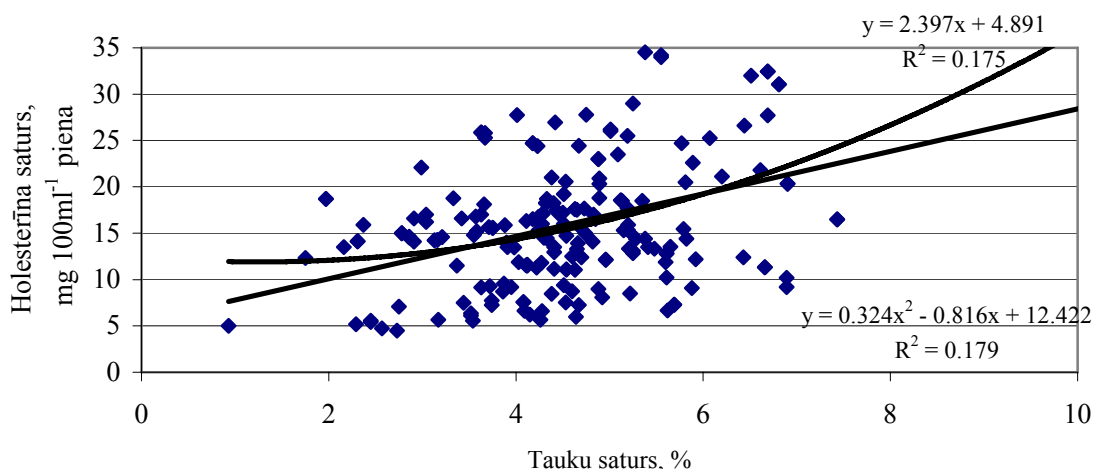
No korelācijas analīzes rezultātiem secināts, ka analizētajos paraugos pastāv vidēji cieša, pozitīva korelācija starp tauku un olbaltumvielu saturu, kur korelācijas koeficients ir $r = 0.504$. Vāja, negatīva korelācija pastāv starp somatisko šūnu skaita logaritmu un laktozes saturu pienā ($r = -0.489$). Secināts, ka pienā pastāv vāja korelācija starp tauku un holesterīna saturu ($r = 0.418$). Visas minētās korelācijas ir statistiski nozīmīgas ($\alpha=0.01$). Vāja korelācija ($r = 0.136$) pastāv arī starp olbaltumvielu un holesterīna saturu ($\alpha=0.10$).

Ar varbūtību 95% statistiski nozīmīga holesterīna satura mijiedarbība ir tikai ar tauku saturu, tad turpmākajos pētījumos uzmanība galvenokārt tika pievērsta šo sakarību izpētei. Sakarība starp tauku un holesterīna saturu pienā parādīta 2.attēlā.

Sakarību starp tauku (x) un holesterīna (y) saturu pienā, var raksturot ar sekojošiem vienādojumiem:

$$y = 2.397x + 4.891; R^2 = 0.175,$$

$$y = 0.3247x^2 - 0.8162x + 12.422; R^2 = 0.179.$$



2.att. Holesterīna un tauku satura sakarība pienā

Veicot regresijas vienādojuma novērtējumu, iegūstam, ka F-testa $p < 0.01$. Tātad lineārās regresijas modelis statistiski nozīmīgi izskaidro holesterīna satura izmaiņas pienā ($\alpha = 0.01$). Ar tauku satura izmaiņām var izskaidrot 17.5% no holesterīna satura svārstībām pienā. Piena tauku saturs kā viens no holesterīna satura svārstības ietekmējošiem faktoriem lietots arī turpmākajos aprēķinos, tas iekļauts kovariācijas analizē.

2. LATVIJAS BRŪNĀS UN HOLŠTEINAS MELNRAIBĀS ŠĶIRŅU GOVJU PIENA ĶĪMISKĀ SASTĀVA SALĪDZINĀJUMS

LB un HM šķirņu govju piena ķīmiskā sastāva atšķirības parādītas 4.tabulā.

4.tabula

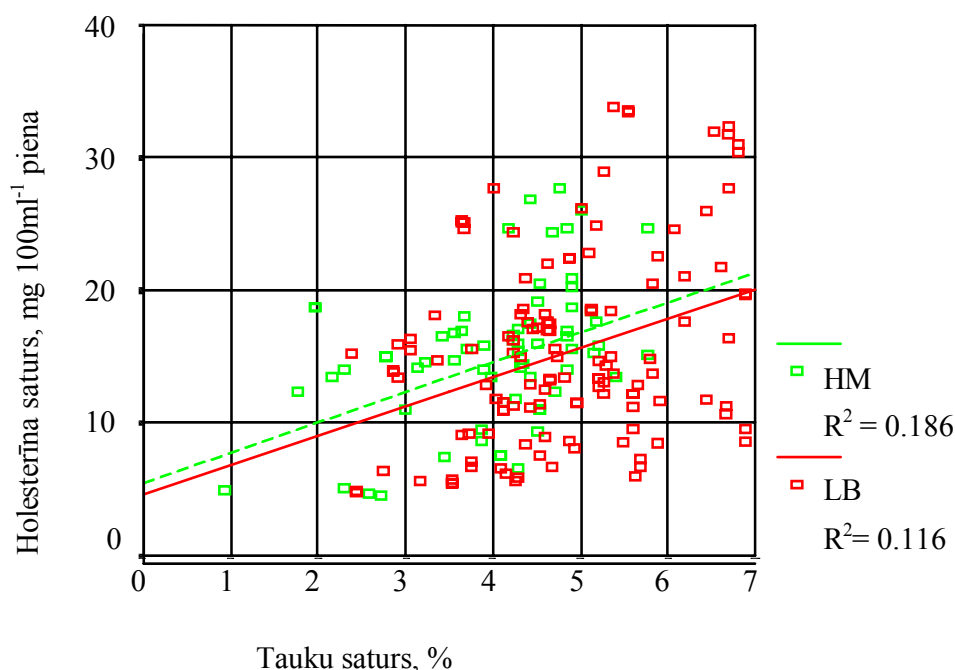
Latvijas Brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju piena ķīmiskais sastāvs

Piena sastāvdaļas	Šķirne	Paraugu skaits	Vidējā vērtība	Standart-novirze	Vērtības	
					Minimālā	Maksimālā
Holesterīna saturs, mg 100ml⁻¹ piena	LB	127	16.05	7.43	5.43	34.50
	HM	68	15.20	5.27	4.50	27.77
Tauku saturs, %	LB	127	4.82	1.22	2.37	6.90
	HM	68	4.02	1.00	1.93	5.77
Olbaltumvielu saturs, %	LB	127	3.39	0.48	2.41	4.44
	HM	68	3.08	0.30	2.50	3.93
Laktozes saturs, %	LB	127	4.72	0.23	4.08	5.50
	HM	68	4.68	0.27	3.51	5.12
Somatisko šūnu skaits, ln(somat)	LB	89	5.36	1.47	0.00	8.38
	HM	33	5.66	1.54	1.39	8.46

Pētījumā analizētajos Latvijas brūnās šķirnes govju piena paraugos vidēji par 0.8% augstāks tauku un par 0.3% augstāks olbaltumvielu saturs, nekā Holšteinas melnraibās šķirnes govju piena paraugos. Holesterīna satura vidējie rādītāji šo šķirņu pienā maz atšķiras.

Holesterīna saturs Latvijas brūnās šķirnes piena paraugos svārstās plašākā amplitūdā (5.43 līdz 34.5 mg 100ml⁻¹ piena), salīdzinot ar Holšteinas melnraibās šķirnes paraugiem (4.50 līdz 27.77 mg 100ml⁻¹ piena).

Holesterīna satura izmaiņas, atkarībā no piena tauku satura, Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju piena paraugos redzamas 3.attēlā.



3.att. Holesterīna satura izmaiņas atkarībā no tauku satura LB un HM šķirnes govju pienā

3.attēlā redzams, ka pētījumā analizēto piena paraugu vidējais holesterīna saturs Latvijas brūnās šķirnes govīm ir augstāks. Turpretim, paraugos ar vienādu tauku saturu augstāks holesterīna saturs ir Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā. Holesterīna un tauku satura izmaiņu sakarību LB un HM šķirnes govju pienā apraksta vienādojumi:

$$y=2.34x+4.71, R^2=0.12 \text{ (LB)},$$

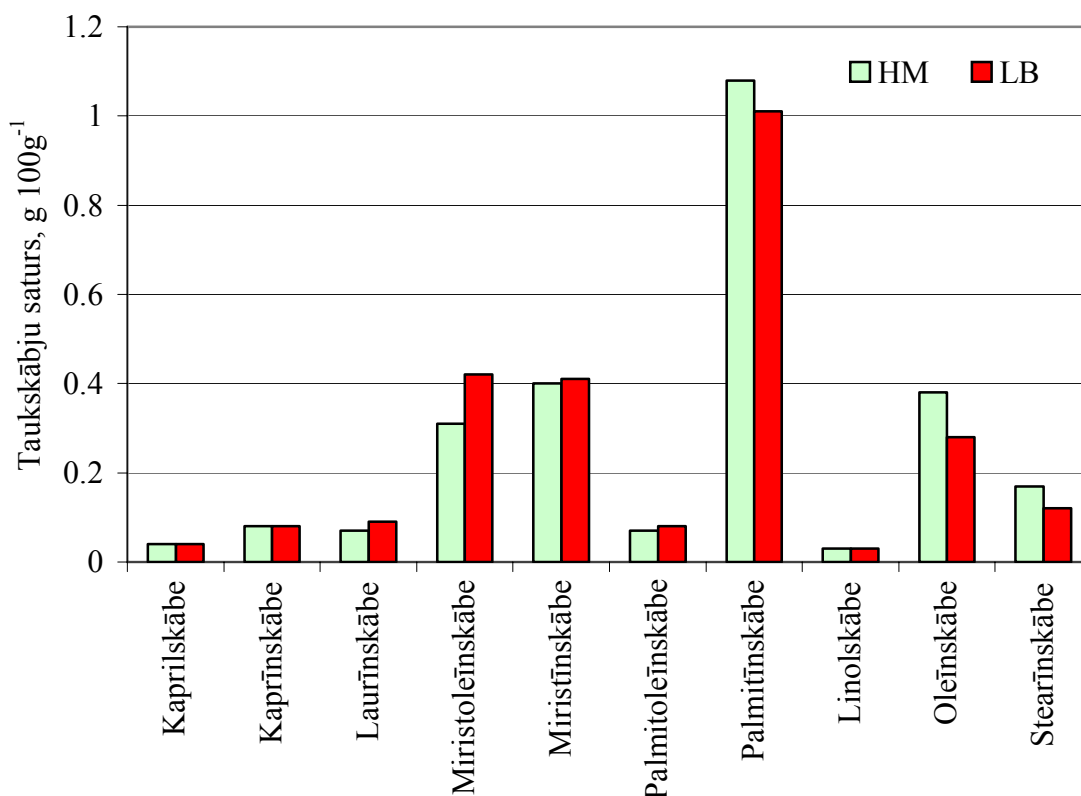
$$y=2.26x+6.09, R^2=0.19 \text{ (HM)}.$$

Kā redzams, holesterīna un tauku satura sakarība ir ciešāka HM šķirnes (korelācijas koeficients $r = 0.44$), nekā LB šķirnes govīm ($r = 0.35$).

Vidējais holesterīna saturs Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā ir 0.46%, bet Latvijas brūnās šķirnes govju pienā – 0.36% no tauku satura, turklāt palielinoties tauku saturam, holesterīna saturs (% no piena tauku satura) piena paraugos samazinās.

Ja holesterīns piedalās piena sintēzē, piesaistot no asinīm garo oglekļa virkņu taukskābes, tad var secināt, ka pieaugot tauku saturam pienā, palielinās īso jeb no jauna sintezēto taukskābju īpatsvars pienā. Šie pētījuma rezultāti sakrīt ar literatūrā apkopoto informāciju, ka korelācija ar tauku saturu parasti ir pozitīva taukskābēm ar īsu oglekļa atomu virkni un negatīva taukskābēm ar garu oglekļa atomu virkni (Karijord et al., 1982).

Lai pilnīgāk salīdzinātu pētāmo govju šķirņu piena ķīmisko sastāvu, tika veikta arī taukskābju sastāva izpēte. Pētījumā noteiktais taukskābju sastāvs Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā parādīts 4.attēlā.



