



**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
AGROBIOTEHNOLOĢIJAS INSTITŪTS**

*LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURE
INSTITUTE OF AGROBIOTECHNOLOGY*

Mg. agr. Diāna Ruska

**KOPPROTEĪNA UN URĪNVIELAS SATURA DINAMIKA SLAUCAMO
GOVJU PIENĀ**

DYNAMICS OF CRUDE PROTEIN AND UREA CONTENT IN DAIRY COW MILK

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

lauksaimniecības zinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai
lauksaimniecības zinātņu nozarē,
lopkopības apakšnozarē

SUMMARY OF PH.D. THESIS

*for obtaining Doctoral degree in the sector of
agricultural sciences, sub-sector of animal breeding*

Jelgava
2014

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūtā, LLU MPS „Vecauce”, SIA Firma „Pasāža”, z/s „Ruķi” un z/s „Liepkalni”, akreditētā SIA „Piensaimnieku laboratorija”, Igaunijas Dabaszinātņu universitātes Dzīvnieku ēdināšanas nodaļas (*Estonian University of Life Sciences Department of Animal Nutrition*) laboratorijā, Nīderlandes piena centrālajā laboratorijā *QLIP*, laika posmā no 2009. līdz 2012. gadam.

Promocijas darba zinātniskā vadītāja – Dr.agr., LLU asociētā profesore **Daina Jonkus**

Oficiālie recenzenti:

Aleksandrs Jemeljanovs – Dr.habil.agr., Dr.med.vet., profesors;

Ramutis Klimas – Dr.habil.agr., Šauļu universitātes, profesors;

Rita Sarma – Dr.agr., Lauku atbalsta dienesta, Eiropas Savienības tiešo maksājumu departamenta, vecāka referente.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Lauksaimniecības zinātņu nozares Lopkopības apakšnozares promocijas padomes atklātā sēdē 2014. gada 28. augustā plkst. 11:00, LLU 123 auditorijā, Jelgavā, Lielā ielā 2.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā, LV-3001 un <http://llufb.llu.lv/>.

Atsauksmes sūtīt Lauksaimniecības zinātņu nozares Lopkopības apakšnozares promocijas padomes sekretārei Dr. agr. Līgai Paurai, Lielā ielā 2, Jelgavā, LV-3001; e-pasts: liga.paura@llu.lv

The paper is elaborated in Institute of Agrobiotechnology, Faculty of Agriculture, Latvia University of Agriculture; in LUA training and research farm “Vecauce”; SIA Firma Pasāža; z/s Ruķi and z/s Liepkalni; SIA “Piensaimnieku laboratorija” accredited laboratory; Estonian University of Life Sciences, Department of Animal Nutrition laboratory; Netherlands Milk central laboratory QLIP, during the time period from 2009 to 2012.

Scientific supervisor: Associate professor, Dr.agr. Daina Jonkus, LUA.

Official reviewers:

Aleksandrs Jemeljanovs – Dr.habil.agr., Dr.med.vet., professor;

Ramutis Klimas – Dr.habil.agr., Šiauliai university, professor;

Rita Sarma – Dr.agr., Rural Support Service, European Union direct payments department, senior officer.

Presentation of the Doctoral Thesis will be held in Latvia University of Agriculture, Agricultural Sector, Animal Breeding Sub-Sector Promotional Council public meeting on 28 of August 2014 at 11:00 o'clock, in room 123 of LUA, Jelgava, Lielā ielā 2.

PhD paper is available for the rewire at the **Fundamental Library** of the Latvia University of Agriculture, Lielā ielā 2, Jelgava, LV – 3001 and <http://llufb.llu.lv/>.

You are welcome to send your **comments** to the Associate professor Dr.agr. Līga Paura in Latvia University of Agriculture, Agricultural Sector, Promotional Sub-Sector of Animal Breeding, at Lielā ielā 2, Jelgava, LV – 3001, e-mail: liga.paura@llu.lv



Promocijas darbs sagatavots ar ESF projekta
Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017,
līgums Nr. 04.4–08/EF2.PD.94

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

SATURS

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE	4
PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI	5
PĒTĪJUMA NOVITĀTE	5
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA	6
MATERIĀLI UN METODEDES	7
REZULTĀTI UN DISKUSIJA	11
1. Govju piena produktivitātes raksturojums pētījuma laikā	11
2. Piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju ietekmējošie faktori	11
2.1. Vides faktori	13
2.2. Fizioloģiskie faktori	17
2.3. Šķirne	20
3. Govju piena sastāva un urīnvielas satura rādītāju izmantošana ganāmpulka apsaimniekošanai	22
4. Kopproteīna satura un neolbaltumvielu slāpekļa analīze pienā	24
5. Piena sastāva rādītāju izmantošana saimniekošanas novērtēšanai	28
SECINĀJUMI	32
IETEIKUMI PIENA RAŽOTĀJIEM UN PĀRSTRĀDĀTĀJIEM	33
PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU	33

CONTENT

RESEARCH TOPICALITY	35
RESEARCH AIM AND TASKS	36
RESEARCH NOVELTY	36
MATERIALS AND METHODS	37
RESULTS AND DISCUSSION	40
1. Characterization of cow milk productivity observed during research	40
2. Factors influencing milk productivity and quality traits	41
2.1. Environmental factors	42
2.2. Physiological factors	44
2.3. Breed	47
3. Analysis of dairy cow milk composition and urea content in farms researched	48
4. Analysis of crude protein and non-protein nitrogen content in milk	50
5. Use of milk composition traits to assess farming method	51
CONCLUSIONS	54
SUGGESTIONS FOR MILK PRODUCERS AND PROCESSERS	55

PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Piensaimniecības rentabilitāte ir atkarīga no veiksmīgas ganāmpulka apsaimniekošanas: to nav iespējams organizēt bez govju pārraudzības. Pārraudzības rezultāti dod iespēju sakārtot ganāmpulka atražošanu, organizēt pareizu ēdināšanu, sekmēt ganāmpulka produktivitātes kāpināšanu, līdz ar to arī ienākumus. Galvenie ienākumi piena lopkopībā ir pārstrādei pārdotā piena daudzums un tā sastāvs: tauku un olbaltumvielu saturs. Tieši šo sastāvdaļu daudzums un attiecības nodrošina piena produktu iznākumu un kvalitāti (Verdier-Metz *et al.*, 2001).

Pateicoties govju selekcijas programmām, pēdējo gadu desmitu laikā ir palielinājies izslaukums un uzlabojies piena sastāvs. Latvijā, veicot ciltsvērtības noteikšanu govīm, liela uzmanība ir pievērsta tieši olbaltumvielu saturam pienā, jo aprēķinot ražības indeksu, ekonomisko svaru koeficients olbaltumvielu saturam ir 6, izslaukumam 3 un tauku saturam 1 (LDC, 2010).

Kopproteīna saturs govju pienā ir atkarīgs gan no govju iedzimtajām īpašībām, gan no ēdināšanas un turēšanas apstākļiem.

Veicot piena sastāva analīzi laboratorijas apstākļos, nosaka kopproteīna saturu, tomēr neanalizē tā sastāvu. Pētījumi apliecina, ka kopproteīna sastāvā ietilpst kazeīns un sūkalu olbaltumvielas, ko sauc par olbaltumvielām, kā arī neolbaltumvielu slāpekļis (NPN), kura galveno daļu veido piena urīnviela. Ārzemju autoru (Hui, 1993; Ferguson, 2010) pētījumi liecina, ka NPN daļa ir apmēram 5% no kopproteīna satura pienā.

Pēdējos gados, nosakot govju ciltsvērtību, vairākās valstīs (ASV, Austrālijā, Francijā, Ungārijā) izmanto nevis kopproteīna saturu, bet gan olbaltumvielu saturu pienā. Arī piena pārstādes uzņēmumus interesē olbaltumvielu saturs, jo tas nosaka iegūtā produkta iznākumu (Raden un Powell, 2009). Ne mazāk svarīga ir piena neolbaltumvielu daļa, kuru Eiropā un Amerikas Savienotajās Valstīs (ASV) izmanto kā vides piesārņojuma kontroles rādītāju (Bijgaart, 2003).

Kopproteīna saturs govju pienā ir nozīmīgs rādītājs piena kvalitātes un dzīvnieka ciltsvērtības noteikšanai. Latvijā kopproteīna sastāvs govju pienā nav plaši pētīts, tādēļ ir svarīgi noskaidrot, kāda ir olbaltumvielu daļa kopproteīna saturā. Zinot olbaltumvielu saturu, var precīzāk izvērtēt ganāmpulkā esošo dzīvnieku ciltsvērtību un pilnveidot samaksas sistēmu par pārstrādei realizēto pienu.

PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Promocijas **darba mērķis** ir skaidrot kopproteīna un urīnvielas satura dinamiku Latvijā audzēto govju pienā, analizēt to ietekmējošos faktoros un vērtēt šo rādītāju tālākas izmantošanas iespējas efektīvā ganāmpulka apsaimniekošanā.

Darba hipotēze:

- pieaugot urīnvielas saturam pienā, palielinās kopproteīna un neolbaltumvielu slāpekļa saturs pienā.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti **pētnieciskie uzdevumi:**

- novērtēt vides, atsevišķu fizioloģisko faktoru un govju šķirnes ietekmi uz piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju izmaiņām;
- veikt kopproteīna, kazeīna un urīnvielas satura analīzi pētījuma saimniecībās slaucamām govīm ar noslēgtu laktāciju;
- noskaidrot, olbaltumvielu un neolbaltumvielu slāpekļa (NPN) daļu īpatsvaru kopproteīna saturā;
- izvērtēt urīnvielas satura izmantošanas iespējas ganāmpulka apsaimniekošanas vērtēšanai.

PĒTĪJUMA NOVITĀTE

- Latvijā pirmo reizi pētījumā tiek noteikts kopproteīna, kazeīna un urīnvielas saturs individuālo govju pienā.
- Noskaidroti vides, atsevišķi fizioloģiskie un ģenētiskie faktori, kuru ietekmē novēro kopproteīna un urīnvielas satura izmaiņas pienā.
- Veikta olbaltumvielu un neolbaltumvielu slāpekļa (NPN) daļas noteikšana kopproteīna saturā un izvērtēta NPN sakarība ar kopproteīna un urīnvielas saturu Latvijā audzēto govju pienā.
- Izvērtētas piena kopproteīna un urīnvielas satura rādītāju izmantošanas iespējas veiksmīgai ganāmpulka apsaimniekošanai.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

Par darba gaitu un rezultātiem sniegti ziņojumi 11 zinātniskajās un zinātniski pētnieciskajās konferencēs Latvijā, Zviedrijā, Itālijā un Bulgārijā:

1. **Ruska D.**, Jonkus D. (2014) Koppoteīna sastāvs pienā. LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētā zinātniski praktiskā konferencē „Līdzsvarota lauksaimniecība”. Jelgava, 20.–21. februārī, 2014.
2. **Ruska D.**, Jonkus D. (2013) Cows milk protein constitute varying in lactation days. Annual International Symposium: Agriculture&Food, 3–6 June, 2013 (stenda referāts).
3. **Ruska D.** (2013) Mūsdienų iespējas piena kvalitātes un sastāva noteikšanā un iegūto rezultātu izmantošana veiksmīgai ganāmpulka apsaimniekošanai. LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētā zinātniski praktiskā konferencē „Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija”. Jelgava, 21.–22. februārī, 2013.
4. **Ruska D.**, Jonkus D. (2012) Milk urea content as indicator feed protein utilization and environmental pollution in farms. 18th Annual International Scientific Conference “Research for Rural Development 2012”. Latvia University of Agriculture, 15–17 May, 2012.
5. **Ruska D.**, Jonkus D. Slaucamo govju piena produktivitātes pazīmju izmaiņas atkarībā no dažāda somatisko šūnu daudzuma pienā. LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētā zinātniski praktiskā konferencē „Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija”. Jelgava, 23.–24. februārī, 2012 (stenda referāts).
6. **Ruska D.**, Jonkus D. (2012) Govju piena tauku un olbaltumvielu attiecības un urīnvielas saturs izmaiņas pienā. „Ražas svētki „Vecauce – 2012”, Studijas – zinātne – prakse”. Zinātniskais seminārs. Vecauce, 1. novembrī, 2012 (stenda referāts).
7. **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relationships between milk urea and production traits in dairy herds in Latvia. 24th NJF Congress Food, Feed, Fuel and Fun. Nordic light on future land use and rural development. SLU, Uppsala, Sweden, 14–16 June, 2011.
8. **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relation between milk protein and urea content in different farms. Annual 17th International Scientific Conference: Research for Rural Development, Latvia, Jelgava, 18–20 May, 2011.
9. **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relationships between milk production traits with varying somatic cell in Latvian cow's milk. IDF World Dairy Summit. Parma. Italy. 15–19 October, 2011 (stenda referāts).
10. **Ruska D.**, Jonkus D. Piena sastāvu ietekmējošo faktoru analīze. Pasaules latviešu zinātnieku 3. kongress. Lauksaimniecības un meža zinātnes: iespējas un izaicinājumi sabiedrības attīstībai. Jelgava. 25. oktobrī, 2011 (stenda referāts).
11. **Ruska D.**, Jonkus D. (2010) Content of total protein and casein in milk of dairy cow's in Latvia. XV Baltic Animal Breeding and Genetic Conference. May 31st–June 1st, Riga, Latvia (stenda referāts).

MATERIĀLI UN METODES

Pētījums veikts no 2009. gada septembra līdz 2011. gada oktobrim.

- Pētījums īstenots ražošanas apstākļos četrās dažādās saimniecībās Latvijā. Visās saimniecībās veic piena pārraudzību. Pētījuma saimniecības atrodas dažādās Latvijas vietās un pārstāv dažādas turēšanas un ēdināšanas tehnoloģijas.
- Akreditētā laboratorijā SIA „Piensaimnieku laboratorija” veikta piena paraugu testēšana.
- Piena neolbaltumvielu slāpekļa saturs noteikts Nīderlandes piena centrālajā laboratorijā *QLIP* ar laboratorijā validētu metodi.
- Pētījuma laikā izēdinātās lopbarības paraugi analizēti Igaunijas Dabaszinātņu universitātes Dzīvnieku ēdināšanas nodaļas (*Estonian University of Life Sciences Department of Animal Nutrition*) laboratorijā.
- Dati par slaucamo govju izslaukumu, šķirni, laktāciju un laktācijas dienu iegūti no ikmēneša ganāmpulka pārraudzības kontroles datiem no „Lauksaimniecības datu centra” datubāzes.