4.att.Taukskābju saturs LB un HM šķirņu govju pienā

Latvijas brūnās šķirnes pienā ir lielāks īso taukskābju : laurīnskābes 0.09 g 100g⁻¹ un miristīnoleīnskābes 0.42 g 100g⁻¹ īpatsvars (Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā, attiecīgi, 0.07 un 0.31 g 100g⁻¹), savukārt zemāks piesātināto taukskābju – palmitīnskābes (1.01 g 100g⁻¹) un stearīnskābes (0.12 g 100g⁻¹) un nepiesātinātās taukskābes – oleīnskābes (0.28 g 100g⁻¹) saturs. Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā tās sastāda, attiecīgi, 1.08; 0.17 un 0.38 g 100g⁻¹ piena. Tas liecina, ka Latvijas brūnās šķirnes govju pienā ir lielāks no jauna sintezēto, bet zemāks no asinīm piesaistīto taukskābju īpatsvars.

T-testa rezultāti liecina, ka būtiski atšķiras olbaltumvielu un tauku saturs Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā ($p < 0.01$). Ar varbūtību 95 % var apgalvot, ka holesterīna saturs salīdzināto šķirņu govju

pienā neatšķiras ($p=0.36>0.05$). Būtiski neatšķiras arī laktozes saturs un somatisko šūnu skaits šo šķirņu piena paraugos (attiecīgi, $p=0.29>0.05$ un $p=0.34>0.05$).

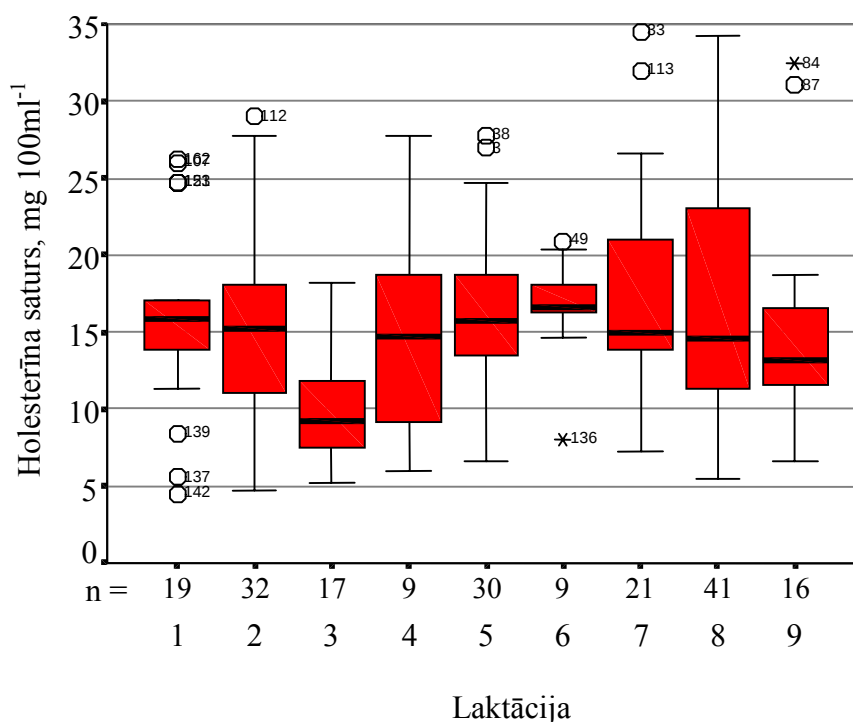
Ziemas sezonā holesterīna satura vidējie rādītāji pētāmo šķirņu govju pienā atšķiras vairāk, nekā ganību sezonā (Homer, Virtanen, 1967). Holesterīna saturs LB šķirnes govju pienā ziemā vidēji ir $16.66 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$, HM šķirnes paraugos $15.41 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$, ganību sezonā atšķirības ir mazākas, attiecīgi, $14.23 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$ un $14.64 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$. Tas varētu būt saistīts ar izmaiņām ēdināšanā, jo kūstures periodā šīs atšķirības ir izteiktākas.

Šie rezultāti ir līdzīgi *Bachman* secinājumam, kurš salīdzinājis holesterīna saturu Holšteinas, Džersejas un Džernsejas šķirņu govju piena paraugos laikā no augusta līdz oktobrim un novērojis, ka tā saturs dažādu šķirņu govju pienā būtiski neatšķiras (Bachman, Wilcox, 1976).

Kā liecina pētījuma rezultāti, vidējais holesterīna saturs HM un LB šķirnes govju piena paraugos arī ziemas sezonā būtiski neatšķiras ($p=0.29>0.05$).

3. HOLESTERĪNA SATURA IZMAIŅAS PIENĀ ATKARĪBĀ NO GOVS LAKTĀCIJAS

Holesterīna saturs dažādu laktāciju govju pienā parādīts 5.attēlā.



5.att. Holesterīna saturs dažādu laktāciju govju pienā

Holesterīna satura vidējie rādītāji laktācijās svārstās no 10.40 līdz 18.29 $\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$ piena. Lai noteiktu vai holesterīna saturs dažādu laktāciju govju pienā atšķiras, tika veikta vienfaktora dispersijas analīze. Tās rezultāti parādīja, ka vidējais holesterīna saturs pienā dažādu laktāciju govīm būtiski neatšķiras ($p=0.06>0.05$).

Līdz ar to var secināt, ka govju ēdināšana, sezona un citi apkārtējās vides faktori, holesterīna saturs pienā ietekmē vairāk, nekā laktācija.

Secinājumi veikti analizējot dažādu laktāciju dzīvnieku piena paraugus, atšķirīgās saimniecībās. Lai varētu izdarīt korektus secinājumus, tika noteikts holesterīna saturs vienu un to pašu dzīvnieku secīgu laktāciju piena paraugos. Konstatēts, ka govīm kļūstot vecākām holesterīna saturs pienā palielinās. Tomēr, lai veiktu statistiski ticamus secinājumus būtu jāveic papildus pētījumi vairāku gadu garumā.

4. IZĒDINĀTĀS BARĪBAS IETEKME UZ TĀUKU UN HOLESTERĪNA SATURU PIENĀ

Govīm izēdinātās barības enerģētiskais nodrošinājums ganību un kūstures periodā parādīts 5.tabulā.

5.tabula

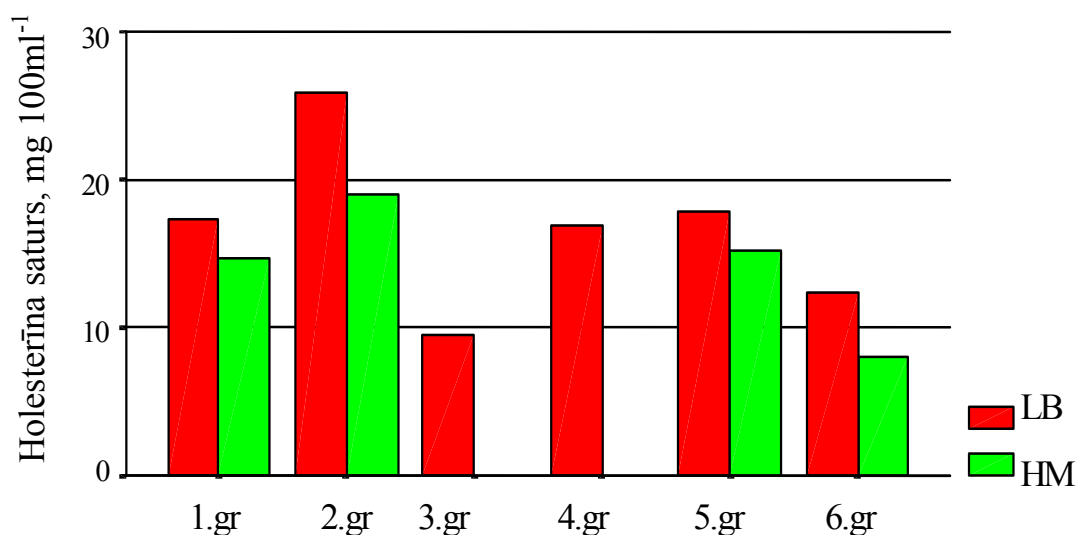
Barības enerģētiskais un proteīna nodrošinājums govju grupām

Piena paraugu grupa	Sausna, kg	NEL, MJ kg ⁻¹	Kopproteīns sausnā,		NDF, %	ADF, %	Koptauki sausnā, kg
			kg	g NEL ⁻¹			
ganību periodā							
1	19.46	104.9	2.07	19.73	12.09	7.31	0.39
3	17.96	104.5	2.18	20.90	9.20	5.97	0.38
kūstures periodā							
2.	13.61	83.74	1.59	19.00	4.88	3.04	0.37
4.	13.65	99.38	1.64	16.50	5.28	3.76	0.36
5.	12.63	62.13	1.54	25.00	5.36	4.44	0.58
6.	12.39	73.55	1.26	17.00	6.30	4.46	0.46

Dzīvniekiem izēdinātās sausas daudzums ir līdzīgs 2. un 4.grupā, kurās izēdināts siens, attiecīgi, 13.61 un 13.65 kg, un 5. un 6.grupā ar plašāku barības līdzekļu spektru –12.63 un 12.39 kg dienā. Vislielākā starpība kūstures periodā, holesterīna satura ziņā novērota starp otrās un sestās grupas piena paraugiem, lai gan koptauku un kopproteīna saturs izēdinātajā barībā krasi neatšķiras.

1. un 3. grupās dzīvnieki ar barību saņēmuši līdzīgu enerģijas daudzumu. Visaugstākais nodrošinājums ar proteīnu ir 5. grupas dzīvniekiem, attiecīgi, 25 g proteīna uz vienu NEL vienību, bet vismazākais 4. grupas dzīvniekiem - 16.5 g uz vienu NEL vienību. Kūstures periodā vislielākais enerģijas daudzums laktācijai nodrošināts 4. grupas dzīvniekiem, attiecīgi, 99.38 MJ kg⁻¹.

Analizēto piena paraugu holesterīna saturs, atkarībā no govju ēdināšanas veida, parādīts 6.attēlā.



6.att. Holesterīna saturs pienā dažādi ēdinātām govīm

Analizēto piena paraugu holesterīna saturs, atkarībā no dzīvniekiem izēdinātās barības ganību un kūstures periodā, parādīts 6. tabulā.

6.tabula

Olbaltumvielu, tauku, laktozes un holesterīna saturs atsevišķu govju grupu pienā

Grupa	Paraugu skaits	Statistiskie rādītāji	Tauku saturs, %	Olbaltumvielu saturs, %	Laktozes saturs, %	Holesterīna saturs mg 100ml ⁻¹
Ganību periodā						
1	35	vidēji	4.69	3.10	4.75	15.39
		s	0.95	0.25	0.17	5.61
3	12	vidēji	4.09	3.02	4.92	9.56
		s	1.53	0.10	0.11	4.61
Kūstures periodā						
2	19	vidēji	4.62	3.15	4.71	21.54
		s	0.71	0.36	0.19	5.78
4	37	vidēji	5.09	3.06	4.79	16.91
		s	1.28	0.63	0.20	7.24
5	64	vidēji	4.34	3.30	4.57	16.13
		s	1.20	0.37	0.24	5.65
6	27	vidēji	4.17	3.13	4.75	11.57
		s	1.20	0.37	0.24	5.65

s –standartnovirze

Lai izvērtētu, vai svarīgāko piena sastāvdaļu saturs piena paraugos atšķiras, tika veikta vienfaktora dispersijas analīze. Tās rezultāti parādīja, ka olbaltumvielu, tauku, laktozes un holesterīna satura vidējie rādītāji dažādi

ēdinātu govju pienā būtiski atšķiras ($p < 0.01$). Pētījumā tika noteikts, ka holesterīna saturs dažādi ēdinātu govju pienā atšķiras ne tikai starp vasaras un ziemas sezonām (otrā un trešā piena paraugu grupa, trešā un piektā), bet arī vienas sezonas ietvaros, t.i., ziemas laikā izēdinot atšķirīgu barību (otrā un sestā grupa). Lai gan koptauku un kopproteīna saturs izēdinātajā barībā krasi neatšķiras, tomēr sagatavotie barības līdzekļi atšķirīgi ietekmēja piena ķīmisko sastāvu.

Piena ķīmisko sastāvu ietekmē ne tikai tauku saturs barībā, bet arī izēdināto tauku sastāvs, taukskābju savstarpējās proporcijas izēdinātajā barībā un tauku aizsardzības pakāpe (Ashes et al., 1997).