Pētījuma laikā analizēti un apkopoti rezultāti par piena paraugu sastāvu no saimniecībām, kurās izmantota dažāda govju turēšanas un slaukšanas tehnoloģija.

Divās lielajās saimniecībās (B un D, attiecīgi 503 un 164 govīs) ir brīvā govju turēšana. Saimniecība B atrodas valsts Dienvidos, savukārt saimniecība D – Ziemeļvidzemē. Saimniecībās veic piena pārraudzību un izmanto A metodi (pārraudzības darbu veic neatkarīga sertificēta persona) saskaņā ar Starptautiskās dzīvnieku pārraudzības organizācijas (*International Comitee of Animal Recording, ICAR*) vadlīnijām un Latvijas Republikas likumdošanu par slaucamo govju piena pārraudzības veikšanu (ICAR, 2011).

Mazajās saimniecībās (A un C, attiecīgi 28 un 20 govīs) govīs tur piesieti, tās netiek grupētas, vasaras sezonā govīs gana. Saimniecības A un C atrodas Latvijas teritorijas centrālajā daļā netālu no Rīgas, kas ierobežo lauksaimniecisko zemju pieejamību kvalitatīvu ganību un zālāju ierīkošanai, jo lielākā daļa zemju ir paredzēta apbūvei. Piena pārraudzības darbu veikšanai izmanto B metodi – pēc apliecības iegūšanas persona ir tiesīga veikt šo darbu tikai savā ganāmpulkā. Arī šādu pārraudzības metodi paredz ICAR vadlīnijas.

Visās saimniecībās slaukšana notiek divreiz dienā. Saimniecībās A un C slaukšana notiek, izmantojot kūti izbūvētu piena vadu. Saimniecībā B slaukšana notiek pa grupām, govīs slauc slaukšanas zālē ar paralēlo izvietojumu. Saimniecībā D visas grupas slauc slaukšanās zālē, govju izvietojums skujīņas veidā.

Katru mēnesi, laika periodā no 2009. gada septembra līdz 2011. gada oktobrim, slaucamo govju pārraudzības kontroles dienā ņemti piena paraugi. Piena paraugi veidoti no visām slaukšanas reizēm 24 stundu laikā.

Pētījuma saimniecībās audzē gan Latvijas brūnās (LB), gan Holšteinas melnraibās (HM) šķirnes govīs, kā arī šo šķirņu krustojumus (XP). Pētījuma 26 mēnešos kopā četrās pētījuma saimniecībās analizēti 14 873 piena paraugi. Saimniecībās analizētais piena paraugu skaits dažādu šķirņu govīm apkopots 1. tabulā.

**Analizēto piena paraugu sadalījums pa saimniecībām un govju šķirnēm/
Analysed milk samples by farm and cow breed**

Rādītāji/Traits	Saimniecības/Farms											
	A (n=400)			B (n=10280)			C (n=432)			D (n=3761)		
Šķirnes/Breeds	LB	HM	XP	LB	HM	XP	LB	HM	XP	LB	HM	XP
Paraugu skaits/ Number of samples	186	199	15	8663	1116	501	393	–	39	389	2035	1337
Paraugu sadalījums/ Breakdown of samples, %	47	49	4	84	11	5	91	–	9	10	54	36
Laktācija, vidēji/ Lactation number average	2.30			2.04			3.16			2.20		
Laktācijas diena, vidēji/Day in lactation, average	185			182			178			185		

Lai izvērtētu neolbaltumvielu slāpekļa (NPN) saturu Latvijā ražotam pienam, tika izveidota atsevišķa pētījuma grupa. Paraugi, kuriem noteica NPN saturu, tika atlasīti vienreiz, 2012. gada septembrī, no visām saimniecībām. No saimniecībām A un C paņēma pa 5 paraugiem, no B un D pa 10 paraugiem no katras. Paraugus noņēma no dzīvniekiem, kas pārstāv dažādas šķirnes (LB, n=14; HM, n=10; XP, n=6) un laktācijas: 1. (n=6); 2. (n=7); 3. (n=7); 4. (n=10), bet visas govīs bija vienā laktācijas periodā – no 100. līdz 200. laktācijas dienai.

Piena paraugi saimniecībās A un C noņemti ar piena mērītāja palīdzību katrā slaukšanas reizē. Pēc slaukšanas nolasīja piena daudzumu, pienu samaisīja un proporcionāli izslaukumam noņēma paraugu. Piens tika pārliets ~50 mL tilpuma paraugu pudelītē, apmēram 20 mL katrā slaukšanas reizē. Saimniecībās B un D piena paraugus noņēma no mēriekārtas trauka, kurā piens nonāk proporcionāli slaukšanas laikā. Piena daudzumu automātiski mērīja elektronisks piena mērītājs, kas ir iebūvēts slaukšanas sistēmā. Paraugi konservēti ar *Broad Spectrum Microtab II* konservantu, kura pamatdarbības viela ir bronopols.

Piena sastāvs analizēts akreditētā piena kvalitātes kontroles laboratorijā. Ar infrasarkanās spektroskopijas metodi noteica piena kopproteīna, tauku un laktozes saturu saskaņā ar ISO 9622:1999 *Whole milk. Determination of milkfat, protein and lactose content. Guidance of mid-infrared instruments*. Kazeīna un urīnvielas saturs noteikts saskaņā ar laboratorijā validētām metodēm MET-006 un MET-003. Somatisko šūnu skaits noteikts ar fluorescento optoelektronisko metodi jeb plūsmas citometrijas metodi saskaņā ar LVS EN ISO 13366-2:2007 *Piens. Somatisko šūnu skaita noteikšana. 2. daļa: norādījumi par fluorescentoptoelektronisko skaitītāju ekspluatāciju* standarta prasībām.

Piena paraugi neolbaltumvielu slāpekļa noteikšanai pēc noņemšanas konservēti ar 10 mg $K_2Cr_2O_7$ 100 mL⁻¹ pienā un nosūtīti uz Nīderlandes piena centrālo laboratoriju *QLIP*, kur paraugi analizēti ar laboratorijā validētu metodi, saskaņā ar ISO 8968-4 *Milk nitrogen content, non protein nitrogen content*.

Pētījumā izvērtēti slaucamo govju piena produktivitātes rādītāji: izslaukums kontroles dienā no govīm (izslaukums, kg); tauku (%), kopproteīna (%), kazeīna (%), urīnvielas (mg dL⁻¹) un laktozes (%) saturs. Pētījumā par kvalitātes rādītāju raksturojošu lielumu izmantots somatisko šūnu skaits (SŠS).

Pētījuma laikā iegūto datu analīzei izmantota aprakstošā statistika – vidējais aritmētiskais ± vidējā aritmētiskā standartklūda. Pētīto pazīmju mainība raksturota ar minimālajām un maksimālajām vērtībām un aprēķināta standartnovirzes attiecība pret aritmētisko vidējo vērtību, izteiktu procentos, jeb variācijas koeficients V (%).

Fenotipiskā korelācija (r_p) starp urīnvielas saturu un pārējiem piena sastāva rādītājiem noteikta, izmantojot Pīrsona korelācijas koeficientu.

Lai noskaidrotu vides, atsevišķu fizioloģisko faktoru un govīm šķirnes ietekmi uz piena sastāva izmaiņām, izmantots daudzfaktoru lineārais modelis, kurā iekļauti fiksētie faktori:

$$Y_{ijklmnsr} = \mu + S_i + Se_j + \check{S}_k + L_l + LP_m + Vn + U_s + R_r + e_{ijklmnsr} \quad (1)$$

S – saimniecības (i=4)

Se – gada sezona (j=4)

Š – šķirne (k=3)

L – laktācija (l= 1–4)

LP – laktācijas periodi (m = 1–6)

Vn – veselības stāvoklis (n=6)

U – urīnvielas satura klase (s=4)

R – izslaukums kontroles dienā no govīm (r=6)

Daudzfaktoru dispersijas analīzes lineārajā modelī iekļauto faktoru ticamība noteikta pie būtiskuma līmeņa $\alpha = 0.05; 0.01; 0.001$. Faktoru ietekme novērtēta kā būtiska, ja $p < \alpha$. Determinācijas koeficienta (R^2) vērtība norāda, par cik procentiem izvēlētais modelis izskaidro pētītās pazīmes izkliedi.

Modelī pētīto faktoru gradācijas klašu vidējo vērtību raksturošanai izmantotas mazāko kvadrātu summas (*LMS*) un to standartklūdas. Būtiskās atšķirības starp faktora gradācijas klasēm atzīmētas ar dažādiem alfabēta burtiem augšrakstā: a, b, c utt. pie $p < 0.05$.

Tālākajos aprēķinos somatisko šūnu skaits (SŠS), ko laboratorijā noteica tūkstošos 1 mL piena, transformēts standartizētās vienībās – SCS (*Somatic Cell Score*), izmantojot formulu (Schutz, 1990a):

$$SCS = \log_2 (\text{Somatisko šūnu skaits}/100.000) + 3 \quad (2)$$

Ēdināšanas efektivitātes izvērtēšanai veikts piena tauku satura un kopproteīna, kā arī piena tauku un laktozes satura attiecību aprēķins. Iespējamo saslimšanu

novērtēšanai un ēdināšanas plāna optimizēšanai iesaka izmantot optimālas tauku un kopproteīna satura attiecības pienā robežās no 1.1 līdz 1.5 (Krause and Oetzel, 2006; Toni *et al.*, 2011). Savukārt tauku un laktozes satura attiecības optimālā robeža ir līdz 0.81 (Steen *et al.*, 1996; Reist *et al.*, 2003). Iegūtie koeficienti izmantoti tālākam izvērtējumam.

Lai izvērtētu un salīdzinātu pētījuma rezultātus ar citiem veiktiem pētījumiem un noteiktu iespējamo slāpekļa daudzumu, ko saimniecības izmanto nelietderīgi, govīs ēdinot nesabalansēti, piena urīnvielas saturs, ko laboratorijā noteica mg dL^{-1} , transformēts % (FOSS Analytical, 2005) un pēc tam aprēķināts urīnvielas iznākums (g) kontroles dienā, saskaņā ar Starptautiskās dzīvnieku pārraudzības komitejas vadlīnijām (ICAR, 2011).

Urīnvielas molmasa ir 60 g mol^{-1} , bet urīnvielā ir divas slāpekļa molekulas – 28 g mol^{-1} . Līdz ar to, aprēķinot proporciju no urīnvielas satura, var iegūt slāpekļa saturu urīnvielā. Izmantojot proporciju (28/60), varam pārrēķināt urīnvielas saturu pienā urīnvielas slāpekļa saturā. Lai salīdzinātu rezultātus ar ASV veiktiem pētījumiem un pieņemtajiem standartiem par urīnvielas saturu pienā, urīnvielas saturs pienā tika pārrēķināts arī uz urīnvielas slāpekļa saturu (MUN), tālākiem aprēķiniem izmantojot formulu (Speikers and Obermaier, 2012):

$$MUN = \text{urīnvielas saturs} \times 0.46 \quad (3)$$

Pārrēķināts arī piena kopproteīna, kazeīna un urīnvielas slāpekļa saturs, ko laboratorijā noteica procentos uz kopproteīna, kazeīna un urīnvielas slāpekļa daudzumu (kg un g) pēc ICAR vadlīnijām (ICAR, 2011).

$$\text{Daudzums, kg} = (\text{izslaukums, kg} \times \% \text{ saturs})/100 \quad (4)$$

Ieviešot Integrētās saimniekošanas principus, to rezultātu kontrolei ir iespējams izmantot vairākus rādītājus. Pētījumā saimniecību novērtēšanai izmantots urīnvielas slāpekļa daudzums, kas tiek iznests no saimniecības kopā ar pienu laktācijas laikā. Pārrēķins veikts uz standarta laktāciju 305 dienas pēc sekojošas formulas:

$$\begin{aligned} \text{Urīnvielas slāpekļa daudzums, kg laktācijā no govīs} &= \\ &= (\text{MUN daudzums, kg} \times 305)/1000 \end{aligned} \quad (5)$$

Lai izvērtētu iespējamo amonjaka piesārņojumu pētījuma saimniecībās, veikti aprēķini, izmantojot Kalifornijas Universitātē izstrādāto modeli (Burgos *et al.*, 2010):

$$\text{Amonjaka emisija, g dienā no govīs} = 25.0 + 5.03 \times \text{MUN saturs } \text{mg dL}^{-1} \quad (6)$$

Datu statistiskā apstrāde veikta ar *MS for SPSS* (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) un *MS Office* programmas *Excel* palīdzību. Attēli veidoti ar *MS Office* programmas *Excel* palīdzību.

REZULTĀTI UN DISKUSIJA

1. Govju piena produktivitātes raksturojums pētījuma laikā

Veicot pētījumu saimnieciskās darbības apstākļos, noskaidrots slaucamo govju vidējais izslaukums pārraudzības dienā un piena sastāvs.

Vērtējot iegūtos rezultātus pa gadiem, nav vērojama kopīga tendence visiem rādītājiem, kas ļautu apgalvot, ka gads kā faktors atstāj tiešu ietekmi uz visiem piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem. Vidējais izslaukums kontroles dienā pa gadiem neatšķīrās un bija 24.2 kg, kaut gan atsevišķām govīm bija vērojamas lielas izslauktā piena daudzuma svārstības, minimālais izslaukums 3.1 kg un maksimālais 61.1 kg dienā 2010. gadā un minimālais izslaukums 3.3 kg un maksimālais 59.2 kg 2011. gadā, bet variācijas koeficients bija lielāks (35.5%) otrajā pētījuma gadā. Zemais izslaukums novērots pēdējā laktācijas dienā pirms cietlaišanas, un pētījuma laikā tie bija atsevišķi gadījumi.

Pētījuma laikā kopproteīna saturs pienā bija augstāks (attiecīgi 3.55% un 3.61%) nekā republikā vidēji, 2010. – 3.31% un 2011. – 3.31% pārraudzības gadā. Vidējais kazeīna saturs bija attiecīgi 2.73% un 2.76% un no kopproteīna satura sastādīja 76.9% un 76.5%. Tas atbilst zinātnieku pētījumiem, kuros novērotas kazeīna daudzuma svārstības no 76–80% (Hui, 1993).