5. HOLESTERĪNA SATURA IZMAIŅAS PIENĀ SEZONAS IETEKMĒ

Grūti ir nodalīt vai piena ķīmiskā sastāva izmaiņas ir sezonas vai ēdināšanas ietekmētas. Pētījumā analizēto piena paraugu ķīmiskā sastāva izmaiņas ziemas un vasaras sezonā parādītas 7.tabulā

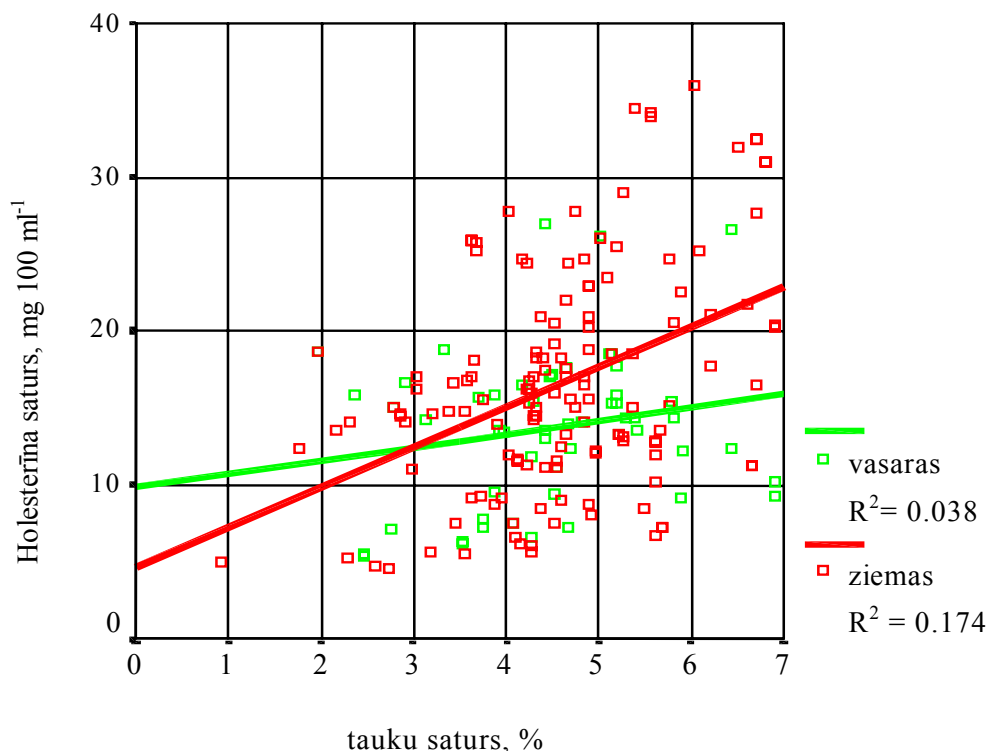
7.tabula

Piena ķīmiskais sastāvs ganību un kūstures periodā

	Sezona	Paraugu skaits	Vidējā vērtība	Standart-novirze	Vērtības	
					Minimālā	Maksimālā
Olbaltumvielu saturs, %	ziemas	145	3.34	0.479	2.41	4.41
	vasaras	50	3.12	0.298	2.73	4.10
Tauku saturs, %	ziemas	145	4.53	1.151	1.93	6.90
	vasaras	50	4.58	1.126	1.97	6.89
Laktozes saturs, %	ziemas	145	4.68	0.259	3.51	5.50
	vasaras	50	4.78	0.176	4.13	5.12
Somatisko šūnu skaits, ln(som)	ziemas	116	5.44	1.528	0	8.46
	vasaras	6	5.42	0.360	4.62	7.83
Holesterīna saturs, mg 100ml⁻¹ piena	ziemas	145	16.22	6.789	4.50	34.50
	vasaras	50	14.37	6.667	5.43	26.95

Pētījuma rezultāti liecina, ka vasaras mēnešos holesterīna saturs pienā ir zemāks ($14.37 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$) nekā kūstures periodā ($16.22 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$). Konstatēts, ka 2001. un 2002. gada vasarās vidējais holesterīna saturs pienā bija zemāks nekā ziemā, savukārt 2003. gada vasarā tas bija augstāks nekā ziemā. Literatūras dati liecina, ka holesterīna saturs pienā vasaras mēnešos ir nedaudz augstāks, bet šīs atšķirības nav izteiktas (Timmen, Dimick, 1972).

Kā tauku, tā holesterīna saturs pienā strauji samazinās maijā un jūnijā, tas, iespējams, saistīts ar ganību sezonas uzsākšanu. Tomēr dažādu šķirņu govīs atšķirīgi reaģē uz apkārtējo faktoru iedarbību. Holesterīna satura izmaiņas sezonas ietekmē LB un HM šķirnes govju pienā parādītas 7.attēlā.



7.att. Holesterīna satura izmaiņas pienā atkarībā no tauku satura ziemas un vasaras sezonās

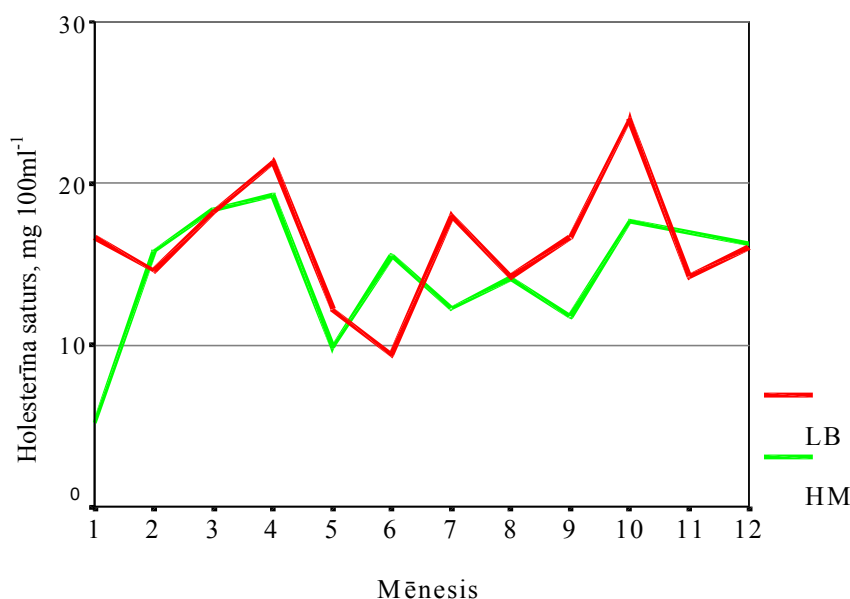
Jāsecina, ka pie vienāda tauku satura ziemā un vasarā ir atšķirīgs holesterīna saturs pienā. Ziemas periodā ar tauku saturu var izskaidrot 17.4% no holesterīna satura izmaiņām pienā ($y=2.608x+4.640$; $R^2 = 0.174$, $p<0.05$), bet vasaras periodā tikai 3.8% ($y=0.8x+9.867$; $R^2 = 0.038$, $p>0.05$). Jāsecina, ka vasarā pastiprinās arī citu faktoru ietekme uz holesterīna satura dinamiku pienā. Līdzīgi secinājumi minēti arī literatūrā. LB šķirnes govīm holesterīna satura izmaiņu sezonālitate bija izteiktāka ziemas periodā $R^2 = 0.273$ nekā vasarā $R^2 = 0.034$ (Paura u.c., 2002).

Lai izvērtētu iegūtos datus, tika izmantots t-tests. Tā rezultāti liecina, ka statistiski nozīmīgi atšķiras olbaltumvielu ($p<0.01$), tauku ($p<0.01$) un holesterīna saturs pienā ($p=0.028<0.05$).

Holesterīna saturs pienā būtiski atšķiras vienas sezonas dažādos mēnešos, proti, katras sezonas sākumā holesterīna saturs pienā samazinās, pēc tam pakāpeniski pieaug. Līdz ar to var secināt, ka dažādās sezonās iegūtā piena holesterīna satura vidējo rādītāju atšķirībām ir gadījuma raksturs. Tas izskaidro arī pretrunas literatūrā atspoguļotajos pētījumos (Timmen, Dimick, 1972).

6. HOLESTERĪNA SATURA IZMAIŅAS PIENĀ VIDES FAKTORU IETEKMĒ

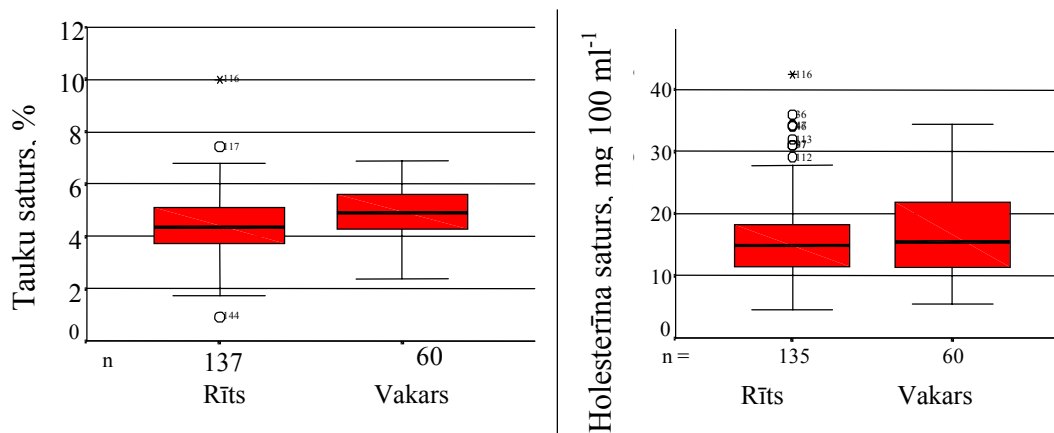
Holesterīna satura izmaiņas gada laikā Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā parādītas 8.attēlā.



8.att. Holesterīna satura izmaiņas Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā gada laikā

No 8.attēla var redzēt, ka holesterīna saturs abu šķirņu govju pienā svārstās līdzīgi, tomēr Holšteinas melnraibās šķirnes pienā ir mazāka svārstību amplitūda. Viszemākais holesterīna saturs pienā ir vasaras mēnešos, proti, maijā un jūnijā, attiecīgi, 11.61 un 11.30 mg 100ml⁻¹. Tas varētu būt saistīts ar tauku satura izmaiņām uzsākot ganību sezonu. Dzīvniekam pamazām piemērojoties apkārtējās vides izmaiņām, tauku saturs pienā normalizējas, līdzīgi arī holesterīna saturs. Rudens un ziemas mēnešos, t.i., oktobrī, novembrī un decembrī tika konstatēts augstāks holesterīna saturs pienā nekā vasaras mēnešos. Vienfaktora dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka tauku, olbaltumvielu, laktozes un holesterīna saturs būtiski atšķiras gada laikā ($p < 0.01$).

Piena ķīmiskais sastāvs atšķiras arī rīta un vakara slaukumos. Tauku un holesterīna satura izmaiņas pienā rīta un vakara slaukumos parādītas 9.attēlā.

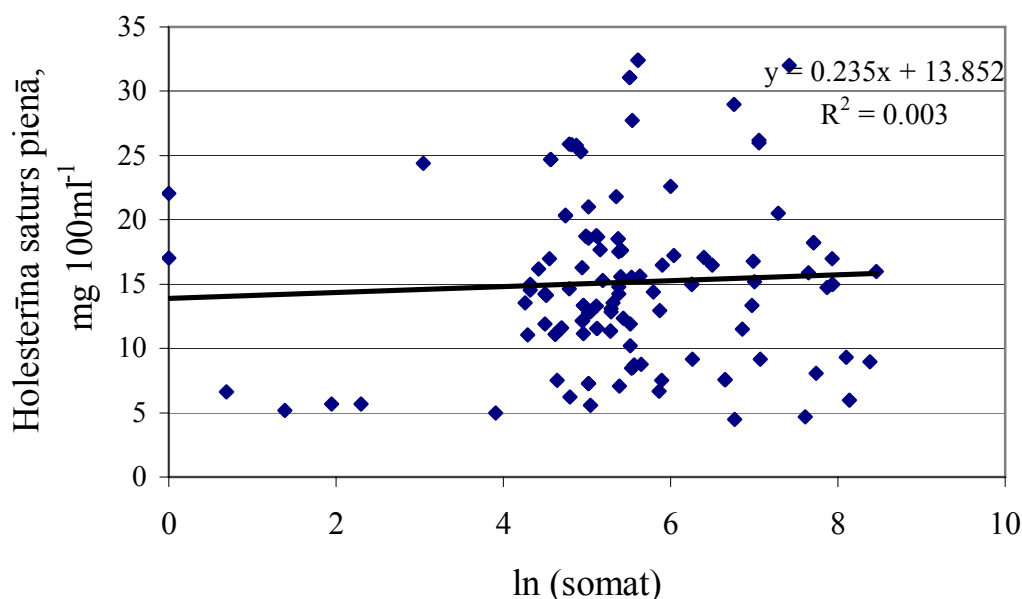


9.att. Tauku un holesterīna saturu atšķirības pienā rīta un vakara slaukumos

9.attēlā redzams, ka tauku saturs vakarā slauktā pienā ir augstāks nekā rīta slaukumā. Šīs atšķirības ir statistiski būtiskas. Literatūrā arī minēts, ka vakara slaukuma piens ir treknāks par rīta slaukumu (Hardings, 1999).

Holesterīna saturs vakarā iegūtajos piena paraugos variē plašākā amplitūdā nekā ņemtajos no rīta. Taču vidējais holesterīna saturs rīta un vakara slaukumos būtiski neatšķiras ($p=0.172>0.05$). Literatūrā nav izdevies atrast pētījumu rezultātus, kuros būtu salīdzināts holesterīna saturs rīta un vakara slaukumos.

Pētījumā analizētajos piena paraugos somatisko šūnu skaits variē no 100 tūkst ml^{-1} līdz 5 milj ml^{-1} . Holesterīna saturs šajos paraugos, attiecīgi, svārstījās no 4.5 līdz 32.43 mg 100ml^{-1} piena. Sakarība starp holesterīna saturu un somatisko šūnu skaitu pienā parādīta 10.attēlā.



10.att. Sakarība starp holesterīna saturu un somatisko šūnu skaitu pienā

10.attēlā redzamo sakarību starp holesterīna saturu un somatisko šūnu skaitu piena paraugos apraksta vienādojums

$$y = 0.235x + 13.852; R^2 = 0.003 (p>0.05).$$

Tas liecina, ka ar somatisko šūnu skaita izmaiņām var izskaidrot mazāk kā 1% no holesterīna satura izmaiņām pienā. Redzam, ka pieaugot somatisko šūnu skaitam piena paraugos, holesterīna saturs praktiski nemainās. Korelācijas koeficients šai sakarībai ir $r=0.05$.

Šie dati ir pretrunā ar vairāku autoru veiktajiem pētījumiem, kuri uzskata, ka palielinoties somatisko šūnu skaitam, palielinās arī holesterīna saturs pienā (Bachman, 1976, Miller et al., 1992). Iespējams, secinājumi literatūrā attiecas uz veselo govju pienu, proti, kad somatisko šūnu skaits nepārsniedz 400 tūkst. ml^{-1} . Pētījumā noteikts, ka šādā pienā sakarība starp somatisko šūnu skaitu un holesterīna saturu pienā ir ciešāka $R^2=0.0742$ nekā pienā ar paaugstinātu somatisko šūnu skaitu ($R^2=0.0195$).

Pētījumā tika salīdzināts holesterīna saturs pienā, kur somatisko šūnu skaits ir piena produkcijas ražošanai atbilstošā daudzumā līdz 500 tūkst ml⁻¹, un tādā, kas produkcijas ražošanai nav derīgs. Vidējais holesterīna saturs pienā, minimālā un maksimālā vērtība parādīta 8.tabulā.

8.tabula

Holesterīna saturs pienā ar atbilstošu un paaugstinātu somatisko šūnu skaitu

Somatisko šūnu skaits, tūkst ml ⁻¹	Holesterīna saturs, mg 100ml ⁻¹ piena	n	Standart-novirze	Vērtības	
				Minimālā	Maksimālā
līdz 500	15.23	91	6.47	5.00	32.43
virs 500	14.81	31	6.84	4.50	32.00
<i>vidēji</i>	<i>15.12</i>	<i>122</i>	<i>6.54</i>	<i>4.50</i>	<i>32.43</i>

No 8.tabulas var redzēt, ka piena paraugos ar paaugstinātu somatisko šūnu skaitu vidējais holesterīna saturs ir mazāks nekā pienā ar atbilstošu somatisko šūnu skaitu. Tomēr šī atšķirība nav liela tikai 0.42 mg 100ml⁻¹ piena. Holesterīna saturs abos gadījumos svārstās robežās no 4.5 līdz 32 mg 100ml⁻¹ piena. Lai pārlicinātos vai vidējo holesterīna saturu starpība piena paraugos ar atbilstošu un paaugstinātu somatisko šūnu skaitu ir statistiski nozīmīga, tika veikta vienfaktora dispersijas analīze. Secināts, ka $p=0.761>0.05$, tātad holesterīna saturs abās grupās būtiski neatšķiras.

Holesterīns ir katras dzīvās šūnas, tai skaitā arī somatiskās šūnas sastāvdaļa, tad to skaitam pienā palielinoties, jāpalielinās arī holesterīna saturs. Tomēr vienlaicīgi pienā noris arī holesterīna saturu pazeminoši procesi, kuru iemesli droši nav zināmi. Daži no tiem varētu būt piena tauku satura samazināšanās, tauklodīšu lipoproteīna apvalka biezuma izmaiņas mastīta rezultātā vai vecpienā.

No iepriekšēiktā jāsecina, ka pienā vienlaicīgi notikuši vairāki procesi, kuru rezultātā kopējā holesterīna satura izmaiņas, atkarībā no somatisko šūnu skaita pienā, ir jāvērtē kā nebūtiskas.

7.HOLESTERĪNA DINAMIKAS LIKUMSAKARĪBU MODELIS

Pētījumā tika analizēti galvenokārt tie faktori, kuri ietekmē piena tauku saturu. Izanalizējot atsevišķi katra faktora ietekmi uz holesterīna satura izmaiņām pienā, secināts, ka ne vienmēr faktori, kuri izmaina piena tauku saturu, būtiski ietekmē arī holesterīna saturu. Analizējot faktoru ietekmi uz holesterīna saturu, iegūta virkne rādītāju. Pētījumā izvērtēto kvalitatīvo faktoru iedarbības būtiskuma p-vērtības apkopotas 9.tabulā.

9.tabula

Piena sastāvdaļas ietekmējošo kvalitatīvo faktoru būtiskumu kopsavilkums

Faktors	Olbaltumvielu saturs, %	Tauku saturs, %	Laktozes saturs, %	Holesterīna saturs, mg 100ml ⁻¹
	faktora ietekmes būtiskums, p-vērtība			
Šķirne (Šķ)	0.000	0.000	0.290	0.360
Sezona (S)	0.000	0.000	0.378	0.028
Laktācija (L)	0.000	0.004	0.001	0.065
Ēdināšana (Ed)	0.000	0.006	0.000	0.000
Slaukums (Sl)	0.813	0.001	0.172	0.149
Mēnesis (M)	0.000	0.000	0.000	0.000
Somatisko šūnu grupa (Gs)	0.000	0.014	0.000	0.761

No 9.tabulas var redzēt, ka tauku un olbaltumvielu saturs statistiski nozīmīgi atšķiras LB un HM šķirnes govju piena paraugos ($p < 0.01$), bet holesterīna saturs šajos paraugos neatšķiras ($p = 0.360$). Līdzīgi atšķiras arī faktoru “laktācija” un “slaukums” ietekmes. Paši šie faktori holesterīna saturu pienā neietekmē, tomēr šo faktoru mijiedarbība varētu ietekmēt holesterīna satura izmaiņas pienā.

Veicot kovariācijas analīzi, modelī tika iekļauti sekojoši faktori: piena tauku saturs, šķirne, laktācija, ēdināšana, sezona, slaukums, mēnesis, kā arī šo faktoru mijiedarbības.

Kā iepriekš pierādīts, somatisko šūnu skaits būtiski neietekmē holesterīna saturu pienā ($p > 0.05$), tādēļ tas modelī iekļauts netika. Aprēķinu rezultātā noskaidrots, ka šāda modeļa determinācijas koeficients ir $R^2 = 0.70$. Tomēr vairumu no modelī iekļautajiem faktoriem būtu jāuzskata kā nebūtiskus.

Pakāpeniski no modeļa izslēdzot nebūtiskos faktorus, tika iegūts modelis, kura determinācijas koeficients ir $R^2 = 0.615$. Šāds modelis izskaidro 61.5% no holesterīna satura izmaiņām pienā. Holesterīna dinamikas likumsakarību modelis, kas izveidots ar kovariācijas analīzes palīdzību sevī ietver:

**Piena tauku saturs(Ts), šķirne(Šķ), laktācija(L), slaukums(Sl),
ēdināšana(Ed), mēnesis(M), šķirne * mēnesis, laktācija * slaukums**

Tādi faktori kā “šķirne” un “slaukums” būtiski neietekmē holesterīna satura izmaiņas pienā, bet statistiski būtiskas ir šo faktoru mijiedarbības. Faktoru “šķirne” un “mēnesis” mijiedarbība būtiski ietekmē holesterīna saturu, kas vēlreiz apliecina, ka dažādu šķirņu govīs atšķirīgi reaģē uz sezonas maiņu.

Papildus apskatītajiem, modelī iekļautajiem faktoriem, holesterīna saturu vēl varētu ietekmēt arī iedzimstamība (Brzóska, Sala, 2000), atnešanās (Timmen, 1972), kā arī asins lipīdu sastāvs, izmaiņas tesmens lipīdu sastāvā (Bitman et al., 1992) un citi faktori.

8.AR DAŽĀDĀM METODEM NOTEIKTO HOLESTERĪNA SATURA REZULTĀTU SALĪDZINĀJUMS

Ar gāzu hromatogrāfijas (GH) un ar kolorimetrisko metodi noteiktais holesterīna saturs piena paraugos parādīts 10. tabulā.

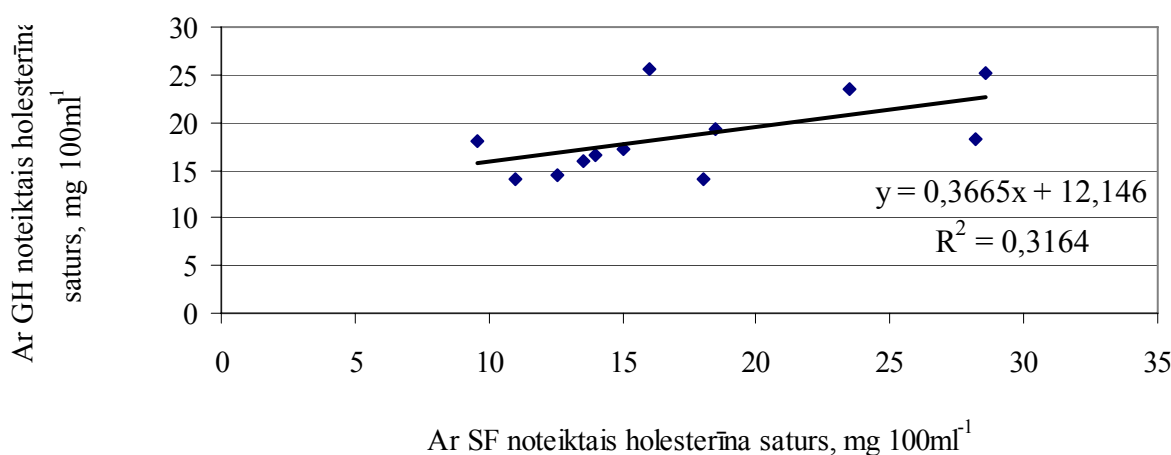
10.tabula

Ar dažādām metodēm noteiktie holesterīna saturs vidējie rādītāji pienā

Holesterīna saturs, mg 100 ml ⁻¹	Paraugu skaits	Vidējie rādītāji	Standart-novirze
Noteikts ar spektrofotometru (SF)	14	21.05	7.51
Noteikts ar gāzu hromatogrāfu (GH)	14	18.29	6.84

Kā parādīts 10.tabulā, ar spektrofotometru (SF) noteiktā holesterīna saturs vidējā vērtība ir 21.05 mg 100 ml⁻¹, kas ir par 15 % augstāka, nekā ar gāzu hromatogrāfu noteiktā – 18.29 mg 100 ml⁻¹.

Pētījumā tika izvērtēts vai holesterīna saturs, kas noteikts ar SF un GH būtiski atšķiras. Vienfaktora dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka vidējais holesterīna saturs noteikts ar atšķirīgām metodēm būtiski neatšķiras ($p=0.31>0.05$). Grafiski ar gāzu hromatogrāfu un spektrofotometru noteiktais holesterīna saturs pienā parādīts 10.attēlā.