Vidējais tauku saturs bija augstāks (attiecīgi 4.38% un 4.29%) nekā vidējie republikas sasniegtie rādītāji (4.29% un 4.26 %). Piena ķīmiskā sastāva vidējie rādītāji – kopproteīna, tauku un laktozes saturs – pētījuma laikā atbilda citu zinātnieku pētījumos iegūtajiem rezultātiem, kuri publicēti literatūrā, attiecīgi no 3.4% līdz 6.1%, no 2.8% līdz 3.7% un no 4.5% līdz 5.0% (Huth, 1995; Foissy, 2005).

Vidējais urīnvielas saturs pienā pētījuma laikā bija optimālās robežās, 26.0 mg dL⁻¹ un 27.4 mg dL⁻¹, lai gan atsevišķām govīm novērots gan ļoti zems (3.2 mg dL⁻¹), gan augsts (79.9 mg dL⁻¹) urīnvielas saturs pienā. Eiropā par optimālu urīnvielas saturu pienā uzskata 15 mg dL⁻¹ līdz 30 mg dL⁻¹ (Bijngaart, 2003; Твердохлеб и Раманаускас, 2006; Oudah, 2009). Arī tauku un kopproteīna saturs pētījumā atbilst iepriekš ziņotiem rādītājiem, kas ir attiecīgi robežās no 3.4–6.1% un 2.8–3.7% (Huth, 1995).

Vidējais SŠS abos pētījuma gados atbilda kvalitatīva piena prasībām (150 tūkst. mL⁻¹ un 139 tūkst. mL⁻¹) un bija zemāks nekā republikas pārraudzības ganāmpulkos iegūtie rezultāti (attiecīgi 293 tūkst. mL⁻¹ un 291 tūkst. mL⁻¹).

2. Piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju ietekmējošie faktori

Govju piena produktivitāti (izslaukums, piena sastāvs) un kvalitāti (SŠS) var ietekmēt dažādi vides, fizioloģiskie un ģenētiskie faktori. Pie ģenētiskajiem faktoriem pieskaita govju šķirni. Vides faktori var būt dažādi: pētījuma gads, govju atnešanās sezona, reģions, saimniecība un citi. Viens no galvenajiem faktoriem ir saimniecība, jo saimniecības var atrasties dažādos reģionos, kuros klimatiskie un govju ēdināšanas un turēšanas apstākļi var būt atšķirīgi. No fizioloģiskajiem faktoriem parasti tiek pētīts

govs vecums, ko izsaka laktācijās, un laktācijas perioda ietekme uz piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju izmaiņām.

Pētījuma laikā produktivitātes pazīmju izmaiņas analizētas atkarībā no saimniecības, paraugu ņemšanas sezonas, vecuma laktācijās, laktācijas dienas, govju šķirnes, izslaukuma daudzuma, somatisko šūnu skaita un urīnvielas satura pienā. Pētīto faktoru ietekme uz piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem apkopota 2. tabulā.

2. tabula/Table 2

**Faktoru ietekme uz piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem/
Influence left by factors researched on milk productivity and quality traits**

Faktori/Factors	Pazīmes/Traits						
	Izslaukums dienā/ Yield in day, kg	Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	Kazeīna saturs/ Casein content, %	Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	Tauku saturs/ Fat content, %	Laktozes saturs/ Lactose content, %	SCS
	<i>p</i> – vērtība/value						
Saimniecība/Farms	***	***	***	***	***	***	***
Sezona/ Season	**	***	***	***	***	***	*
Laktācija/Lactation	***	***	***	0.169	***	***	***
Laktācijas periods/ Lactation phase	***	***	***	***	***	***	***
Šķirne/Breed	*	***	***	0.157	***	0.181	***
Izslaukums /Yield	-	***	***	***	***	***	***
Somatisko šūnu skaits/ Somatic cell count	***	***	***	**	***	***	-
Urīnvielas saturs/ Urea content	*	***	***	-	***	***	**
<i>R</i> ²	0.940	0.440	0.422	0.821	0.228	0.280	0.796

p*<0.05, *p*<0.01, ****p*<0.001, *p*>0.05 nav ietekmes/no influence, – faktors nav analizēts/ factor was not analysed

Pētījuma laikā visi pētītie produktivitātes rādītāji statistiski nozīmīgi atšķīrās starp saimniecībām (*p*<0.05; *p*<0.01; *p*<0.001). Iegūtie rezultāti atbilst R. Eičera un citu zinātnieku (Eicher *et al.*, 1999a) novērojumiem, ka urīnvielas un kopproteīna satura izmaiņas ir atkarīgas no ēdināšanas tehnoloģijas un turēšanas apstākļiem. Pētījumā „Kopproteīna un urīnvielas satura dinamika slaucamo govju pienā” tas atbilst saimniecības faktoram, jo četrās saimniecībās nebija identiski ēdināšanas un turēšanas apstākļi.

Vērtējot sezonas ietekmi uz piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem redzams, ka tā atstāj būtisku ietekmi uz produktivitātes rādītājiem ($p<0.05$; $p<0.001$).

Laktācija neatstāja būtisku ietekmi uz urīnvielas saturu, bet citi produktivitātes un kvalitātes rādītāji būtiski mainījās atkarībā no laktācijas.

Laktācijas diena būtiski ietekmēja visus piena produktivitātes un kvalitātes rādītājus, iepriekš veiktie pētījumi to apstiprina (Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1985; Wilkink, 1987; Huth, 1995; Jonkus *et al.*, 2004).

Govs šķirnei nebija būtiska ietekme uz laktozes un urīnvielas saturu pienā, bet tā būtiski ietekmēja pārējos produktivitātes rādītājus. Arī citi pētnieki secina, ka urīnvielas saturs pienā neietekmē govju šķirni (Stoop *et al.*, 2006; Oudah, 2009; Jonkus un Paura, 2011).

Būtiski atšķirīgs piena sastāvs un tā kvalitāte bija govīm ar dažādu izslaukuma daudzumu, somatisko šūnu skaitu un urīnvielas saturu pienā kontroles dienā ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$).

Tālāk pētījumā noskaidrots, kā piena produktivitātes un kvalitātes pazīmes izmainās katra atsevišķā faktora ietekmē. Analizēts izslaukums, bet no piena sastāva rādītājiem galvenā uzmanība pievērsta kopproteīnam, kazeīnam un urīnvielas saturam pienā. Tauku un laktozes saturs un SCS izmantots tikai kā papildus rādītājs saimniekošanas efektivitātes raksturošanai.

2.1. Vides faktori

Atšķirīgi saimniekošanas modeļi var būtiski ietekmēt piena produktivitātes un kvalitātes rādītājus. Vidējie piena produktivitātes rādītāji pētījuma saimniecībās kontroles dienā no govju paradīti 3. tabulā.

3. tabula/Table 3

Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji pētījuma saimniecībās/ Average cow milk productivity and quality traits in farms studied

Rādītāji/Traits	Saimniecības/Farms			
	A (n=400)	B (n=10280)	C (n=432)	D (n=3761)
Izslaukums/Yield, kg	25.2±0.11 ^a	24.9±0.05 ^b	24.2±0.11 ^c	25.4±0.05 ^a
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.31±0.018 ^a	3.57±0.008 ^b	3.38±0.018 ^c	3.53±0.008 ^d
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.54±0.014 ^a	2.72±0.006 ^b	2.57±0.014 ^a	2.69±0.006 ^c
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	28.7±0.21 ^a	29.8±0.10 ^b	34.1±0.22 ^c	30.6±0.10 ^d
Tauku saturs/ Fat content, %	4.25±0.045 ^a	4.40±0.021 ^b	4.09±0.045 ^c	4.22±0.021 ^a
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.65±0.009 ^a	4.71±0.005 ^b	4.71±0.010 ^b	4.71±0.005 ^b
SCS	4.11±0.041 ^a	4.06±0.019 ^a	3.81±0.041 ^b	4.23±0.019 ^c

^{a,b,c,d} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķiras starp saimniecībām/ productivity indicators with unequal letter differed significantly among the farm ($p<0.05$)

Pētījuma saimniecībās bija vērojama būtiska izslaukuma atšķirība, saimniecībā C bija zemākais izslaukums (24.2 kg), bet saimniecībā D augstākais (25.4 kg). No dažādu saimniecību govīm iegūtajā pienā būtiski atšķirās arī kopproteīna, kazeīna un urīnvielas saturs. Saimniecībā B bija augstākais kopproteīna saturs (3.57%), to var skaidrot ar to, ka saimniecībā galvenokārt audzē LB šķirnes govīs, kuru piena sastāvam raksturīgs augstāks kopproteīna un tauku saturs piena sausrā. Turklāt saimniecībā B govīs bija nodrošinātas ar sabalansētu ēdināšanu. Literatūrā minēts, ka netiek novērotas kopproteīna, tauku un laktozes satura būtiskas izmaiņas pienā atkarībā no dažādiem barības veidiem, ja tiek ievērota sabalansēta ēdināšana (Bruckental *et al.*, 2000). Kaut gan šīs atšķirības var izskaidrot ar dažādu barības proteīnu avotu izmantošanu saimniecībās. To apstiprina arī citu zinātnieku pētījumi, kas novēroja izslaukuma un piena kopproteīna satura izmaiņas atkarībā no izmantotā barības proteīna veida (Chiou *et al.*, 1997). Kazeīna satura atšķirības saimniecībās iegūtajā pienā bija būtiskas. Augstākais kazeīna saturs pienā novērots saimniecībā B (2.72%), bet zemākais saimniecībā A (2.54%). Līdzīgi kā kopproteīna satura izmaiņas saimniecībās iegūtajā pienā var skaidrot arī kazeīna satura izmaiņas, jo kazeīns ir lielākā kopproteīna sastāvdaļa pienā. Tas nozīmē, ka kazeīna satura izmaiņas var būt saistītas gan ar dažādu ēdināšanu saimniecībās, gan ar atšķirīgu šķirņu (LB vai HM) govju īpatsvaru ganāmpulkā. Kaut gan saimniecībā C ir vislielākais LB šķirnes īpatsvars (91%), tas nenodrošināja augstāko kazeīna un kopproteīna saturu pienā. Līdz ar to var secināt, ka šķirnes potenciāls dod atdevi tikai pie pilnvērtīgas un sabalansētās barības devas (Eicher *et al.*, 1999a; Janu *et al.*, 2007).

Urīnvielas saturs pienā saimniecībās bija dažāds (28.7 mg dL⁻¹ līdz 34.0 mg dL⁻¹) un atšķirās būtiski. Saimniecībā C ēdināšana tiek organizēta vienā grupā, vasaras sezonā govīs gana. Urīnvielas saturs pienā saimniecībā C bija būtiski augstāks (34.0 mg dL⁻¹) nekā citās saimniecībās. Tas norāda uz iespējamām problēmām barības devas sabalansēšanā un saimniekošanā. Arī Čehijas un Lietuvas zinātnieki (Jilek *et al.*, 2006; Savickis *et al.*, 2010) norāda, ka urīnvielas saturs pienā atkarīgs no saimniecības faktora.

Saimniecībā B novērots būtiski augstāks tauku saturs (4.40%) un būtiski zemāks (4.65%) laktozes saturs pienā. Tauku saturs pienā būtiski zemākais (4.09%) bija saimniecībā C. Laktozes saturs bija līdzīgs saimniecībās B, C un D (4.71%) un bija būtiski lielāks nekā saimniecībā A.

Somatisko šūnu skaita logaritms iegūtajā pienā bija robežās no 3.81 saimniecībā C līdz 4.23 saimniecībā D. Šāds SCS rādītājs atbilst kvalitatīva piena prasībām. SCS vērtība 4 rāda, ka SŠS ir no 142 tūkst. mL⁻¹ līdz 283 tūkst. mL⁻¹ (Raubertas and Shook, 1982). Iepriekš veiktie pētījumi ASV, kuros salīdzināja izslaukumu un SŠS izmaiņas atkarībā no ganāmpulka lieluma, gan neapstiprina darbā analizētā pētījuma rezultātus. Zinātnieki norāda, ka lielākā ganāmpulkā ir augstāki izslaukumi un zemāks SŠS pienā, kaut gan tas var būt atkarīgs arī no tehnoloģiskiem risinājumiem ganāmpulkā neatkarīgi no tā izmēriem (Oleggini *et al.*, 2001).

Lai izvērtētu piena produktivitātes rādītāju izmaiņas atkarībā no sezonas, analizēti ziemā, pavasarī, vasarā un rudenī iegūtie rezultāti. Izvērtējot pētījuma rezultātus, redzams, ka atkarībā no piena paraugu ņemšanas sezonas būtiski izmainās gandrīz visi piena produktivitātes rādītāji (4. tab.).

Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji atkarībā no sezonas/ Average milk productivity and quality traits depending on season

Rādītāji/Traits	Sezona/Season			
	Z (n=3367)	P (n=3522)	V (n=3514)	R (n=4470)
Izslaukums/Yield, kg	24.9±0.06 ^a	24.9±0.06 ^a	25.0±0.06 ^b	24.8±0.06 ^a
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.48±0.010 ^a	3.42±0.010 ^b	3.36±0.009 ^c	3.55±0.009 ^d
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.65±0.007 ^a	2.61±0.007 ^b	2.57±0.007 ^c	2.70±0.007 ^d
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	29.9±0.12 ^a	31.1±0.12 ^b	31.1±0.11 ^b	31.2±0.11 ^b
Tauku saturs/ Fat content, %	4.37±0.024 ^a	4.28±0.024 ^b	4.01±0.024 ^c	4.31±0.023 ^b
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.69±0.005 ^a	4.72±0.005 ^b	4.71±0.005 ^b	4.67±0.005 ^c
SCS	4.06±0.022 ^a	4.08±0.022 ^a	4.02±0.022 ^b	4.06±0.020 ^a

^{a,b,c,d} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķiras starp sezonām/ productivity indicators with unequal letter differed significantly among the seasons ($p < 0.05$)

Vasaras mēnešos bija būtiski augstākais izslaukums (25.0 kg), turpretim būtiski zemākais kopproteīna un kazeīna saturs (attiecīgi 3.36% un 2.57%). Augstākais kopproteīna (3.55%) un kazeīna (2.70%) saturs novērots rudens mēnešos. Pētījumā novērots, ka starp kopproteīna un kazeīna saturu pienā ir cieša pozitīva korelācija ($r = 0.993$) Arī citu zinātnieku pētījumos novērota līdzīga tendence, tas ir, ka kopproteīna un kazeīna satura sakarība ir cieša ($r = 0.96$; Hayes *et al.*, 1984).