10.att. Sakarība starp holesterīna saturu pienā, kas iegūta ar spektrofotometu (SF) un gāzu hromatogrāfu (GH)

10.attēlā redzamo sakarību starp holesterīna saturu pienā, kas iegūts ar divām atšķirīgām noteikšanas metodēm var aprakstīt ar vienādojumu

$$y = 0.3665x + 0.12146, R^2=0.3164.$$

Salīdzinot iegūtos rezultātus var secināt, ka pētījumā izmantotā kolorimetriskā holesterīna noteikšanas metode atspoguļo holesterīna saturu pienā, līdzīgi IDF 159: 1992 ieteiktajai gāzu hromatogrāfijas metodei, un ļauj korekti izvērtēt holesterīna dinamiku pienā. Ar abām metodēm noteiktie holesterīna saturs rezultāti savstarpēji cieši korelē ($r = 0.6$).

SECINĀJUMI

1. Darbā izpētītas holesterīna satura izmaiņas pienā atkarībā no dzīvnieka šķirnes, laktācijas, ēdināšanas, gadalaika un slaukuma. Konstatēts, ka holesterīna saturs Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā svārstās 5.0 līdz 34.5 mg 100 ml⁻¹.
2. Izvērtējot holesterīna satura iespējamās sakarības ar nozīmīgākajām piena sastāvdaļām: taukiem, olbaltumvielām, laktozi un somatisko šūnu skaitu, konstatēta vāja korelācija ar tauku saturu ($r=0.418$, $p<0.01$), un olbaltumvielu saturu ($r=0.136$, $p<0.10$). Ar laktozes saturu un somatisko šūnu skaitu statistiski nozīmīgas sakarības nav novērotas.
3. Holesterīna saturu Latvijas brūnās un Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā būtiski ietekmē dzīvnieku ēdināšana ($p<0.01$) un gada mēnesis īpaši pārejas periodā no kūstures uz ganību sezonu.
4. Govju šķirnei, laktācijai un slaukšanas laikam nav būtiskas ietekmes uz holesterīna satura izmaiņām pienā ($p>0.05$). Latvijas brūnās šķirnes govju pienā holesterīna saturs svārstās plašākā amplitūdā, nekā Holšteinas melnraibās šķirnes govju pienā.
5. Ar kovariācijas analīzes palīdzību izstrādātais holesterīna dinamikas likumsakarību modelis var izskaidrot 61.5% no holesterīna satura izmaiņām pienā ($p<0.01$).
6. Ar aprobēto holesterīna satura noteikšanas metodi, lipīdus iepriekš ekstrahējot ar Röse-Gottlieb metodi un kvantitatīvi nosakot holesterīna saturu ar spektrofotometra palīdzību, iegūtie rezultāti būtiski neatšķīrās ($p>0.05$) no holesterīna satura noteikšanai lietotās standartmetodes, t.i. gāzu hromatogrāfijas.

THE RESEARCH SUBJECT AND TOPICALITY OF THE PROBLEM

Healthy nutrition is a contributing factor in ensuring man's health, vitality, and capacity of work. Optimal nutrition means a healthy and balanced diet, which includes all groups of food products. Milk and dairy products are one of main food products groups, which is indispensable for optimal nutrition and for human health.

Milk fat also contains a moderate amount of cholesterol.

Cholesterol is a constituent of lipids, which in milk is present primarily as a component of milk fat globule. It is involved in many metabolic functions, for example, as a structural compound in cell membranes, as a precursor of bile acids and steroid hormones, etc.

Concern about cholesterol in the diet arises because of high serum cholesterol, especially the low-density lipoproteins, which is only one of the risk factors associated with arteriosclerosis. Other dietary factors are total fat intake, saturated fat intake, and a lack of dietary fibres. It is recommended that the daily cholesterol intake should be less than 300 mg.

Egg yolk, liver of pigs, dairy products such as butter and cheese are main sources of cholesterol in diet. Amount and composition of milk were influenced by genetic potential, quality of feeding, season, lactation, cow's state of health and keeping conditions, among which feeding is considered as one of most significant. Cholesterol dynamic in cow's milk has not been completely investigated.

In Latvia, investigations into cholesterol content in the milk of different breeds of cows have not been carried out up to now. Therefore the aim of this study was investigate regularities of cholesterol dynamics in the milk of breeds grown in Latvia and to determine factors influencing the cholesterol content in milk most significant.

THE AIM AND TASKS OF PROMOTION WORK

The aim of the research work is to determine the regularities of cholesterol dynamics in relation to breeds, feeding, and welfare of animals.

Therefore, the tasks of the study are as follows:

- to determine the cholesterol level in Latvian Brown and Holstein Black and White cow's milk and investigate the possible relationship between the cholesterol content and main milk constituents – fat, protein, and lactose;
- to investigate the cholesterol dynamics in milk depending on cow's breed, age of a cow, feeding, season, and keeping conditions;
- to find a cholesterol dynamics model (included factors with major influence on cholesterol content), using covariation analysis;
- to compare results determined by different methods of determination of cholesterol content in milk.

SCIENTIFIC NOVELTY

1. For the first time in Latvia cholesterol content has been determined in the milk of Latvian Brown and Holsteins Black and White breeds cows.
2. Factors, affecting milk composition such as cows breed, age, feeding, season, and keeping condition have been analysed and their effect on the cholesterol content in cow's milk has been examined.
3. The colorimetric method for determination of cholesterol content in milk has been adapted for daily use.

THE SCIENTIFIC WORK APPROBATION

Research was made during 2000 – 2003. The results have been reported in international scientific conferences at LLU and Lithuania.

1. Šterna V. Holesterīna satura dinamika Latvijas govju pienā. International scientific conference research for rural development, Jelgava, 23-25 May, 2001.
2. Šterna V., Jemeljanovs A. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Latvian cows breeds. 8th Baltic Animal Breeding and Genetics Conference, Kaunas, Lithuania, 06 May, 2002.
3. Šterna V. Comparison of different methods of cholesterol determination // International Scientific Conference Research for rural development, Jelgava, 23-25 May, 2002.
4. Šterna V., Jemeljanovs A. Holesterīna līmeņa izmaiņas govs pienā ēdināšanas ietekmē // International Veterinary Scientific Conference "Animals. Health. Food Quality" 14 and 15 November, 2002.
5. Šterna V., Ciproviča I., Jemeljanovs A. Holesterīna dinamikas pētījumi pienā // International Scientific Practical Conference "Safety food production for the healthy nutrition", Jelgava, 14 May, 2003.
6. Šterna V. Estimation of some factors influencing cholesterol in milk // International scientific conference research for rural development, Jelgava, 21-24 May, 2001.

During the research period, 8 scientific articles have been published in the Latvian and English languages, 6 of which-in scientifically recognised journals (generally approved reviewable scientific issues).

1. Šterna V. 2001. Holesterīna satura dinamika Latvijas govju pienā // "Research for rural development": International scientific conference proceedings, Jelgava, -pp.124-126.
2. Šterna V. 2002. Comparison of different methods in the determination of cholesterol // "Research for rural development": International scientific conference proceedings, Jelgava, -pp.170-172.
3. Šterna V., Jemeljanovs A. 2002. Holesterīna līmeņa svārstības govs pienā atkarībā no to ēdināšanas // "Animals. Health. Food Quality.": International scientific conference proceedings, Jelgava, -pp.260. -265.

4. Šterna V., Jemeljanovs A. 2003. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Latvian cows. "VETERINARIJA IR ZOOTECHNIKA", Kaunas, T.22 (44), -pp.95-98.
5. Šterna V., Ciproviča I., Jemeljanovs A. 2003. Investigation of cholesterol dynamic in milk // "Safety food production for the healthy nutrition": International scientific conference. Reports, Jelgava, -pp.65-70.
6. Šterna V. 2003. Estimation on some factors influenced cholesterol in milk // "Research for rural development": International scientific conference proceedings, Jelgava, -pp.156-160.
7. Strautmanis D., Šterna V.. Somatic cell count in milk as cows breeding value index for udder health // Proceedings of the 8th Baltic Animal Breeding and Genetics Conference, 5-8 May 2002.Kaunas, Lithuania. - Kaunas, 2002. pp. 65.
8. Strautmanis D., Šterna V. Somatisko šūnu skaits pienā – viens no ciltsvērtības rādītājiem // Agronomijas vēstis. – Nr.5.(2003), 259-263.lpp.

MATERIALS AND METHODS

In the present research, 195 milk samples of Latvian Brown (LB) and Holsteins Black and White (HB&W) breed's cows have been investigated. Measurements and statistical analyses were based on milk samples collected from 2000 through 2003, from different regions of Latvia – Riga, Jelgava, and Cēsis.

Milk samples were collected at the morning and evening milking two, three days in succession and analysed separately. In each farm it was possible to observe the cholesterol dynamics in the milk of different breeds of cows kept at the same keeping conditions. Description of farms is shown in Table 1.

Table1

Characteristics of farms

Farm	Number of milk samples	Breed	Lactation	Milking regime	
				process	frequency in day
ANNAS	55	LB, HB&W	5 th -6 th	manual	2
SESKI	49	LB	8 th -9 th	manual	3
ULBROKA	64	LB, HB&W	1 st -9 th	mechanical	2
CĒSIS	27	LB, HB&W	1 st -4 th	manual	2

Feed samples were collected once per season and were analysed for protein, fat, NDF, ADF, and NEL (netto energy in lactation)

In order to make comparison of the chemical and cholesterol contents, milk samples were divided into 6 groups depending on the feed given to cows in different farms during indoor and outdoor seasons, see Figure 1.

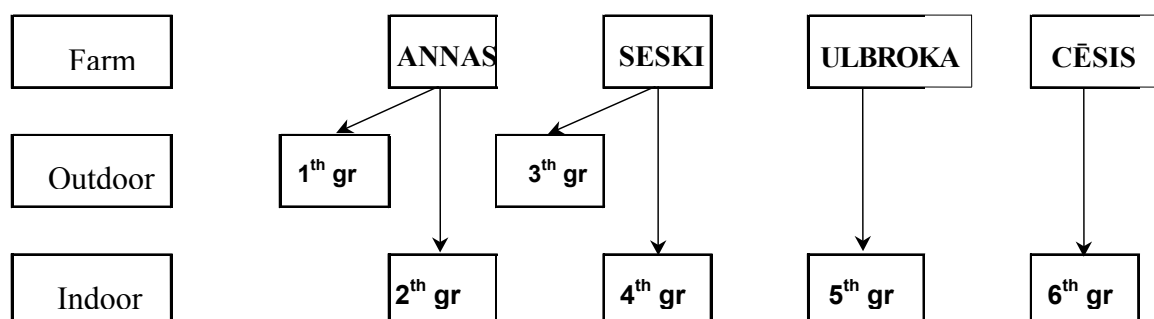


Figure 1. Groups of milk samples depending on the feed

Fat, lactose and protein contents were analysed using Milkoscan 133 according to IDF141C: 2000, somatic cell count - “Somacount 300” according to LVS EN ISO 13366-3:1997.

Cholesterol content was analysed using colorimetric method by Blur with prior lipid extraction by **Röse-Gottlieb** procedure using spectrophotometer CΦ 26 JIOMO, at the 656 nm.

The fatty acid composition and cholesterol content were analysed at the National Veterinary Laboratory by the gas-chromatography method using GC/MS-006 [IDF 159:1992].

To make data comparable, the number of somatic cells was expressed as ln (som) to estimate the connection with the cholesterol content in milk.

Milk samples were divided into 2 groups:

- 1st group – somatic cell count < 500 thous. ml⁻¹,
- 2nd group – somatic cell count > 500 thous. ml⁻¹.

Statistical methods F-test and t-test were used to estimate cholesterol content in Latvian Brown, Holsteins Black and White cows breeds milk.

Analysis of covariance allows simultaneous evaluation of a large number of explanatory variables to examine their effect on the cholesterol content and interaction between these variables. Therefore the data were analysed using the General Linear Models procedure of programme SPSS. The following factors were included in the model (see Table 2):

Table 2

Characteristics of factors included in the model

Factors	Symbol	Characteristics
<i>Quantitative factors:</i> Fat content	Ts	g 100g ⁻¹
<i>Categorical factors:</i> Breed	Šķ	1-Latvian Brown, 2-Holstein Black and White
Season	S	1-outdoor, 2-indoor
Month	M	January - December
Lactation	L	Age of cows: 1 st - 9 th lactation
Feed	Ed	1 st – 6 th group of milk samples, see Figure 1
Milking	M	1-morning, 2- evening

RESULTS

1. CHOLESTEROL CONTENT IN MILK AND ITS CONNECTION WITH MAIN MILK CONSTITUENTS – FAT, PROTEIN, AND LACTOSE

Mean indices and standard deviations for cholesterol, fat, protein and lactose content and somatic cell count ln(somat) are shown in Table 3.