Urīnvielas saturs pienā būtiski neatšķiras pavasara, vasaras un rudens mēnešos, bet tas bija būtiski zemāks ziemas periodā. Iepriekš veiktos pētījumos zinātnieki arī novēroja būtisku urīnvielas satura paaugstinājumu vasaras mēnešos un zemāko tā saturu ziemas periodā iegūtajā pienā (Bastin *et al.*, 2009).

Tauku saturs pienā būtiski augstāks bija ziemas mēnešos (4.37%) un būtiski zemāks (4.01%) vērojams vasaras mēnešos. Turpretim laktozes saturs būtiski augstāks bija pavasara un vasaras mēnešos saražotajā pienā (4.72%).

SCS logaritms būtiski atšķiras pavasara un vasaras mēnešos, to var skaidrot ar ganību sezonas sākumu pavasara mēnešos un pieaugošu tesmeņa inficēšanos ar vides ierosinātajiem un arī ar krasu temperatūras maiņu (Harmon, 1994).

Arī citu zinātnieku veiktie pētījumi ar mērķi noskaidrot sezonas ietekmi uz visiem piena produktivitātes rādītājiem pierādīja to būtiskas izmaiņas atkarībā no gadalaika (Verdi *et al.*, 1987; Van Den Berg, 1996; Arunvipas *et al.*, 2003a; Heck *et al.*, 2009; Konjačić *et al.*, 2010; Savickis *et al.*, 2010).

Urīnvielas saturs pienā raksturo, cik pareizi dažādas produktivitātes govīm tiek sabalansēts proteīna un enerģijas daudzums barības devā. Lai novērtētu, cik nozīmīga ietekme uz piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem bija sabalansētām proteīna

un enerģijas daudzumam barības devā, analizētas piena produktivitātes izmaiņas atkarībā no urīnvielas satura pienā (5. tab.).

5. tabula/Table 5

Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji atkarībā no urīnvielas satura pienā / Average milk productivity and quality traits depending on urea content

Rādītāji/Traits	Urīnvielas saturs/Urea content, mg dL ⁻¹			
	3.0–15.0 (n=1382)	15.1–30.0 (n=8574)	30.1–45.0 (n=4447)	45.1< (n=470)
Vidējais piena urīnvielas saturs gradācijas klasē/Average milk urea content in class, mg dL ⁻¹	13.4±0.14	23.8±0.10	35.6±0.11	50.5±0.20
Izslaukums/Yield, kg	24.8±0.07 ^a	24.8±0.05 ^a	24.9±0.06 ^{a,b}	25.1±0.11 ^b
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.41±0.012 ^a	3.46±0.008 ^b	3.47±0.009 ^c	3.46±0.017 ^{c,b}
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.62±0.009 ^a	2.64±0.006 ^b	2.65±0.007 ^b	2.62±0.013 ^a
Tauku saturs/ Fat content, %	4.05±0.029 ^a	4.23±0.021 ^b	4.36±0.023 ^c	4.33±0.042 ^c
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.70±0.006	4.71±0.004	4.70±0.005	4.67±0.009 ^a
SCS	4.09±0.027 ^a	4.09±0.019 ^a	4.04±0.021 ^b	3.99±0.039 ^b

^{a,b,c} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķirās pie dažāda urīnvielas satura/ traits with unequal letter differed significantly between the urea level (p<0.05)

Izvērtējot iegūtos rezultātus novērots, ka visi pētītie produktivitātes un kvalitātes rādītāji būtiski atšķirās atkarībā no urīnvielas satura pienā. Izslaukums bija būtiski lielāks (25.1 kg) pie urīnvielas satura virs 45.0 mg dL⁻¹. Pētījumā 33% dzīvnieku bija paaugstināts urīnvielas saturs pienā. Tas liecina par problēmām nodrošināt augstāzīgas slaucamās govīs ar barības devu, kurā enerģija un proteīns ir pareizās attiecībās (Spohr and Wiesner, 1991; Spann, 1993).

Kopproteīna saturs pienā bija būtiski zemāks (3.41%) govīm, kuru urīnvielas saturs pienā nepārsniedza 15.0 mg dL⁻¹. Būtiski augstākais kopproteīna saturs novērots govīm, kurām pētījuma laikā urīnvielas saturs pienā bija no 15.1 līdz 30.0 mg dL⁻¹. Pie paaugstināta urīnvielas satura virs 45.1 mg dL⁻¹ vērojama tendence kopproteīna saturam samazināties.

Kazeīna saturs pienā izmainījās līdzīgi kā kopproteīna saturs, tas ir, būtiski palielinājās, pieaugot urīnvielas saturam pienā, bet bija būtiski mazāks pie urīnvielas satura virs 45.1 mg dL⁻¹. Šī tendence parāda, ka, palielinot barības devās proteīna saturu, ar mērķi iegūt augstāku kopproteīna saturu, nenodrošinot pilnīgu barības proteīnu izmantošanu, tiek samazināts kopproteīna saturs pienā. Francijā veiktie pētījumi par paaugstināta urīnvielas satura ietekmi uz siera iznākumu un garšas

rādītājiem parādīja, ka kazeīna saturs neizmainās, bet palielinās piena sarecēšanas laiks un izmainās siera garšas rādītāji (Martin *et al.*, 1997).

Zemākais tauku saturs pienā (4.05%) bija pie urīnvielas satura līdz 15.0 mg dL⁻¹ un būtiski palielinājās, palielinoties urīnvielas saturam pienā. Laktozes saturs pienā būtiski neatšķīrās pie urīnvielas satura līdz 45.0 mg dL⁻¹, bet būtiski samazinājās, paaugstinoties urīnvielas saturam virs 45.0 mg dL⁻¹ (4.67%).

SCS logaritms pakāpeniski samazinājās, pieaugot urīnvielas saturam pienā. To var skaidrot ar paraugu īpatsvaru urīnvielas satura klasē virs 45.0 mg dL⁻¹, kuru lielākā daļa bija no saimniecības C, ar zemāko SCS logaritmu 3.81 pētījuma laikā. Arī Kanādas zinātnieku veikts pētījums liecina par vāju negatīvu urīnvielas slāpekļa ietekmi uz SCS ($r = -0.190$) (Miglior *et al.*, 2007).

Darbā aplūkota ne tikai vides faktoru ietekme uz piena produktivitātes un kvalitātes rādītājiem, bet arī apskatīts, kādas izmaiņas uz rādītājiem atstāj atsevišķi fizioloģiskie faktori.

2.2. Fizioloģiskie faktori

Lai izvērtētu fizioloģisko faktoru ietekmi uz piena produktivitātes rādītājiem, atsevišķi apkopotī pētījuma rezultāti atkarībā no govju laktācijas un laktācijas dienas.

Pētījuma laikā būtiski zemākais izslaukums bija pirmās laktācijas govīm (24.7 kg), bet būtiski augstākais trešās laktācijas govīm.

Būtiski augstākais kopproteīna saturs pienā (3.49%) bija otrās laktācijas govīm, bet zemākais (3.37%) – pirmās laktācijas govīm. Trešo, ceturto un vecāku laktāciju govīm kopproteīna saturs būtiski neatšķīrās (3.47%). Otrās laktācijas govju pienā bija arī būtiski augstāks kazeīna saturs (2.66%). To var skaidrot ar pētījumā iekļauto govju vecumu, jo pētījuma laikā 69% no visiem analizētajiem piena paraugiem iegūti no 1. un 2. laktācijas govīm, no kurām 44% bija 2. laktācijas.

Pētījumos noskaidrots, ka pirmajā un otrajā laktācijā govju augšana un piena dziedzeru veidošanās vēl turpinās, tādēļ to izslaukums var būt 75–85% no pieaugušu govju izslaukuma. Pēc vairāku autoru domām govīs par pieaugušām varētu sākt uzskatīt jau ar trešo laktāciju (Huth, 1995; Gaillard, 2002). Tomēr arvien plašāk izmantojot HM šķirnes govīs, kuras ir ātraudzīgākas, jau otrajā laktācijā var novērot maksimālu piena produktivitāti.

Noskaidrots, ka pētījuma laikā būtiski augstākais urīnvielas saturs pienā bija otrās laktācijas govīm (30.9 mg dL⁻¹; $p < 0.05$) un zemākais trešās laktācijas govīm (30.7 mg dL⁻¹). Pirmās un trešās laktācijas govīm urīnvielas saturs pienā starp laktācijām atšķīrās nenozīmīgi. Arī Čehijas un Lietuvas zinātnieku pētījumos noskaidrots, ka urīnvielas saturs pienā trešās un vecāku laktāciju govīm ir zemāks nekā pirmās un otrās laktācijas govīm (Jelik *et al.*, 2006; Savickis *et al.*, 2010). Ontārio veiktajos pētījumos noskaidrots, ka urīnvielas saturs pienā ir būtiski zemāks pirmās laktācijas govīm (Godden *et al.*, 2001b). Daži zinātnieki šādus rezultātus pamato ar to, ka pirmās laktācijas govīs vēl turpina augt un attīstīties un līdz ar to izmanto aminoskābes daudz efektīvāk. Rezultātā urīnvielas veidošanās aknās ir samazināta, kas parādās kā samazināts urīnvielas saturs pienā (Oltner *et al.*, 1985).

Tauku saturs pienā būtiski zemāks bija pirmās laktācijas govīm (4.09%), bet pārējo laktāciju govīm tas būtiski neatšķīrās un bija no 4.28% ceturrtās un vecāku laktāciju govīm līdz 4.31% trešās laktācijas govīm.

Laktozes saturs būtiski atšķīrās starp pirmās, otrās laktācijas govīm un līdzīgs bija trešās un ceturrtās un vecāku laktāciju govīm. Augstākais laktozes saturs (4.76%; $p < 0.05$) bija pirmās laktācijas govju pienā, un ar katru nākamo laktāciju laktozes saturam bija tendence samazināties.

SCS rādītāji būtiski atšķīrās starp laktācijām un no zemākā rādītāja pirmajā laktācijā pieauga ar katru nākamo laktāciju. To var skaidrot ar dzīvnieka veselības stāvokļa pasliktināšanos ar vecumu, vai ar līdz galam neizārstētu mastītu iepriekšējā laktācijā (Poso and Mantysaari, 1996; Kelly *et al.*, 2000).

Laktācijas laikā izmainās gan izslauktā piena daudzums, gan tā sastāvs. Piena produktivitātes izmaiņas tiek analizētas pa laktācijas 100 dienām jeb fāzēm. Laktācijas pirmās 100 dienas ir nozīmīgākās visas laktācijas laikā, jo govīm šajā laikā ir augstākais piena izslaukums un tās ir jutīgākas pret dažādiem vides kairinājumiem, īpaši produktivitātes izmaiņas ietekmē enerģijas un proteīna nodrošinājums barības devā. Lai izvērtētu enerģijas un proteīna nodrošinājumu laktācijas laikā, izvērtēti piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji pa laktācijas dienas klasēm, īpaša uzmanība veltīta pirmajām 100 laktācijas dienām, kas pētītas vēl detalizētāk (6. tab.).

6. tabula/Table 6

Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji atkarībā no laktācijas perioda / Average milk productivity and quality traits depending on lactation phase

Rādītāji/Traits	Laktācijas dienas/ Day in lactation					
	6-29 (n=1157)	30-59 (n=1439)	60-99 (n=1840)	100-199 (n=4424)	200-299 (n=3821)	300< (n=2413)
Izslaukums/Yield, kg	25.2± 0.08 ^a	25.5± 0.07 ^b	25.2± 0.07 ^a	24.9± 0.06 ^c	24.5± 0.06 ^d	24.1± 0.07 ^e
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.36± 0.013 ^a	3.22± 0.012 ^b	3.32± 0.011 ^c	3.47± 0.009 ^d	3.59± 0.010 ^e	3.74± 0.011 ^f
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.55± 0.010 ^a	2.46± 0.009 ^b	2.53± 0.008 ^a	2.65± 0.007 ^c	2.74± 0.007 ^d	2.85± 0.008 ^e
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	30.3± 0.15 ^a	30.9± 0.14 ^{b,c}	31.1± 0.13 ^b	31.0± 0.11 ^b	30.9± 0.11 ^{b,c}	30.7± 0.13 ^c
Tauku saturs/ Fat content, %	4.57± 0.032 ^a	4.12± 0.030 ^{b,c}	4.06± 0.028 ^b	4.14± 0.023 ^c	4.25± 0.024 ^d	4.32± 0.027 ^e
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.68± 0.007 ^a	4.75± 0.006 ^b	4.74± 0.006 ^b	4.70± 0.005 ^c	4.67± 0.005 ^a	4.64± 0.006 ^d
SCS	4.05± 0.029 ^a	3.80± 0.027 ^b	3.85± 0.025 ^b	4.08± 0.021 ^a	4.23± 0.022 ^c	4.32± 0.025 ^d

^{a,b,c,d,e,f} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķīrās dažādās laktācijas dienās/ productivity traits with unequal letter differed significantly among the lactation days ($p < 0.05$)

Pētījuma laikā visi produktivitātes un kvalitātes rādītāji būtiski atšķīrās starp laktācijas periodiem. Laktācijas otrajā periodā (30.–59. diena) novērots izslaukuma pieaugums, kopproteīna, kazeīna un tauku satura samazinājums. Laktācijas sākumā govīs organismam ātri jāpielāgojas jauniem vielmaiņas procesiem, kas ir atšķirīgi no cietstāves perioda. Organismā notiek fizioloģiskas izmaiņas, kas saistītas ar piena ražošanu, tāpēc strauji pieaug vajadzība pēc papildus barības. Izsalkuma sajūta rodas centrālajā nervu sistēmā, tā balstās uz signāliem no vielmaiņas procesu (metabolītiem un hormoniem) izmaiņām govīs organismā. Govīs fizioloģiskā līdzsvara traucējumi kopā ar iespējamu nepietiekamu vai nesabalansētu barības devu atspoguļojas piena produktivitātes svārstībās (Santos *et al.*, 2000; Ingvarsten, 2006).

Būtiski atšķīrās kopproteīna saturs pienā, kas no zemāka tā satura (3.22%) laktācijas sākuma periodā (30.–59. diena) pakāpeniski pieauga, sasniedzot būtiski augstāku saturu (3.74%) laktācijas beigās. Līdzīga tendence vērojama arī kazeīna saturam pienā, kur būtiski zemākais kazeīna saturs (2.46%) bija no 30. līdz 59. laktācijas dienai un, pakāpeniski pieaugot, sasniedza augstāko tā saturu (2.85%) pēdējās laktācijas dienās.