Table 3

Chemical composition of milk

Milk constituents	Number of samples	Average	Standard-deviation	Minimum	Maximum
Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹	195	15.64	6.60	4.50	34.50
Fat content, %	195	4.55	1.16	1.93	7.43
Protein content, %	195	3.29	0.45	2.41	4.41
Lactose content, %	195	4.70	0.24	3.51	5.50
Somatic cell count, ln(somat)	123	5.45	1.49	0.00	8.46

The cholesterol content obtained in this study was 15.64 mg 100ml⁻¹, which is in agreement with other authors. As mentioned in the literature, average cholesterol content in cow's milk is 12.8 mg 100ml⁻¹ (Homer, Virtanen, 1967), 10 to 20 mg 100ml⁻¹ of milk (Jensen, 1991).

Relationship between the cholesterol content and main milk constituents – fat, protein, lactose, and number of somatic cells was determined by correlation analysis.

Significant correlation was observed between fat and protein contents ($r = 0.504$, $p < 0.01$), as same as between somatic cells count and lactose content ($r = -0.489$, $p < 0.01$), and between fat and cholesterol contents ($r = 0.418$, $p < 0.01$), between protein and cholesterol contents ($r = 0.136$, $p < 0.10$). No connection between somatic cells count and cholesterol content was observed. Relationship between the fat and cholesterol contents is shown in Figure 2.

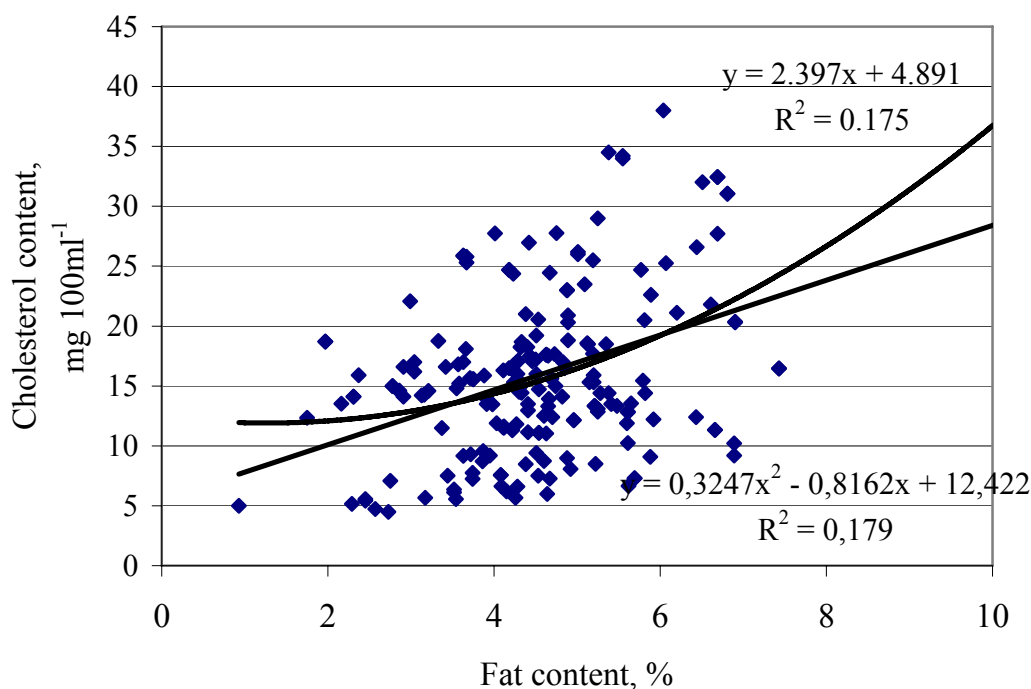


Figure 2. Connection between the fat and cholesterol contents in milk

Figure 2 demonstrates linear relation. Connection between fat content and cholesterol content in milk samples is characterized by equations

$$y = 2.397x + 4.891; R^2 = 0.175,$$

$$y = 0.3247x^2 - 0.8162x + 12.422; R^2 = 0.179.$$

Determination coefficient of the linear regression shows that 17.5% of cholesterol dynamic can be explained by changes in the fat content.

Estimation of regression equation showed that value of F-test was $p < 0.01$, which means that regression is statistically significant.

The obtained results demonstrated that the content of milk fat affected the cholesterol content and thus should be included in the model as a covariance.

2. COMPARISON OF THE MILK COMPOSITION OF LATVIAN BROWN AND HOLSTEIN BLACK AND WHITE BREEDS COWS

Differences in the composition of milk of Latvian Brown and Holstein Black and White breeds are shown in Table 4.

Table 4

**Chemical composition of milk of Latvian Brown and
Holstein Black and White breeds**

Measurements	Breed	n	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹	LB	127	16.05	7.43	5.43	34.50
	HB&W	68	15.20	5.27	4.50	27.77
Fat content, %	LB	127	4.82	1.22	2.37	6.90
	HB&W	68	4.02	1.00	1.93	5.77
Protein content, %	LB	127	3.39	0.48	2.41	4.44
	HB&W	68	3.08	0.30	2.50	3.93
Lactose, %	LB	127	4.72	0.23	4.08	5.50
	HB&W	68	4.68	0.27	3.51	5.12
Somatic cells count, ln(somat)	LB	89	5.36	1.47	0.00	8.38
	HB&W	33	5.66	1.54	1.39	8.46

The research showed that cholesterol content in the milk of Holstein Black and White breeds cows made 15.20 mg 100 ml⁻¹ and in the milk of Latvian Brown breed cows- 16.05 mg 100ml⁻¹. Black and Whites had a smaller difference between the minimal and maximal content of cholesterol. For example, content of cholesterol in milk samples of HB&W was within the range 4.55 - 27.77 mg 100ml⁻¹, but in the samples of LB cows ranged from 5.43 to 34.50 mg 100ml⁻¹. Connection between fat content and cholesterol content in milk of different cows breeds is demonstrated in Figure 3.

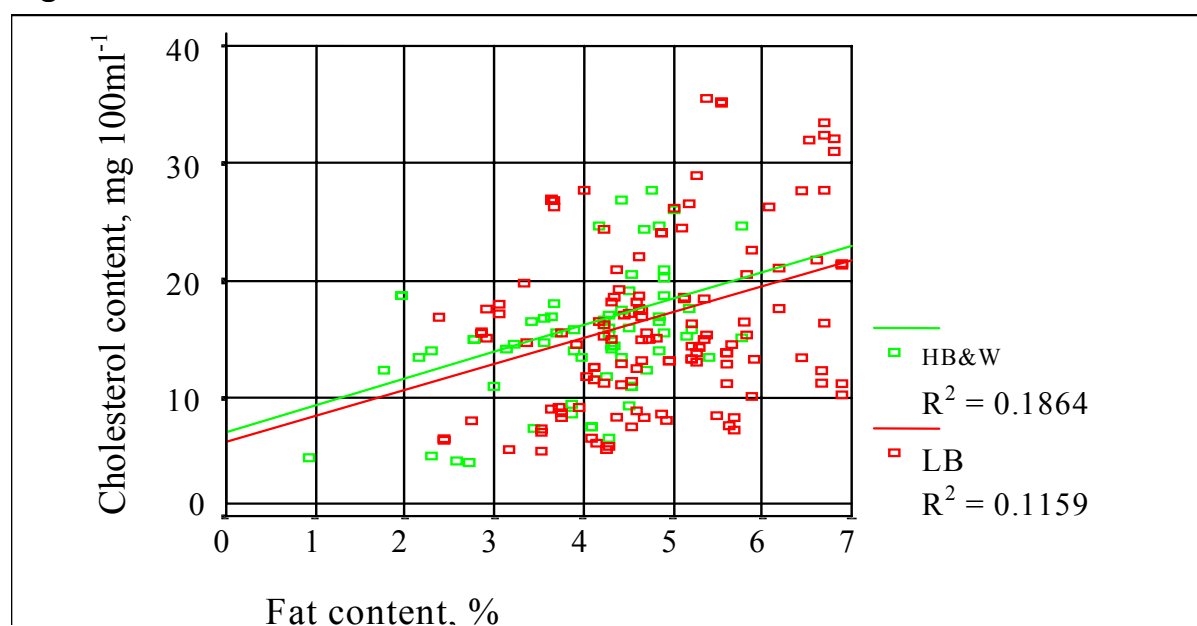


Figure 3. Relation between the fat and cholesterol contents in the milk of Latvian Brown (LB) and Holsteins Black and White (HB&W) breeds cows

Connection between fat content and cholesterol content in milk samples is characterized by equations:

$$y = 2.34x + 4.71, R^2 = 0.12 \text{ (LB)},$$

$$y = 2.26x + 6.09, R^2 = 0.19 \text{ (HBW)}.$$

Analysis of milk samples showed that average cholesterol content was higher to Latvian Brown breed cows. However, higher cholesterol content in milk samples with the same fat content was found to Holsteins Black and White breeds. Composition of fatty acids in the milk of Latvian Brown and Holstein Black and White dairy breeds is shown in Figure 4.

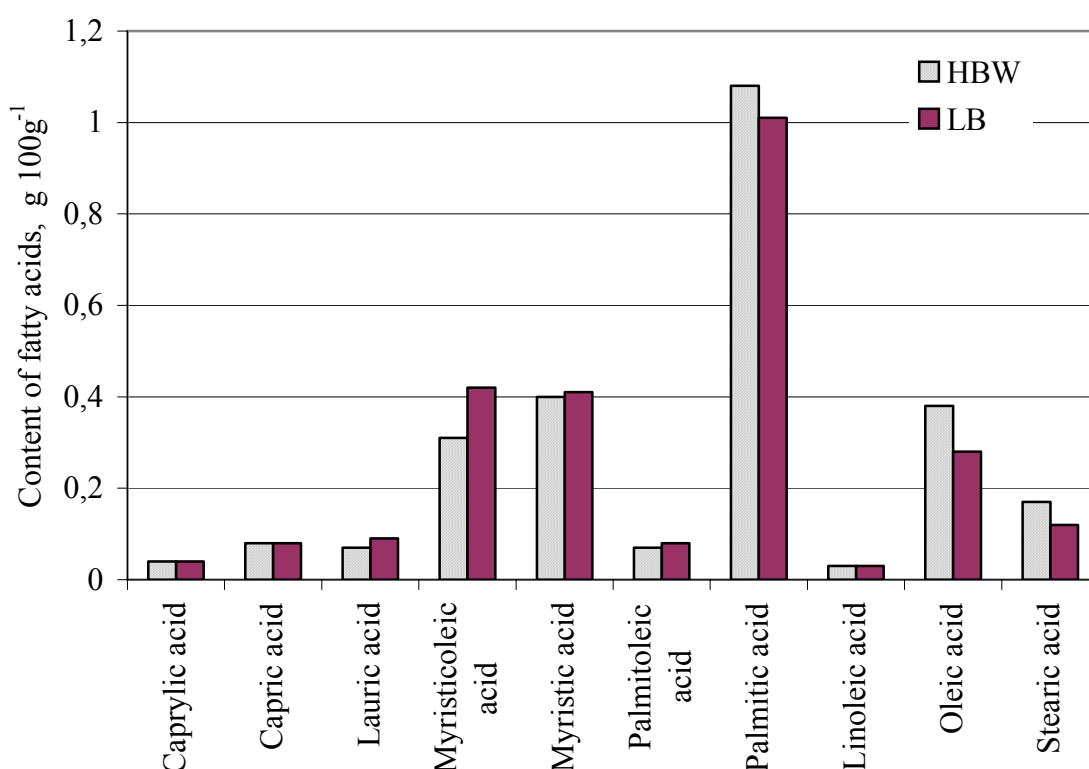


Figure 4. Composition of fatty acids in the milk of LB and HB&W dairy breeds

Higher content of lauric acid (0.09 g 100g⁻¹) and myristoleic acid (0.42 g 100g⁻¹) was observed in the milk of Latvian Brown breeds (in the milk of Holstein Black and Whites - 0.07 and 0.31 g 100g⁻¹, respectively), but content of long-chain fatty acids - palmitic acid (1.01 g 100g⁻¹), stearic acid (0.12 g 100g⁻¹) and oleic acid (0.28 g 100g⁻¹) was lower (to Holstein Black and White cows - 1.08, 0.17 and 0.38 g 100g⁻¹, respectively).