Pētījuma laikā urīnvielas saturs pienā būtiski atšķīrās starp laktācijas dienas klasēm un bija robežās no 30.3 mg dL⁻¹ līdz 31.1 mg dL⁻¹. Būtiski augstāks urīnvielas saturs novērots no laktācijas 60. dienas līdz 99. dienai, 31.1 ml dL⁻¹. Urīnvielas saturs pienā šajos periodos nedaudz pārsniedza ieteicamo robežu 15 mg dL⁻¹ līdz 30 mg dL⁻¹. Šī tendence ir vērojama arī citu zinātnieku pētījumos, kur būtiski zemākais urīnvielas saturs novērots pirmajās 60 laktācijas dienās, bet no 60. līdz 150. laktācijas dienai vērojams būtisks urīnvielas satura pienā paaugstinājums, un atkal novērots samazinājums pēc 150. laktācijas dienas (Godden *et al.*, 2001b; Arunvipas *et al.*, 2003b; Bastin *et al.*, 2009). To var skaidrot ar piena veidošanos organismā, kas notiek straujāk, nekā ir barības uzņemšanas spēja, līdz ar to nenodrošinot pietiekamu enerģijas daudzumu barības proteīna izmantošanai, kas atspoguļojas paaugstinātā urīnvielas saturā pienā (Oltner *et al.*, 1985; Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1987; Rossow and Richardt, 2003; Osītis, 2005).

Paaugstinoties izslaukumam, otrajā laktācijas periodā vērojams arī laktozes satura pieaugums. Arī citos pētījumos starp izslaukumu un laktozes saturu pienā novērota pozitīva sakarība (Kairiša, Jonkus, 2008).

Laktācijas laikā arī govīm ar optimālu veselības stāvokli mainās somatisko šūnu skaits pienā. Pētījumā būtiski zemākais SCS bija no 30. līdz 59. dienai, tad tas pakāpeniski pieauga, laktācijas beigu periodā pēc 300. dienas sasniedzot SCS 4.32, kas ir fizioloģiski normālas somatisko šūnu skaita svārstības, jo laktācijas beigu periodā govju pienā palielinās ne tikai leikocītu, bet arī epitēlija šūnu skaits (Jemeljanovs, 2001).

Somatisko šūnu skaits pienā pētījumā izmantots kā kvalitātes rādītājs, un līdz ar to arī kā netiešs dzīvnieku veselības stāvokļa rādītājs. Jau iepriekš ir pierādīta šī rādītāja ietekme uz piena produktivitātes izmaiņām (Brolund, 1985; Kelly *et al.*, 2000; Strautmanis un Šterna, 2003; Bailey *et al.*, 2005; Kairiša un Jonkus, 2008).

Būtiski augstākais izslaukums (25.3 kg) bija govīm ar SSS no 1 līdz 100 tūkst. vienā mililitrā piena ($p < 0.05$). Šajā gradācijas klasē govīm pienā bija būtiski augstāks

urīnvielas un laktozes saturs (31.0 mg dL⁻¹ un 4.80%), novērots arī zemākais kopproteīna, kazeīna un tauku saturs pienā (attiecīgi 3.37%, 2.59%, 4.14%). Pētījumā novērots, ka pieaugot SŠS pienā, laktozes saturs samazinājās no 4.80% līdz 4.61%.

Ja izslaukums ir augsts, minēto piena sastāva komponentu koncentrācija samazinās, uz to norāda citu autoru novērotā negatīvā sakarība starp piena daudzumu un tā sastāvu (Kairiša un Jonkus, 2008). Polijas zinātnieki ir novērojuši, ka, palielinoties SŠS pienā, būtiski samazinās izslaukums un kopproteīns (Litwinczuk *et al.*, 2011). Citi zinātnieki novērojuši no 3% līdz 9% izslaukuma samazinājumu pie SŠS virs 500 tūkst. mL⁻¹ (Hagnestam-Nielsen *et al.*, 2009). Mastītu gadījumos ne tikai samazinās izslaukums, bet novērotas arī piena ķīmiskā sastāva izmaiņas. Vairāki autori laktozes saturu pienā iesaka izmantot kā tesmeņa veselības indikatoru. Ir pierādīts, ka subklīnisko mastītu gadījumā laktozes koncentrācija pienā samazinās (Antāne u. c., 1997). Pētījumā, pieaugot SŠS pienā, laktozes saturs samazinājās no 4.80% līdz 4.61%. B. Rekika veiktajā pētījumā izslaukuma samazinājums pie paaugstināta SŠS pienā sasniedza 1.76 kg dienā un olbaltumvielu iznākuma samazinājums bija 75 g dienā (Rekik *et al.*, 2008).

Citu zinātnieku veiktie pētījumi, salīdzinot kopproteīna un neolbaltumvielu slāpekļa saturu pienā atkarībā no SŠS pienā, neuzrādīja būtiskas izmaiņas, bet kazeīna saturs būtiski samazinājās, palielinoties SŠS (Verdi *et al.*, 1987). Tas parāda, ka ir svarīgi saimniecībā sekot dzīvnieku veselībai, lai nodrošinātu kvalitatīvas izejvielas ražošanu, jo piena pārstrādātājiem kazeīna saturs pienā nodrošina lielāku produkcijas iznākumu. Veiktie pētījumi par SŠS ietekmi uz siera iznākumu un kvalitāti pierāda, ka, palielinoties SŠS, samazinās siera iznākums un tā kvalitāte (Verdier-Metz *et al.*, 2001; Leitner *et al.*, 2006).

Bez vides un fizioloģiskajiem faktoriem slaucamo govju piena produktivitāti un kvalitāti ietekmē arī ģenētiskie faktori, pie kuriem pieskaita govju šķirni.

2.3. Šķirne

Govs šķirnes izvēle ir viens no noteicošiem faktoriem, kas nosaka efektīvas saimniekošanas modeli saimniecībā. Līdz ar to ir svarīgi izvērtēt katras šķirnes potenciālu. Pētījumā noskaidrots, ka slaucamo govju šķirne atstāj būtisku ietekmi uz visām pētītajām produktivitātes pazīmēm, kā arī uz SCS izmaiņām (7.tab.).

Pētījuma laikā būtiski atšķīrās izslaukums starp dažādām šķirnēm, un lielākais izslaukums (25.0 kg) bija HM šķirnes govīm, bet zemākais (24.8 kg) LB un piena šķirņu krustojuma govīm (24.9 kg). Starp dažādām govju šķirnēm izslaukuma atšķirības var būt nozīmīgas, jo katrā šķirnē selekcijas darbs tiek veikts, lai izkoptu noteiktas pazīmes. HM šķirnes govīs selekcionētas augstu izslaukumu ieguvei.

Kopproteīna, kazeīna un tauku saturs pienā bija būtiski lielāks LB šķirnes govīm, bet zemākais HM un XP šķirnes govīm. Zinātnieki apstiprina piena kopproteīna un kazeīna satura atšķirības starp šķirnēm (DeMarchi *et al.*, 2008).

Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji atkarībā no šķirnes /Average milk productivity and quality traits depending on cow breed

Rādītāji/Traits	Šķirne/Breed		
	LB (n=9730)	HM (n=3420)	XP (n=1944)
Izslaukums/Yield, kg	24.8±0.05 ^a	25.0±0.06 ^b	24.9±0.07 ^b
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.51±0.009 ^a	3.38±0.010 ^b	3.45±0.011 ^c
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.68±0.006 ^a	2.57±0.007 ^b	2.63±0.008 ^c
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	30.8±0.10	30.7±0.12	30.9±0.13
Tauku saturs/ Fat content, %	4.40±0.021 ^a	4.11±0.024 ^b	4.22±0.028 ^c
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.69±0.005	4.69±0.005	4.70±0.006
SCS	4.00±0.019 ^a	4.10±0.022 ^b	4.05±0.025 ^c

^{a,b,c} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķiras dažādām šķirnēm/ productivity traits with unequal letter differed significantly among the breeds ($p < 0.05$)

Noskaidrots, ka Igaunijas sarkanās šķirnes govju piens ir ar augstāku kopproteīna, kazeīna un tauku saturu nekā Igaunijas Holšteinas šķirnes govīm (Joudu *et al.*, 2008). Citu zinātnieku pētījumos apstiprināts, ka augsta ģenētiskā korelācija starp kazeīna un kopproteīna saturu pienā liecina: abi rādītāji pasvītro šķirnes iezīmi. Tomēr jāatceras, ka izmantojot olbaltumvielu saturu (tai skaitā kazeīnu), nevis kopproteīna saturu, var labāk atspoguļot piena ekonomisko vērtību, līdz ar to uzlabojot un precizējot samaksu par piena kvalitāti. Olbaltumvielu satura izmantošana dotu iespēju arī precīzāk novērtēt govju ciltsvērtību un uzlabotos saimniecību pārvaldības kvalitāte (Samorel *et al.*, 2013). Piemēram, Dānijā eksportējamo bulļu novērtēšanai, aprēķinot ciltsvērtības indeksu, izmanto kazeīna satura rādītāju (Powell *et al.*, 2003).

Pētījumā iegūtie produktivitātes rādītāji XP govīm būtiski atšķiras no LB un HM govju rādītājiem. Latvijā saimnieki izvēlas krustot LB šķirnes govīs ar HM šķirni, ar mērķi iegūt augstākus izslaukumus, līdz ar to arī piena sastāvdaļu daudzumu. XP šķirnes rādītāji pētījumā ir augstāki nekā HM šķirnei, kas apstiprina vēlamā rezultāta sasniegšanu. Austrālijā veiktā pētījumā, salīdzinot piena produktivitātes rādītājus Holšteinas šķirnes ar Džersijas un Holšteinas šķirnes krustojumu arī novēroja krustojumu šķirnes dzīvnieku tauku un kopproteīna satura paaugstinājumu, salīdzinot ar HM šķirnes govīm (Auldist *et al.*, 2007). Piena sastāva atšķirības dažādu šķirņu govīm ir pierādītas daudzu autoru darbos (Emery, 1988; Schutz *et al.*, 1990; Huth, 1994; Glantz *et al.*, 2009).

Vidējais urīnvielas saturs pienā starp šķirnēm būtiski neatšķiras un bija robežās no 30.6 mg dL⁻¹ līdz 30.9 mg dL⁻¹. Veiktie pētījumi ar Holšteinas, Džersijas un Šveices brūnās šķirnes govīm pierāda būtisku kopproteīna un urīnvielas satura pienā atšķirību atkarībā no slaucamās govīs šķirnes (Carroll *et al.*, 2006).

Pētījuma laikā būtiski atšķīrās SCS atkarībā no govju šķirnes. Lielākais SCS bija HM un XP šķirņu govīm, zemākais – LB, kaut gan visi rezultāti nepārsniedza likumdošanā noteiktās robežas 400 tūks. mL⁻¹ (MKN Nr.123, 2010). Šos rezultātus var skaidrot arī ar saimniecības faktora ietekmi, LB šķirnes dzīvnieku lielākā daļa atrodas saimniecībā B, kur pētījuma vidējais SCS bija 4.06.

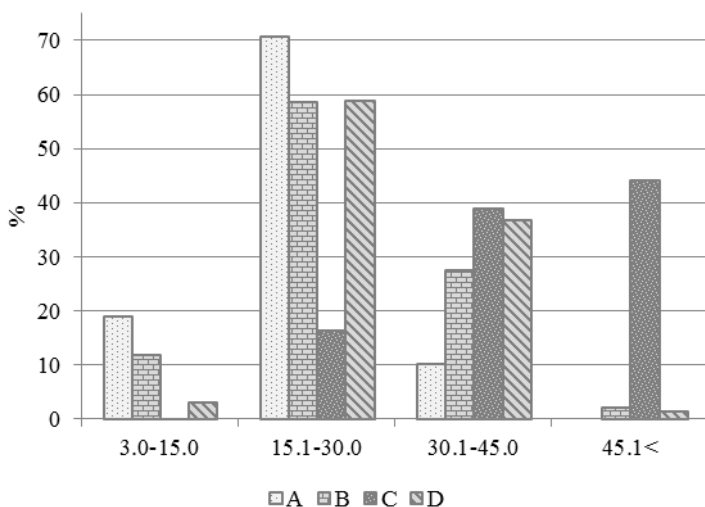
Izvērtējot atsevišķo faktoru ietekmi uz piena kopproteīna, kazeīna un urīnvielas saturu pienā redzam, ka nevar izmantot katru no šiem faktoriem un rādītājiem atsevišķi, lai izdarītu secinājumus par saimniekošanas efektivitāti.

Turpmāk apskatītas pētījumā iegūto rezultātu izmaiņas atsevišķi: tikai govīm ar pabeigtu pilnu laktāciju, katrā pētījuma saimniecībā un mijiedarbībā ar citiem faktoriem. Tāpēc piena produktivitātes pazīmju izmaiņas katrā saimniecībā apskatītas mijiedarbībā ar pārējiem analizētajiem faktoriem. Šajā analīzē izmantoti tikai to govju dati, kuras pētījuma laikā ir atnesušas un noslēgušas laktāciju.

3. Govju piena sastāva un urīnvielas satura rādītāju izmantošana ganāmpulka apsaimniekošanai

Daudzi pētnieki (Jonker *et al.*, 2002; Dijkstra *et al.*, 2011; Gruber and Poetsch, 2012) norāda uz kopproteīna un urīnvielas satura novērtēšanas lietderību. Urīnvielas saturu kopā ar kopproteīna saturu pienā var izmantot, lai novērtētu slaucamo govju barības devas izmantošanas efektivitāti un prognozētu slāpekļa izdalīšanos apkārtējā vidē.

Vērtējot pētījuma rezultātus, noskaidrots vidējais urīnvielas saturs pienā katrā saimniecībā un to sadalījums pēc Eiropā rekomendētā satura (1. att.).