T-test was used for estimating the difference in the cholesterol content of milk of both breeds. Results of t-test showed that the means of fat and protein content significantly differ ($p < 0.01$). The means of cholesterol content of milk of both breeds are not significantly different ($p = 0.36 > 0.05$), the same as means of lactose and somatic cell count ($p = 0.29 > 0.05$ and $p = 0.34 > 0.05$, respectively).

The research data found in literature are the same regarding the effect of breed on cholesterol content in milk (Bachman, Wilcox, 1976).

In winter, cholesterol content in the milk of Latvian Browns is on average 16.66 mg 100ml⁻¹, in the milk of Holstein Black and Whites- 15.41 mg 100ml⁻¹. The difference is smaller in pasture period: cholesterol content makes 14.23 mg 100 ml⁻¹ and 14.64 mg 100ml⁻¹, respectively. Results showed that the means of cholesterol amount to both breeds do not differ significantly ($p=0.29>0.05$) even in indoor period.

3. CHANGES IN CHOLESTEROL CONTENT DEPENDING ON LACTATION

Variations in the content of cholesterol in milk from 1st to 9th lactation are demonstrated in Figure 5.

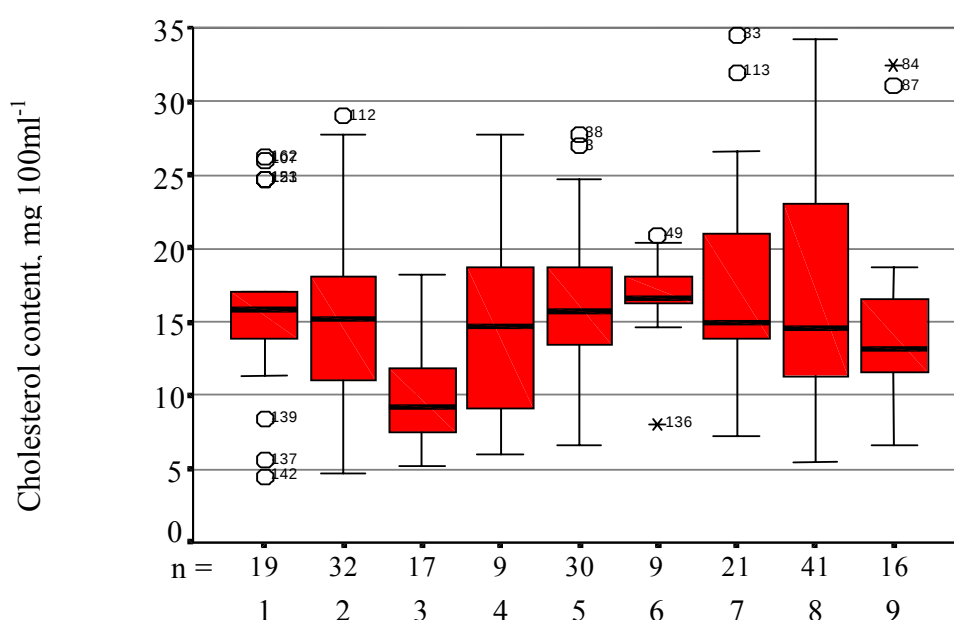


Figure 5. Content of cholesterol in the milk of cows in different lactations

The average content of cholesterol ranged from 10.40 to 18.29 mg 100ml⁻¹. The research suggests that the means of cholesterol content in different lactations are not significantly different ($p=0.06>0.05$). The conclusion is based on analysis of cow's milk in different lactations and in different farms. The research data does not founded in literature in this regard.

4. INFLUENCE OF FEEDING ON THE FAT AND CHOLESTEROL CONTENT IN MILK

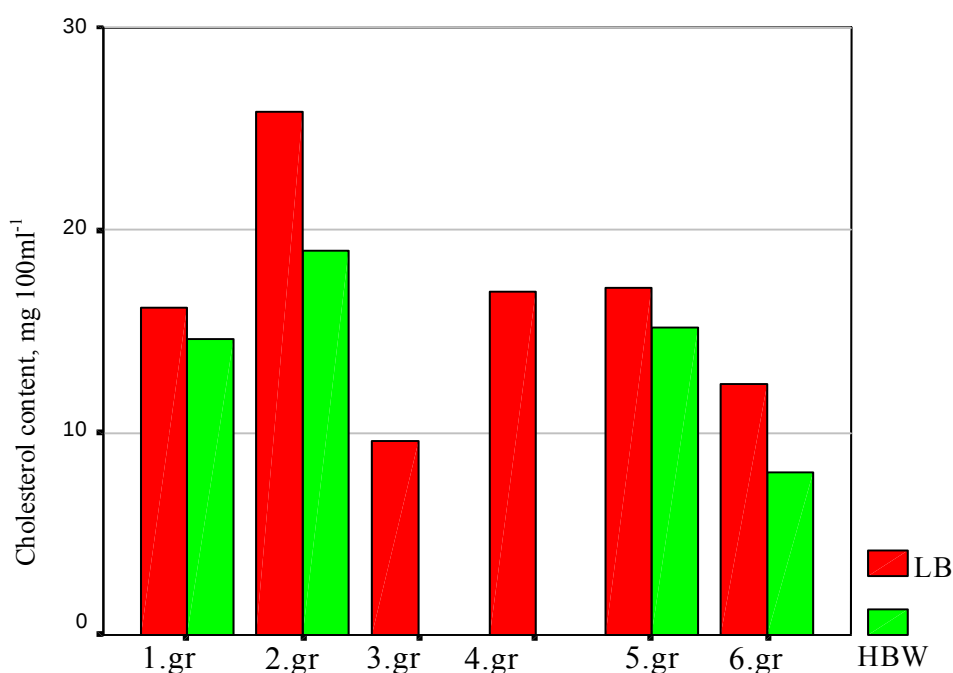
Energy supply in the groups of cows with a different diet is shown in Table 5.

Table 5

Energy and protein supply in groups of cows with a different diet

Group by feed	Dry matter, kg	NEL, MJkg ⁻¹	Protein in DM			NDF, %	ADF, %	Fat in DM
			kg	%	g NEL ⁻¹			kg
	pasture feeding							
1	19.46	104.90	2.07	10.60	19.73	12.09	7.31	0.39
3	17.96	104.50	2.18	12.10	20.90	9.20	5.97	0.38
	indoor feeding							
2	13.61	83.74	1.59	11.70	19.00	4.98	3.04	0.37
4	13.65	99.38	1.64	12.00	16.50	5.28	3.76	0.36
5	12.63	62.13	1.54	12.20	25.00	5.36	4.44	0.58
6	12.39	73.55	1.26	10.10	17.00	6.30	4.46	0.46

The amount of dry matter in feed was the same in groups 2 and 4 (13.61 kg), where basic feed was hay and in groups 5 and 6 (13.65 kg), where cows were given silage. In the groups with pasture feed, energy supply to cows was the same. Protein supply was the best in group 5th (25 g NEL⁻¹), but the smallest - in group 4th (16.5 g NEL⁻¹).

**Figure 6. Cholesterol content in the milk of cows according to feed groups**

It was found that cholesterol content in the milk of Holstein Black and White breed cows was comparatively lower in all groups. Chemical

composition of milk as influenced by feed in different farms in pasture and indoor periods is shown in table 6.

Table 6

Protein, fat, lactose and cholesterol content according to different feed groups

Group	Statistical measurement	Protein content, %	Fat content, %	Lactose content, %	Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹
<i>Pasture period</i>					
1	means	4.69	3.10	4.75	15.39
	number of samples	35	35	35	35
	stand. dev.	0.94	0.25	0.17	5.61
3	means	4.09	3.02	4.92	9.56
	number of samples	12	12	12	12
	stand. dev.	1.53	0.10	0.11	4.61
<i>Indoor period</i>					
2	means	4.62	3.15	4.71	21.54
	number of samples	19	19	19	19
	stand. dev.	0.71	0.36	0.19	5.78
4	means	5.09	3.06	79	16.91
	number of samples	37	37	37	37
	stand. dev.	1.28	0.63	0.20	7.24
5	means	4.34	3.30	4.57	16.13
	number of samples	64	64	64	64
	stand. dev.	1.20	0.37	0.24	5.65
6	means	4.17	3.13	4.75	11.57
	number of samples	27	27	27	27
	stand. dev.	1.20	0.37	0.24	5.65

Dispersion analysis demonstrated that the means of protein, fat, lactose, and cholesterol differed significantly ($p < 0.01$) according to groups with different feeding.

5. CHANGES IN CHOLESTEROL CONTENT DEPENDING ON SEASON

Composition of milk in pasture and indoor seasons is shown in Table 7.

Table 7

Composition of milk in summer and winter seasons

	Season	Sample	Mean	St.dev.	Minimum	Maximum
Protein content, %	winter	145	3.34	0.479	2.41	4.41
	summer	50	3.12	0.298	2.73	4.10
Fat content, %	winter	145	4.53	1.151	1.93	6.90
	summer	50	4.58	1.126	1.97	6.89
Lactose content, %	winter	145	4.68	0.259	3.51	5.50
	summer	50	4.78	0.176	4.13	5.12
Somatic cells count, ln(somat)	winter	116	5.44	1.528	0	8.46
	summer	6	5.42	0.360	4.62	7.83
Cholesterol, mg 100ml ⁻¹ of milk	winter	145	16.22	6.789	4.50	34.50
	summer	50	14.37	6.667	5.43	26.95

Investigations showed that the average cholesterol content was higher in indoor season (16.22 mg 100ml⁻¹) compared with the pasture season (14.37 mg 100ml⁻¹).

T-test was used for estimating the difference in cholesterol content depending on a season. The results showed that means of fat, protein and cholesterol content were significantly different; p-values were $p < 0.05$; $p < 0.05$ and $p = 0.028 < 0.05$, respectively.

The data in literature are quite contradictory about the influence of season on the content of cholesterol in milk. It might be explained by individual peculiarities of cows of different breeds under seasonal influence.

The cholesterol content differs significantly between different month of each season. As cholesterol content in milk at the beginning of each season gradually decreases and then again increases, the difference between the means has a random character. This also explains discrepancies in data in the literature (Timmen, Dimick, 1972).

The connection between the cholesterol and fat contents in different seasons is shown in Figure 7.

Connection between fat content and cholesterol content in milk samples is characterized by equations:

$$y = 2.608x + 4.64; R^2 = 1735 \text{ (} p < 0.05 \text{)} - \text{in winter,}$$

$$y = 0.800x + 9.867; R^2 = 0.038 \text{ (} p > 0.05 \text{)} - \text{in summer.}$$



Figure 7. Connection between the cholesterol and fat contents in different seasons

The research suggests that correlation is stronger in winter milk samples ($r = 0.42$), than in summer ($r = 0.19$). The data in literature are same - correlation is stronger in winter ($r = 0.52$), than in summer ($r = 0.18$) (Paura u.c., 2002).

6. INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE CHOLESTEROL CONTENT

Cholesterol content in the milk of cows in different month see in Figure 8.



Figure 8. Content of cholesterol in the milk of cows from January to December

Analysis of milk samples showed that average cholesterol content was lower in summer in May and June 11.61 un 11.30 mg 100ml⁻¹, respectively. It might be explained by changes of fat content at the beginning of pasture season. Analysis of milk samples collected in autumn showed that cholesterol content was higher in October.

Milking routine also influences the quantity and quality of milk. Differences in the fat and cholesterol contents in milk samples collected in the morning and in the evening are shown in Figure 9.