1. att. Piena paraugos noteiktā urīnvielas satura sadalījums pa saimniecībām
Fig.1. Milk urea content by farms

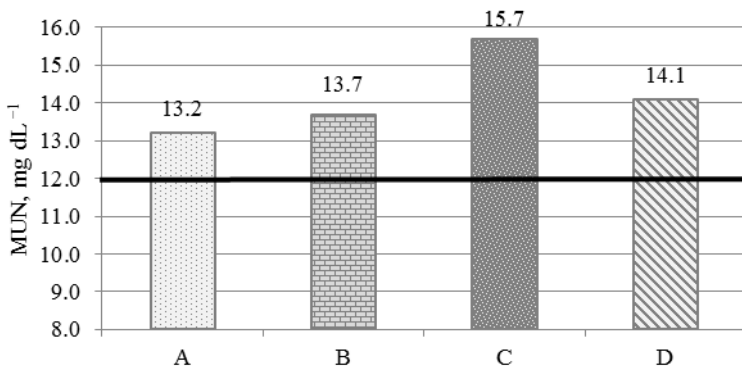
Iegūtie rezultāti liecina, ka trijās pētījuma saimniecībās (A, B un D) no 59% līdz 71% piena paraugu urīnvielas saturs bija no 15.1 līdz 30 mg dL⁻¹. Tomēr arī šajās saimniecībās no 29% līdz pat 41% piena paraugos urīnvielas saturs bija zem vai virs optimālās robežas. Neiepriecinoša situācija vērojama saimniecībā C, kur tikai 16% govju urīnvielas saturs vērtētajos piena paraugos pētījuma laikā bija optimālajās robežās.

Iegūtie rezultāti parāda, cik viegli, izmantojot urīnvielas saturu pienā, var izvērtēt katras saimniecības barības devas proteīna izmantošanas efektivitāti un noteikt potenciālus vides piesārņojuma draudus. Spāņu zinātnieku veiktie pētījumi par ganību zāles papildmēslošanu ar vircu, ar mērķi paaugstināt barības devas slāpekļa daudzumu, pierādīja, ka pārmērīga mēslošana nenes gaidīto rezultātu, jo paaugstinās urīnvielas saturs pienā, kas liecina par neefektīvu slāpekļa izmantošanu (Arriaga *et al.*, 2009). Citos pētījumos ar dažādām barības devām ar 52% un 72% sausnas un vienādu proteīna saturu (attiecīgi 16.5% un 16.4%) novērots, ka urīnvielas saturs pienā būtiski neizmainās atkarībā no barības devas sastāva (Agle *et al.*, 2010).

Izvērtējot apkopotos rezultātus, var secināt, ka atšķirība rezultātos starp saimniecībām rodas arī atšķirīgās ēdināšanas dēļ. Promocijas darba pētījuma rezultāti parāda saimniecību atšķirību pēc vidējā urīnvielas satura saražotajā pienā un līdz ar to apstiprina citu zinātnieku pierādīto, izmantojot urīnvielas saturu pienā efektīvas barības devas sastādīšanai un aprēķināšanai (Jonker *et al.*, 1999). Zinātnieki norāda uz to, ka urīnvielas satura izmaiņas pienā var atspoguļot pat 1% barības proteīna izmaiņas barības sausnā. Aprakstītajā pētījumā govīs tika ēdinātas ar proteīna saturu barībā 13.0%, 14.0%, 15.0% un 16.0% barības sausnā un novēroja būtiskas svārstības tikai urīnvielas saturam pienā, citos produktivitātes rādītājos tās neparādījās (Zhai *et al.*, 2006).

Izvērtējot pētījuma rezultātus un sakarības, darba autore veiksmīgi ganāmpulka apsaimniekošanai iesaka urīnvielas saturu pienā izmantot līdzās ar jau tradicionāliem tauku un kopproteīna satura rādītājiem. Urīnvielas satura regulāra kontrole ļauj saimniekam pārliecināties par sastādītās barības devas efektivitāti un laikus iespējamās problēmas pamanīt un labot.

Dažādos pētījumos Eiropas valstīs izmanto urīnvielas saturu pienā, bet Amerikas kontinentā ļoti bieži tiek lietots cits rādītājs – urīnvielas slāpekļa (MUN) saturs pienā. Lai salīdzinātu pētījumā iegūtos rezultātus, veikts urīnvielas satura pārrēķins uz urīnvielas slāpekļa saturu pienā (MUN) (2. att.), ko izmanto slāpekļa izmantošanas efektivitātes kontrolei ASV. MUN ieteicamais saturs pienā ir noteikts no 8.0 mg dL⁻¹ līdz 12.0 mg dL⁻¹ (Kohn *et al.*, 2002; Bucholtz *et al.*, 2007).



2. att. **Urīnvielas slāpekļa saturs pienā pētījuma saimniecībās**
Fig.2. Milk urea nitrogen content in researched farms

Izvērtējot pētījuma rezultātus, redzams, ka visās pētījuma saimniecībās pārsniegta pieļaujamā MUN robeža. Līdz ar to jāsecina, ka saimniecībās jāpievērš uzmanība barības proteīna izmantošanai un sabalansēšanai ar enerģiju barības devā. ASV apkopotie pētījumu rezultāti par barības proteīna un urīnvielas slāpekļa saturu pienā parāda: lai sasniegtu MUN robežu 12 mg dL⁻¹, nepieciešams samazināt barības proteīna daudzumu līdz 12.8% barības sausnā (Aquilar *et al.*, 2012).

Zinātnieki no valstīm, kurās saimniecībās izvērtē slāpekļa izmantošanas apmēru un barības devas slāpekļa izmantošanas efektivitāti, iesaka izmantot urīnvielas satura rādītāju saimniekošanas modeļa izvērtēšanai un plānošanai (Godden *et al.*, 2001c; Haig *et al.*, 2002).

Kopproteīna sastāvā ietilpst arī ekonomiski un uzturā nelietderīga slāpekļa savienojumu daļa – neolbaltumvielu slāpekļis, kas sastāda apmēram 6% no kopproteīna satura pienā un izveidojas govju organismā pēc olbaltumvielu vielmaiņas procesiem (DePeter and Ferguson, 1992; Hui, 1993).

4. Kopproteīna satura un neolbaltumvielu slāpekļa analīze pienā

Lai izvērtētu kopproteīna, neolbaltumvielu slāpekļa un urīnvielas satura sakarības pienā, randomizētas izlases veidā izveidota pētījuma grupa, kurai noteikts neolbaltumvielu slāpekļa saturs pienā. Pētījumā iegūtie rezultāti apkopoti 8. tabulā.

Vidējais izslaukums pētījuma grupā bija 28.8 kg. Lai arī pētījuma grupā visas govys atradās laktācijas otrajā fāzē, tas ir, no 100. līdz 200. laktācijas dienai, izslaukuma amplitūda bija plaša, no 15.0 kg līdz 47.8 kg. Vidējais grupas kopproteīna saturs bija 3.43%.

Vidējie piena produktivitātes un kvalitātes rādītāji un neobaltumvielu slāpekļa saturs pētījuma grupā/ Average milk productivity and quality traits and NPN content in research group

Rādītājs/Traits	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min.	max.	S	V, %
Izslaukums/Yield, kg	28.8±1.03	15.0	47.8	8.0	27.8
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.43± 0.039	2.88	4.19	0.298	8.7
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.65± 0.028	2.18	3.23	0.220	8.3
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	28.3±1.25	12.6	52.9	9.69	34.2
Neobaltumvielu slāpekļa saturs/ Non-protein nitrogen, %	0.204± 0.0032	0.162	0.255	0.2496	122.4

Vidējais urīnvielas saturs pienā bija 28.3 mg dL⁻¹, kas ir ieteicamajās robežās. Neobaltumvielu slāpekļa saturs bija 0.204%. Latvijā neobaltumvielu slāpekļa saturu slaucamo govju pienā laboratorijas apstākļos nenosaka, tādēļ iegūtos rezultātus var salīdzināt tikai ar citu valstu zinātnieku rezultātiem. Pētījumā iegūtais NPN ir lielāks par Amerikas zinātnieku (Raden and Powell, 2009) pieņemto NPN saturu – 0.19%. Turpretī Nīderlandē veiktā pētījumā NPN saturs pienā bija zemāks (0.182%; Heck *et al.*, 2009) nekā šajā pētījumā.

Citās valstīs iepriekš veiktie pētījumi apstiprina neobaltumvielu slāpekļa satura izmaiņas atkarībā no saimniecības, šķirnes, laktācijas, laktācijas dienas un sezonas (NG-Kwai-Hang *et al.*, 1985), tāpēc arī darba autore pētījumā iegūtos rezultātus izvērtējusi, ņemot vērā augstāk minētos faktorus.

Tālāk izvērtēta šķirnes ietekme uz kopproteīna un neobaltumvielu slāpekļa satura izmaiņām (9. tab.).

Iegūtie rezultāti parāda, ka LB šķirnes govīm ir būtiski zemāks izslaukums, bet būtiski augstāks kopproteīna un kazeīna saturs pienā. Neobaltumvielu slāpekļa un urīnvielas saturs būtiski neatšķiras starp šķirnēm. Arī citu zinātnieku veiktajos pētījumos nav novērotas neobaltumvielu slāpekļa un kopproteīna satura izmaiņas atkarībā no slaucamo govju šķirnes (Carroll *et al.*, 2006).

Vidējais piena izslaukums, kopproteīna, kazeīna, neolbaltumvielu slāpekļa un urīnvielas saturs atkarībā no govju šķirnes/Average milk yield, content of crude protein, casein, non-protein nitrogen, and urea depending on cow breed

Rādītājs/Traits	Šķirne/Breed		
	LB (n=14)	HM (n=10)	XP (n=6)
Izslaukums/Yield, kg	22.7±1.04 ^a	33.0±1.23	36.1±1.59
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.59±0.049 ^a	3.33±0.058	3.24±0.075
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.78±0.035 ^a	2.57±0.042	2.51±0.054
Urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	30.5±1.79 ^a	24.6±2.12 ^b	29.2±2.74 ^{a,b}
Neolbaltumvielu slāpekļa saturs/ Non-protein nitrogen, %	0.210±0.005	0.197±0.006	0.201±0.007

^{a,b} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķiras pēc šķirnes/ productivity traits with unequal letter differed significantly among the breeds ($p<0.05$)

Pētījuma grupas rezultātus var salīdzināt ar Nīderlandē iegūtiem datiem. Nīderlandē dominējošā šķirne ir HM. Promocijas darbā analizētie urīnvielas un neolbaltumvielu slāpekļa satura rezultāti iegūti septembrī, un HM šķirnei tie bija 24.6 mg dL⁻¹ un 0.197%, kas atbilst Nīderlandē iegūtiem datiem, kur augusta mēnesī iegūtie urīnvielas un neolbaltumvielu slāpekļa satura rādītāji bija 26.0 mg dL⁻¹ un 0.190% (Heck *et al.*, 2009).

Lai izvērtētu saimniecības ietekmi uz pētījuma grupas piena produktivitātes rādītājiem un neolbaltumvielu slāpekļa saturu, rezultāti apkopoti 10. tabulā.

10. tabula/Table 10

Vidējais piena izslaukums, kopproteīna, kazeīna, neolbaltumvielu slāpekļa un urīnvielas saturs atkarībā no saimniecības / Average milk yield, content of crude protein, casein, non-protein nitrogen and urea depending on farm

Rādītājs/Traits	Saimniecības/Farms			
	A (n=5)	B (n=10)	C (n=5)	D (n=10)
Izslaukums/Yield, kg	30.6±1.79 ^a	25.2±1.27 ^b	20.4±1.79 ^c	35.8±1.27 ^d
Kopproteīna saturs/ Crude protein content, %	3.30±0.084 ^a	3.61±0.060 ^b	3.51±0.084 ^{a,b}	3.29±0.060 ^{c,a}
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.56±0.060 ^{a,c}	2.79±0.043 ^b	2.71±0.060 ^{c,b}	2.53±0.043 ^a
Piena urīnvielas saturs/ Milk urea content, mg dL ⁻¹	21.3±1.76 ^a	24.5±1.24 ^{a,c}	45.6±1.76 ^b	26.9±1.24 ^c
Neolbaltumvielu slāpekļa saturs/ Non-protein nitrogen, %	0.194±0.007	0.201±0.005	0.232±0.007 ^a	0.198±0.005

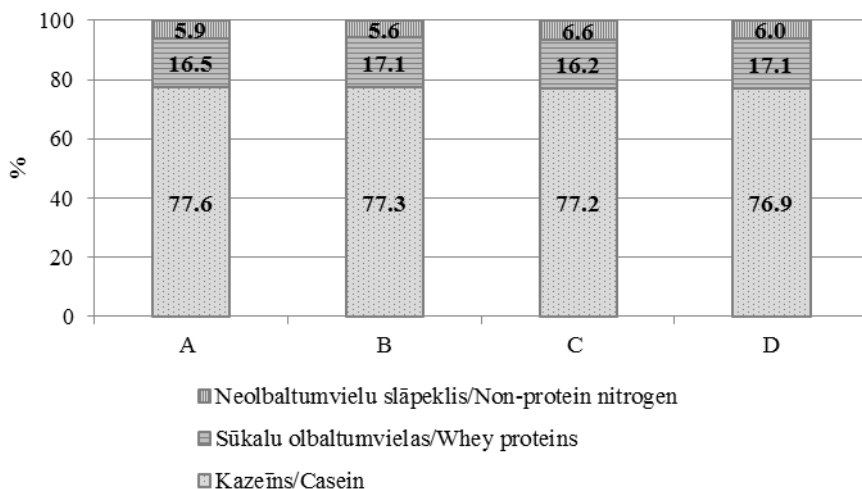
^{a,b,c,d} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķiras dažādās saimniecībās/ productivity traits with unequal letter differed significantly among farms ($p<0.05$)

Saimniecības faktors būtiski ietekmēja izslaukumu, kopproteīna, kazeīna un urīnvielas saturu. Arī pētījuma grupā iekļautajām saimniecībās C govīm bija būtiski augstāks urīnvielas un neolbaltumvielu slāpekļa saturs (45.6 mg dL⁻¹ un 0.232%). Turpretim izslaukums saimniecībā C bija viszemākais.

Būtiskas atšķirības novērotas starp visām saimniecībām. Saimniecībā D bija augstākais izslaukums, 35.8 kg. Arī kopproteīna saturs būtiski atšķīrās starp saimniecībām. Augstākais kopproteīna un kazeīna saturs bija saimniecībā B (attiecīgi 3.61% un 2.79%). Savukārt saimniecībā D zemākais kopproteīna un kazeīna saturs (attiecīgi 3.29% un 2.53%).