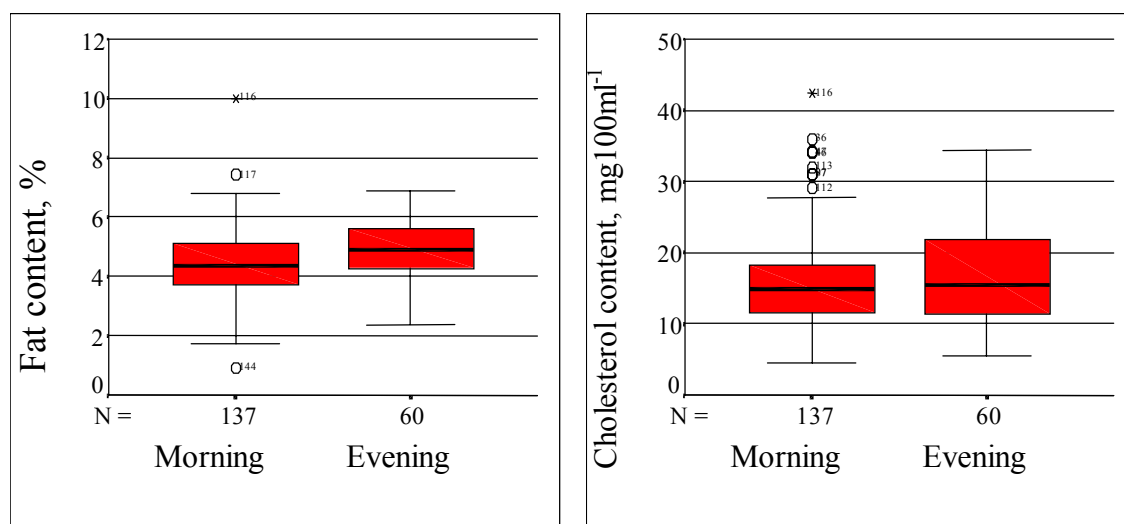


Figure 9. Differences in the fat and cholesterol contents in milk samples collected in the morning and evening milking

The obtained results show that fat content in evening milking is higher than in morning milking; the differences are statistically significant ($p < 0.01$). Differences in the means of cholesterol content in the morning and evening milking are not significant ($p\text{-value} = 0.149 > 0.05$). The amount of cholesterol in milk samples collected in evening milking varied in a wider range than in milk samples from morning milking.

The research data found in literature differ regarding the effect of somatic cell count on the cholesterol content in milk (Bachman, 1976, Miller et al., 1992). In the present research somatic cell count in samples of milk varied from 100 thousand per millilitre to 5 million per millilitre of milk (or $0 < \text{in (somat)} < 9$); the content of cholesterol varied from 4.5 to 32.43 mg 100ml⁻¹.

Relationship between somatic cell count and cholesterol content is illustrated in Figure 10.

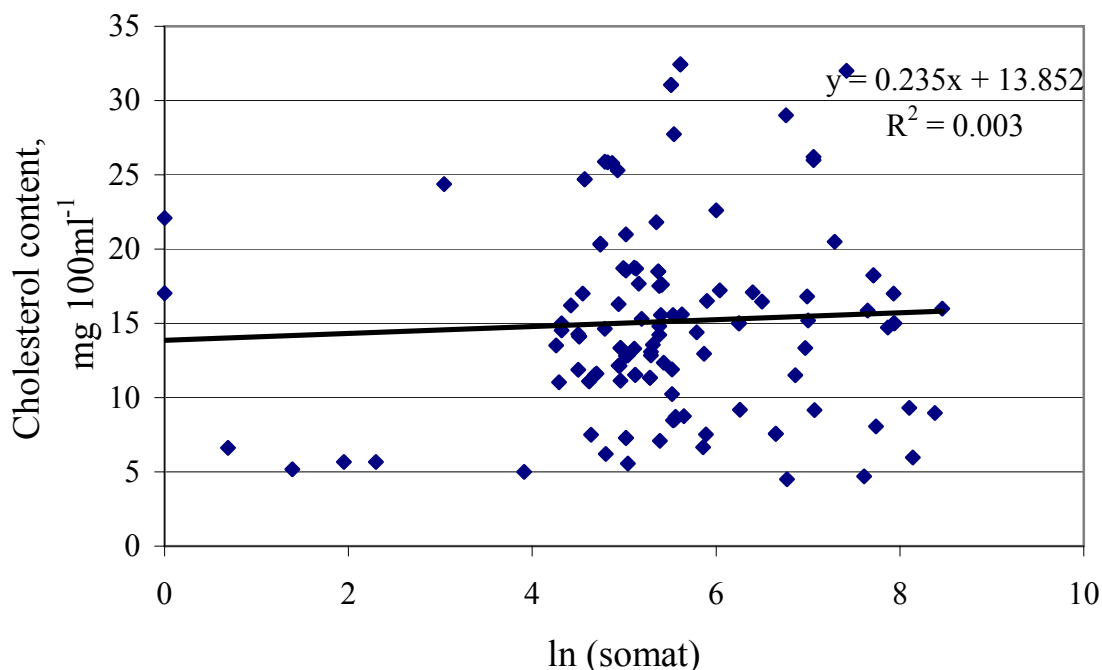


Figure 10. Relationship between somatic cell count and cholesterol content

The equation describing this connection is
 $y = 0.235x + 13.852$; $R^2 = 0.003$,
 which suggests that somatic cell count explains only <0.3% of the cholesterol content variations in milk. Weak correlation ($r=0.14$) between the cholesterol content and somatic cell count was observed.

Investigations showed that correlation is stronger ($R^2=0.0742$) in milk samples with somatic cell count under 500 thousand per millilitre.

The comparison of cholesterol content in milk with a normal and increased somatic cell count is shown in Table 8.

Table 8

Cholesterol content in milk with normal and increased somatic cell count

Group	Content of cholesterol, mg 100ml ⁻¹ of milk	Number of samples	Standard deviation	Minimum	Maximum
1.	15.23	91	6.47	5.00	32.43
2.	14.81	31	6.84	4.50	32.00
On average	15.12	122	6.54	4.50	32.43

The cholesterol content varied from 4.5 to 32 mg 100ml⁻¹ in both cases. Though the difference of the means of cholesterol is not significant - 0.42 mg 100ml⁻¹ (p-value = 0.761 > 0.05).

The obtained results suggest that several processes have been taking place in the milk simultaneously. The content of cholesterol increases due to increase

of somatic cell count. At the same time, cholesterol content is also decreasing possibly because of the decrease in fat content and in membrane material thickness as a result of mastitis. Thus, due to the processes in milk, it can be concluded that the influence of somatic cell count on total cholesterol level can be regarded as insignificant.

7. MAIN FACTORS INFLUENCING THE CHOLESTEROL CONTENT IN MILK

Summary of the effect of investigated factors – breed (Šk), season (S), milking time (Sl), feed (Ed), group of somatic cells (Gs), month (M), and lactation (L), is reported in Table 9.

Table 9

Significance of categorical factors affecting composition of milk				
Factors	Protein content, %	Fat content, %	Lactose content, %	Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹
	significance of factors, p-value			
Breed (Šk)	0.000	0.000	0.290	0.360
Season (S)	0.000	0.000	0.378	0.028
Lactation (L)	0.000	0.004	0.001	0.065
Group of feed (Ed)	0.000	0.006	0.000	0.000
Milking (Sl)	0.813	0.001	0.172	0.149
Month (M)	0.000	0.000	0.000	0.000
Group of somatic cells (Gs)	0.000	0.014	0.000	0.761

All these factors have influence on the fat content in milk, but influence on the cholesterol content is insignificant.

Analysis of covariance allows simultaneous evaluation of a large number of explanatory variables to examine their effect on the cholesterol content and interaction between these variables. Therefore the data were further explored using analyse of covariance - General Linear Model.

It was found that the influence of somatic cell count on the cholesterol content is not significant ($p > 0.05$) therefore somatic cell count not included in the model.

This model explains 70% of cholesterol dynamics in milk samples ($R^2 = 0.70$), however, most of factors included in the model are insignificant. After gradually excluding the insignificant factors, the final model was obtained:

**Fat content, breed, lactation, feed, milking, month,
breed * month, lactation * milking**

This model consists of significant factors only (p-value of breed is $0.313 > 0.05$, though it is not excluded because interaction with month is significant, p-value of milking is $0.210 > 0.05$, but interaction with milking is significant). The model explains 61.5% of cholesterol content changes in milk ($R^2 = 0.615$).

The investigated model did not completely reflect the dynamics of cholesterol, because it did not include such factors as stage of lactation and inheritance, which was affect the cholesterol content.

There are no complex investigations found in the literature. Mostly differences in breeds or seasons have been investigated. The majority of available data have originated from model experiments, and not from studies carried out under conditions of commercial farming.

Estimation of this model showed that it significantly explained the changes in cholesterol content (p-value < 0.01) under conditions of commercial farming.

**8. COMPARISON OF CHOLESTEROL CONTENT DETERMINATE BY
DIFFERENT METHODS**

The obtained mean values and standard deviations for protein, fat and cholesterol are given in Table 10.

Table 10

Means and standard deviations for milk measurements

Measurement	Samples	Mean	Standard deviation
Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹ (by spectrophotometer)	14	21.05	7.51
Cholesterol content, mg 100ml ⁻¹ (by gas chromatography)	14	18.29	6.84

The mean value for cholesterol content as determined by spectrophotometer was 21.05 mg 100 ml⁻¹, which was higher than values obtained by gas- chromatographic procedure – 18.29 mg 100 ml⁻¹.

T-test was used for estimating the difference in the analysed methods for cholesterol determination. Results showed that the means of cholesterol contents, as detected by both methods, did not differ significantly (p=0.31 > 0.05).

The relationship between both the methods is illustrated in Figure 10.

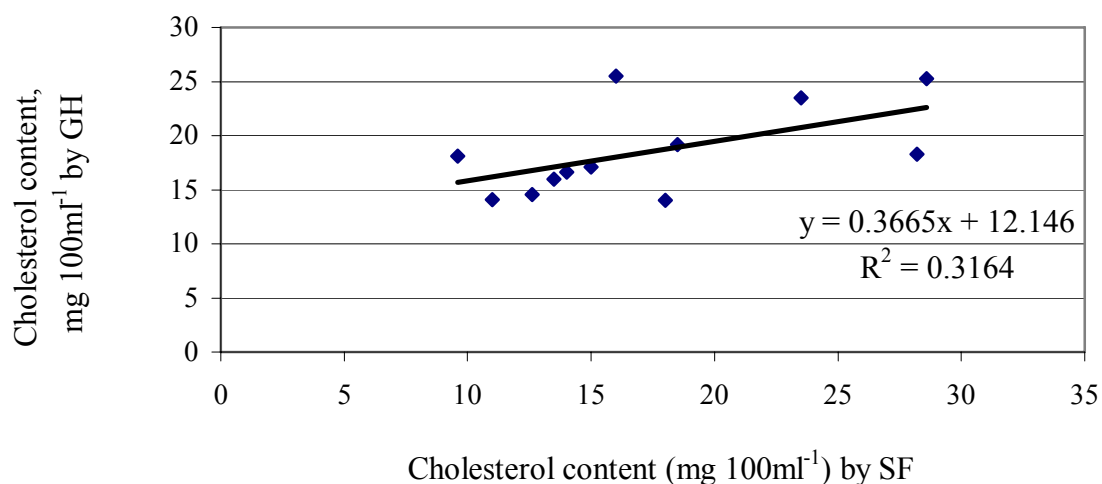


Figure 10. Relationship between the results determined by the spectrophotometer (SF) and gas-chromatograph (GH)

The relationship between both the methods can be expressed by equation: $Y = 0.3665x + 12.146$, $R^2=0.3164$. The results determined by the different methods are strongly correlated ($r = 0.6$). Both methods could be used for daily work.

CONCLUSIONS

1. Investigations have been made on the changes of cholesterol content in milk depending on animal's breed, age, season, feeding, and milking. The content of cholesterol in milk samples obtained from Holstein Black and White and Latvian Brown breed cows varied from 5 to 34.5 mg 100ml⁻¹.
2. Evaluation of the possible correlation between the cholesterol content and most significant milk components: fat, protein, lactose, and somatic cell count showed that correlation with fat content ($r=0.418$, $p<0.01$) and protein content ($r=0.136$, $p<0.01$) is weak. No connection was observed between the lactose and cholesterol content and between the somatic cell count and the cholesterol content.
3. The influence of feed and month on cholesterol content in milk of Latvian Brown and Holstein Black and White was statistically significant at $p<0.01$.
4. The influence of the cow's breed, age (lactation) and milking routine on the cholesterol content in milk was not significant ($p>0.05$). In the milk samples of Latvian Brown cows the content of cholesterol varied in a wider range than in milk samples of Holstein Black and White breed cows.
5. The cholesterol dynamic model based on covariation analysis explains 61.5% of changes in the cholesterol content in milk ($p<0.01$).
6. The results obtained by the practically tested cholesterol content determination method, with a prior lipid extraction in milk by Röse-Gottlieb method and quantitative determination of the cholesterol content using spectrophotometer, did not significantly ($p>0.05$) differ from those obtained by the standard procedure, i.e., gas-chromatography.