Analizējot sezonas ietekmi uz piena produktivitātes rādītājiem, citi zinātnieki novērojuši, ka zemākais kopproteīna un olbaltumvielu saturs pienā ir vasaras mēnešos, turpretī neolbaltumvielu slāpekļa un urīnvielas saturs šajos mēnešos ir būtiski augstāks (Heck *et al.*, 2009). Arī citos pētījumos ir novērots, ka kopproteīna un arī kazeīna saturs pienā ir zemāks, kad neolbaltumvielu slāpekļa saturs, kas satur urīnvielu, palielinās (Carlsson *et al.*, 1995; Ferguson *et al.*, 1997; Godden *et al.*, 2001b).

Kopproteīna vērtīgākā sastāvdaļa ir kazeīns. Bez kazeīna kopproteīna sastāvā ietilpst arī sūkalu olbaltumvielas un neolbaltumvielu slāpekļlis. Kopproteīna sastāvdaļu procentuālais sadalījums pa saimniecībām pētījuma grupas govīm apkopots 3. attēlā.



3. att. **Kopproteīna procentuālais sastāvs pētījuma saimniecībās**

Fig. 3. Composition of crude protein in researched holdings; per cent

Lielākā kopproteīna frakcija ir kazeīns. Pētījuma grupas govīm kazeīna saturs pienā atšķīrās visās saimniecībās, zemākais saturs (76.9%) novērots saimniecībā D, bet augstākais (77.6%) – saimniecībā A. Neolbaltumvielu slāpekļa saturs bija robežās no 5.6% saimniecībā B līdz 6.6% saimniecībā C. Arī citi zinātnieki novērojuši NPN

svārstības atkarībā no saimniecības. Svārstību amplitūda novērota no 3.73% līdz 7.95% (Barbano and Lynch, 1992).

Lai pierādītu pētījumā izvirzīto hipotēzi, izvērtētas neolbaltumvielu slāpekļa un kopproteīna savstarpējās sakarības. Pētījuma grupas govīm vērojama vāja neolbaltumvielu slāpekļa ietekme uz kopproteīna satura izmaiņām pienā (4.3%). Šāda ietekme ir neliela, tomēr vērojama pozitīva tendence. Palielinoties pētījuma grupas apjomam, iegūtie rezultāti būtu ticamāki un vēl vairāk apstiprinātu to, ka kopproteīna satura izmaiņas ietekmē arī nelietderīgās slāpekļa daļas palielinājumu pienā.

Viena no neolbaltumvielu slāpekļa sastāvdaļām ir urīnviela. Sakarība starp šiem rādītājiem rāda pozitīvu un vidēji ciešu sakarību ($r = 0.677$) starp neolbaltumvielu slāpekļa un urīnvielas saturu pienā. Noskaidrotā determinācijas koeficienta vērtība ($R^2 = 0.458$) liecina, ka neolbaltumvielu slāpekļa daļas palielināšanos pienā urīnvielas saturs ietekmē par 45.8%. Iegūtie rezultāti ļauj urīnvielas satura rādītāju izmantot neolbaltumvielu slāpekļa daļas prognozēšanā, noskaidrojot nelietderīgo slāpekli saturošo vielu daudzumu pienā.

Pētījuma rezultāti parāda, ka, vērtējot saimniecībās saražotā piena kopproteīna saturu, lai veiktu samaksu par saražoto pienu vai novērtētu govju ciltsvērtību, lietderīgāk būtu izmantot kazeīna vai olbaltumvielu satura rādītājus, nevis kopproteīna saturu pienā, jo tieši šie rādītāji piena pārstrādātājiem dod skaidru priekšstatu par iespējamo produktu iznākumu no iepirkta piena (Šustova *et al.*, 2007).

5. Piena sastāva rādītāju izmantošana saimniekošanas novērtēšanai

Slaucamās govīs ar lielāku efektivitāti nekā citi atgremotāji ne tikai spēj pārveidot barības kopējo proteīnu piena olbaltumvielās, bet arī izdala slāpekli mēslos un urīnā. Slāpekļa saturs mēslos var būt pat divas līdz trīs reizes lielāks nekā pienā. Līdz ar to, palielinot proteīna daudzumu barībā, iegūst ne tikai vairāk piena, bet pieaug arī risks apkārtējās vides piesārņošanai. Turklāt saimniecībai palielinās izmaksas, sagatavojot ar proteīniem pārbagātu barību.

Daudzi zinātnieki pierādījuši, ka piena sastāva rādītājus var izmantot ne tikai dzīvnieku produktivitātes novērtēšanai, bet arī lai raksturotu vielmaiņas procesus dzīvnieka organismā un līdz ar to laikus paredzētu iespējamo saslimšanu un kontrolētu saimniekošanas efektivitāti. Organisma vielmaiņu raksturojošos produktivitātes rādītājus sauc arī par biomarkšiem. Somatisko šūnu skaitu izmanto, lai vērtētu dzīvnieka veselības stāvokli, bet urīnvielas saturu pienā – lai noteiktu proteīna un enerģijas bilanci barībā un vērtētu barības proteīna izmantošanas efektivitāti, kā arī varētu prognozēt iespējamo vielmaiņas saslimšanu risku (ketozī, acidozī) un iespējamās apkārtējās vides piesārņojuma draudus. Pierādīts, ka pastāv būtiska sakarība starp urīnvielas saturu pienā un slāpekļa daudzumu dzīvnieka urīnā un mēslos (Eckersall and Bell, 2010; Burgos *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2011; Spek *et al.*, 2013).

Izmantojot pētījuma laikā noskaidroto vidējo izslaukumu un piena sastāva rādītājus, aprēķināts saimniecībās saražotā kopproteīna, kazeīna, urīnvielas un urīnvielas slāpekļa daudzums kg katrā pētījuma saimniecībā (11. tab.).

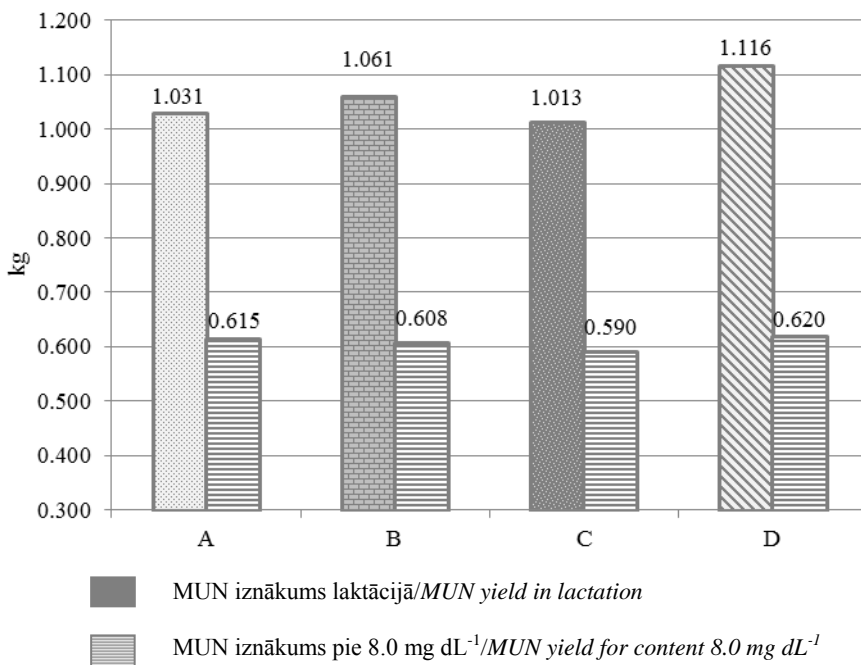
**Slaucamo govju vidējais izslaukums un kopproteīna sastāvdaļu daudzums
pētījuma saimniecībās/Average cows milk yield and volume of crude protein
components in researched farms**

Rādītāji/Traits	Saimniecības/Farms			
	A (n=400)	B (n=10280)	C (n=432)	D (n=3761)
Izslaukums/ Yield, kg	25.2±0.11 ^{a,b}	24.9±0.05 ^b	24.2±0.11 ^c	25.4±0.05 ^a
Kopproteīna daudzums/ Crude protein yield, kg	0.81±0.005 ^a	0.87±0.003 ^b	0.80±0.005 ^a	0.87±0.003 ^b
Kazeīna daudzums/ Casein yield, kg	0.62±0.004 ^a	0.66±0.002 ^b	0.61±0.004 ^a	0.66±0.002 ^b
Urīnvielas daudzums/ Milk urea yield, g	7.36±0.071 ^a	7.56±0.034 ^b	7.21±0.072 ^a	7.95±0.034 ^c
Urīnvielas slāpekļa daudzums /Milk urea nitrogen yield, g	3.38±0.033 ^a	3.48±0.016 ^b	3.32±0.033 ^a	3.66±0.016 ^c

^{a,b,c,d} – produktivitātes rādītāji ar dažādiem burtiem būtiski atšķīrās dažādās saimniecībās/ *productivity traits with unequal letter differed significantly among farms (p<0.05)*

Vērtējot kopproteīna sastāva rādītājus pēc daudzuma, pastāv būtiska atšķirība starp saimniecībām. Būtiski augstākais kopproteīna daudzums kontroles dienā iegūts saimniecībās B un D (0.87 kg), bet zemākais saimniecībā C (0.80 kg). Jau iepriekš zinātnieki novērojuši ēdināšanas un barības devas dažādības ietekmi uz piena kopproteīna saturu un daudzumu. Barības devas sastāvs vairāk ietekmē tieši kopproteīna daudzumu nevis tā saturu pienā (Schingoethe, 1996). Attiecīgi starp saimniecībām sadalījās arī saražotais kazeīna daudzums. Turpretī būtiski zemākais urīnvielas daudzums diennaktī saražots saimniecībā C (7.21 g), bet būtiski augstākais saimniecībā D (7.95 g), kaut gan pēc urīnvielas satura būtiski augstākais rādītājs bija saimniecībā C (34.1 mg dL⁻¹). Arī urīnvielas slāpekļa daudzums pa saimniecībām sadalās līdzīgi urīnvielas daudzumam. Saimniecībās ir nepieciešams izvērtēt ražošanas efektivitāti pēc piena produktivitātes rādītāju daudzuma, jo tieši pēc šiem aprēķinātajiem rādītājiem tiek veikta samaksa par realizēto pienu un ciltsvērtības noteikšana slaucamām govīm.

Urīnvielas daudzumu saimniecība var izmantot integrētas saimniekošanas apstākļos. Šis rādītājs norāda uz neizmantojamo slāpekļa daudzumu, kas ar urīnu un sūkālām pēc biezpiena un siera ražošanas nonāk atkritumos un tālāk apkārtējā vidē. Izmantojot aprēķinos urīnvielas slāpekļa daudzumu, var izvērtēt vidēji no vienas slaucamās govys laktācijas laikā ar pienu iznesto slāpekļa daudzumu katrā saimniecībā (4. att.).



4. att. Ar pienu izdalītais vidējais urīnvielas slāpekļa daudzums no govju laktācijā pētījuma saimniecībās

Fig. 4. Average urea nitrogen emitted with milk by cow in lactation in farms researched

Aprēķinot vidējo urīnvielas slāpekļa daudzumu, ko viena govju laktācijas laikā izdala ar pienu un iespējamo urīnvielas slāpekļa (MUN) daudzumu pie optimāla MUN satura 8.0 mg dL⁻¹, varam secināt, ka šie rādītāji ievērojami atšķiras. Lielāko urīnvielas slāpekļa daudzumu ar pienu izdala saimniecībā D, 1.116 kg, bet pie optimāla MUN tas būtu tikai 0.620 kg, kas ir praktiski par pusi mazāk nekā faktiskais izdalītais slāpekļa daudzums. Līdz ar to katrs saimnieks, zinot, cik izmaksā viens kilograms proteīna barības, var aprēķināt saimniecībā nelietderīgi izmantotās naudas daudzumu.

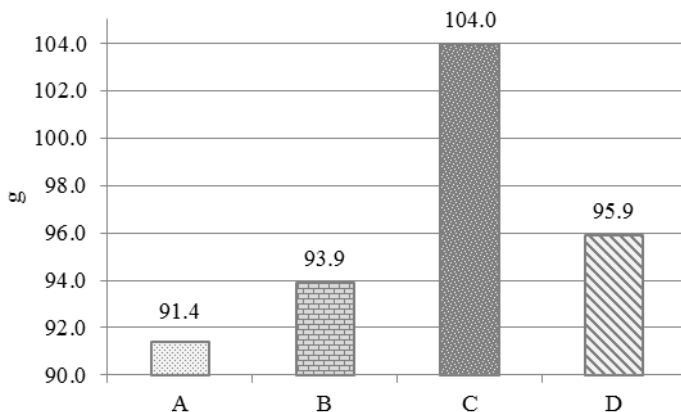
Iepriekš veiktos pētījumos ir pierādīta cieša pozitīva korelācija starp urīnvielas saturu pienā un urīna slāpekļa saturu, kas parāda, ka, palielinoties urīnvielas saturam pienā, palielinās arī slāpekļa daudzums urīnā un līdz ar to palielinās vides piesārņojuma draudi un nelietderīgi izmantotā proteīna zudumi (Shingfield *et al.*, 2001; Gressley and Armentano, 2007).

Pieaugot iedzīvotāju skaitam uz planētas, aktuāls kļūst jautājums, kā nodrošināt cilvēkus ar pārtiku. Nepieciešams palielināt lauksaimniecisko ražošanu, tajā pašā laikā nenodarot pāri apkārtējai videi. Daudzi pētījumi vērš uzmanību uz sabalansētu

lauksaimniecisko ražošanu, meklējot veidu, kā iegūt optimālu dzīvnieku produktivitāti ar minimālu vides piesārpošanas iespēju.

S. A. Burgoss un citi zinātnieki veica eksperimentu ar slaucamām govīm dažādās laktācijas dienās. Govis ēdināja ar barības devām, kas atšķīrās ar proteīna saturu (15%, 17%, 19% un 21%). Govis šādu barību saņēma sešas dienas. Septītajā dienā paņēma piena, urīna un fekāliju paraugus. Izmērīja un aprēķināja amonjaka iznesi no urīna un fekāliju paraugiem. Piena paraugos noteica urīnvielas slāpekļa saturu. Pieaugot proteīna saturam (no 17.2% līdz 19%) barības devā, novēroja urīna apjoma palielinājumu (no 22.2 L dienā līdz 25.6 L dienā) slaucamām govīm. Izmantojot pētījumā iegūtos datus, veica aprēķinus un noskaidroja ciešu sakarību starp amonjaka iznesi ar fekālījām un urīnu un urīnvielas slāpekļa saturu pienā ($R^2 = 0.85$). Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, zinātnieki izstrādāja vienādojumu, kuru izmanto, lai kontrolētu amonjaka emisiju atkarībā no urīnvielas slāpekļa satura pienā. (Burgoss *et al.*, 2010).

Balstoties uz šo vienādojumu, aprēķināts iespējamais gaisa piesārņojums ar amonjaku pētījuma saimniecībās (5. att.).



5. att. **Aprēķinātā amonjaka iznese vidēji no govju dienā pētījuma saimniecībās**

Fig. 5. Calculated daily ammonium emission per cow in farms

Aprēķini liecina, ka mazāko gaisa piesārņojumu ar amonjaku radītu saimniecība A, bet lielāko saimniecība C (attiecīgi 91.4 g un 104 g). Izmantojot šos datus, katra saimniecība var veikt aprēķinus un prognozēt saimniekošanas efektivitāti un vides piesārņojuma risku. Nīderlandē jau šobrīd notiek vides piesārņojuma draudu uzraudzība un novērtēšana, izmantojot urīnvielas saturu no govju piena pārraudzībā iegūtiem datiem. Kopš 1998. gada veiktie pasākumi, kontrolējot likumdošanas normu izpildi un zemniekiem kontrolējot un koriģējot barības proteīna un enerģijas daudzumu, deva rezultātus. Jau pēc trim gadiem novēroja amonjaka piesārņojuma samazināšanos par 12% (Bijgaart, 2003).

Daudzi zinātnieki uzsver, ka urīnvielas satura izmantošana nav viennozīmīga un to nevar lietot atsevišķi, neņemot vērā faktoros, kas ietekmē tā izmaiņas: ne tikai vides un fizioloģiskos, bet arī piena paraugu ņemšanas laiku un izmantoto testēšanas

metodi, kā arī laboratoriju, kurā veikta testēšana. Tādēļ zinātnieki un ēdināšanas speciālisti iesaka regulārai ganāmpulka kontrolei izmantot aprēķinātos vidējos rezultātus, kas iegūti no individuāliem dzīvniekiem, nevis urīnvielas satura rādītājus, kuri noteikti koppienam. Ja ir iespējams, šos aprēķinus jāveic dzīvniekiem, kas atrodas vienā ēdināšanas grupā (Bijgaart, 2003; Ingvarsten, 2006).

Izvērtējot pētījuma rezultātus, redzams, ka ir lietderīgi katrai saimniecībai, plānojot saimniekošanu, rēķināties ne tikai ar piena sastāvu, bet veikt arī pārrēķinus un izvērtēt piena galveno sastāvdaļu daudzumu kilogramos un gramos. Saņemtā samaksa par pienu veidojas tieši no iznākuma aprēķina vai saražotā piena daudzuma. Ne vienmēr augsts kopproteīna saturs pienā nozīmē augstu samaksu par pienu un pretēji, liels izslaukums ar mazu kopproteīna saturu var nest lielāku ieguvumu. Katram saimniekam pašam ir jāizvērtē ieguvumi un zaudējumi, un, izmantojot visus pieejamos piena produktivitātes un kvalitātes rādītājus, ir jāpieņem lēmums par efektīvāko un apkārtējai videi draudzīgāko saimniekošanu.

SECINĀJUMI

1. Slaucamo govju izslaukumu, kopproteīna, kazeīna, tauku un laktozes satura izmaiņas pienā būtiski ietekmēja saimniecība, sezona, šķirne, laktācija un laktācijas periods, izslaukums kontroles dienā, urīnvielas saturs un somatisko šūnu skaits pienā ($p < 0.001$; $p < 0.05$), bet urīnvielas satura izmaiņas pienā no minētajiem faktoriem būtiski neietekmēja šķirne un laktācija. Pētītie faktori produktivitātes pazīmju izmaiņas izskaidroja no $R^2 = 0.228$ līdz $R^2 = 0.940$.
2. Saimniecībās ar nepiesieto govju turēšanu kopproteīna saturs pienā bija no 3.53% līdz 3.57% un urīnvielas saturs pienā no 29.8 līdz 30.6 mg dL⁻¹. Saimniecībās ar piesieto govju turēšanu kopproteīna saturs bija no 3.31% līdz 3.38% un urīnvielas saturs no 28.7 līdz 34.1 mg dL⁻¹. Konstatēts, ka trijās saimniecībās optimāls urīnvielas saturs pienā bija no 58% līdz 70% piena paraugu, bet vienā saimniecībā tikai 17%.
3. Laktācijas laikā vērojama izslaukuma, kopproteīna un urīnvielas satura dinamika. Būtiski augstākais izslaukums 25.5 kg un urīnvielas saturs 30.9 mg dL⁻¹ bija no 30. līdz 59. laktācijas dienai, bet kopproteīna saturs šajā perioda bija būtiski zemākais 3.22%.
4. Kazeīna saturs pienā, kā vērtīgākā kopproteīna sastāvdaļa bija no 76.9% līdz 77.6%, sūkālu olbaltumvielu saturs no 16.2% līdz 17.1%, bet ekonomiski nevērtīgā neolbaltumvielu slāpekļa (NPN) saturs bija no 5.6% līdz 6.6%.
5. Noskaidrota vāja neolbaltumvielu slāpekļa ietekme uz kopproteīna satura izmaiņām pienā ($r = 0.088$), bet būtiska urīnvielas satura ietekme uz neolbaltumvielu slāpekļa daļas izmaiņām pienā ($r = 0.677$).
6. Urīnvielas slāpekļa (MUN) saturs pētījuma saimniecībās bija no 13.2 līdz 15.7 mg dL⁻¹, bet laktācijas laikā no vienas govys ar pienu izdalītais urīnvielas slāpekļa daudzums govju nepiesietās turēšanas saimniecībās bija lielāks (no 1.061 kg līdz 1.116 kg) nekā piesietās turēšanas saimniecībās (no 1.013 kg līdz 1.031 kg).

7. Prognozējamais gaīsa piesārņojums ar amonjaku dienā no saimniecībām ar govju piesietās turēšanas veidu varētu būt no 91.4 līdz 104.0 gramiem, bet no saimniecībām ar govju nepiesietās turēšanas veidu no 93.9 līdz 95.9 gramiem dienā.
8. Darbā izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies daļēji. Pieaugot urīnvielas saturam pienā, palielinās neolbaltumvielu slāpekļa saturs, bet kopproteīna saturs palielinās līdz urīnvielas saturam 45.0 mg dL⁻¹. Urīnvielas saturam pārsniedzot 45.0 mg dL⁻¹ kopproteīna saturs pienā samazinās.

IETEIKUMI PIENA RAŽOTĀJIEM UN PĀRSTRĀDĀTĀJIEM

1. Izmantojot pienā noteikto urīnvielas satura rādītāju saimniecības regulārai kontrolei, nedrīkst aprobežoties ar laboratorijas rezultātiem, ir jāņem vērā arī faktori, kas var ietekmēt urīnvielas un kopproteīna satura izmaiņas. Pētījuma rezultāti apstiprina ar ēdināšanu nesaistīto faktoru ietekmi uz piena kopproteīna un urīnvielas satura izmaiņām, un ļauj identificēt iespējamās novirzes, kas nav atkarīgas no ēdināšanas.
2. Piena produktivitātes rādītājus saimniekošanas kontrolei jāizmanto kopā ar kontrolētu un zināmu barības devu, pretējā gadījumā produktivitātes pazīmju izmaiņas precīzi izskaidrot nevar.
3. Visām pienu ražojošām saimniecībām ieteicams regulāri kontrolēt urīnvielas saturu individuālo govju pienā, bet pārraudzībā esošajām saimniecībām urīnvielas saturu noteikt ikmēneša pārraudzības kontrolēs visām govīm.
4. Ciltsdarba speciālistiem un piensaimniecības nozarē iesaistītajām organizācijām jāvienojas par kopproteīna, olbaltumvielu vai kazeīna satura izmantošanu ražības indeksa aprēķināšanā, bet piena pārstrādes uzņēmumiem jānovērtē kazeīna satura nozīme gala produkta iznākumā un samaksa jānosaka pēc vērtīgākās kopproteīna sastāvdaļas pienā.
5. Cieša neolbaltumvielu slāpekļa (NPN) korelācija ar urīnvielas saturu dod iespēju novērtēt piena ražošanas efektivitāti, izmantojot urīnvielas satura rādītāju: tas ļauj izmantot iegūtos rezultātus vides piesārņojuma kontrolei.

PUBLIKĀCIJAS PAR PROMOCIJAS DARBA TĒMU

Pētījuma rezultāti publicēti sešas publikācijās – piecas publikācijas starptautiskos zinātniskajos izdevumos, viena publikācija vietējā zinātniskajā izdevumā, t. sk. **trīs publikācijas indeksētas SCOPUS datubāzē.**

- **Ruska D.,** Jonkus D. (2013) Cows milk protein constitute varying in lactation days. *Journal of International Scientific publications: Agriculture & Food*, Volume 1, Part 1., p. 127–134. [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.scientific-publications.net/open-access-journals/agriculture-and-food/>
- Paura L., Jonkus D., **Ruska D.** (2012) Evaluation of the milk fat to protein ratio and fertility traits in Latvian Brown and Holstein dairy cows. *Acta Agriculturae Slovenica*. Vol. 100 (3), p. 155–159. (Indexed: SCOPUS).

- **Ruska D.**, Jonkus D. (2012) Use of milk urea content for environmental pollution indicator. *Research for Rural Development–2012, Annual 18th International Scientific conference proceedings*. Jelgava, LLU. Vol. 1., p. 85–90. (Indexed: SCOPUS; AGRIS, CAB Abstracts; CABI full text EBSCO Academic Search Complete).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2012) Slaucamo govju piena produktivitātes pazīmju izmaiņas atkarībā no dažāda somatisko šūnu daudzuma pienā. Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija: LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētās zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 2012. 226.–231. lpp. (AGRIS, CABI full text).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relationships between milk urea and production traits in dairy herds in Latvia. **In:** *Proceedings of the 2nd Nordic Feed Science Conference*, Uppsala, Sweden. p. 53–57. (Indexed: CAB Abstracts, CABI full text).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relation between milk protein and urea content in different farms. *Research for Rural Development–2011, Annual 17th International Scientific conference proceedings*. Jelgava: LLU. Vol. 1., p.71–75. (Indexed: SCOPUS; CAB Abstracts; EBSCO Academic Search Complete).
Citas publikācijas par pētījuma tēmu:
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2014) Kopproteīna sastāvs pienā. LLU Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētā zinātniski praktiskā konference „Līdzsvarota lauksaimniecība”. Jelgava: LLU, 2014. 180.–184. lpp.
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2013) Milk total nitrogen and urea content in different dairy cows breeds. **In:** *Baltic animal breeders and genetics conference 16: book of the abstracts*, Riga, Latvia, 11–12 September 2013. Agricultural data centre, Latvia University of Agriculture. Riga, 2013, p.34.
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2012) Govju piena tauku un olbaltumvielu attiecības un urīnvielas saturs izmaiņas pienā. „Ražas svētki „Vecauce – 2012”, Studijas–zinātne–prakse”. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 44.–48. lpp. (AGRIS).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2011) Relationships between milk urea and production traits in dairy herds in Latvia. *Book of Abstracts. 2^{4th} NJF Congress, Food, Feed, Fuel and Fun*. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) Uppsala, Sweden, June 14–16., p. 150. (Indexed: CAB Abstracts).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2010) Piena urīnvielas saturu ietekmējošie faktori. Ražas svētki „Vecauce 2010”. 66.–70. Lpp. (AGRIS).
- **Ruska D.**, Jonkus D. (2010) Content of total protein and casein in milk of dairy cow's in Latvia. **In:** *Proceeding of the 15 th Baltic Animal Breeding Conference*. Riga, Latvia, p. 61–64. (AGRIS).

RESEARCH TOPICALITY

Profitability of dairying industry depends upon successful management of herds: it cannot be organised without suitable monitoring of cows. Monitoring allows organising herd reproduction, arrange correct feeding, improve herd productivity and thus also increase income. The main income in dairying is generated by the milk sold to processing enterprises and is influenced by the milk content, namely composition of fat and proteins; amount and proportions of these components affects milk yield and quality (Verdier-Metz *et al.*, 2001).

Due to cow breeding programmes implemented lately, yield and composition of milk during the last years has improved. When determining breeding value in Latvia, great attention is given to milk protein content, since, in the calculation of productivity index, the coefficient of economic weights comprises 6 for proteins, 3 for milk yield, and 1 for fat content (LDC, 2010).

Content of crude protein in cow milk depends upon cow hereditary characteristics, feeding and housing facilities.

Analyses of milk samples in laboratory allow finding out crude protein amount; however they do not examine protein composition. Researches show that crude protein contains casein, whey proteins (called true proteins) and non-protein nitrogen (NPN), the main part of which is formed by milk urea. Researches (Hui, 1993; Ferguson, 2010) indicate that share of NPN constitutes approximately 5% of the milk crude protein.

During the recent years, several countries (USA, Australia, France, or Hungary) in determination of cow breeding value are using true protein content instead of crude protein content in milk. Also milk processing enterprises are interested in true protein content, as it determines the volume of product yielded (Raden and Powell, 2009). Share of non-proteins is of a great significance as well, since in European countries and United States of America (USA) it is used to control environmental pollution (Bijgaart, 2003).

Crude protein content in cow milk is an indicator significant to find out quality of milk and breeding value of animal. Crude protein content in cow milk in Latvia is little studied; therefore research on the share of true proteins in the content of crude protein is of a high importance. By knowing content of true proteins, the breeding value of herd may be evaluated more precisely and system of payments for the milk sold to processing enterprises may be improved.

RESEARCH AIM AND TASKS

The study **aims at** researching dynamics of crude protein and urea content in milk yielded from cows in Latvia, analysing factors having the greatest influence on it, as well as evaluating further use of the results acquired to facilitate more effective management of herds

Paper hypothesis:

- as urea content in milk increases, the content of crude protein and non-protein nitrogen rises.

To achieve the aim, the following **research tasks** were set:

- to estimate influence left by environmental factors, selected physiologic factors and cow breed on changes in milk productivity and quality characteristics;
- to analyse crude protein, casein and urea content in milk yielded from dairy cows with full lactation in farms engaged in the research;
- to find out share of true proteins and non-protein nitrogen in crude protein;
- to evaluate possibilities for using urea indicators in assessment of herd management.

RESEARCH NOVELTY

- For the first time in Latvia the content of crude protein, casein and urea in milk yielded from individual cows was researched.
- Environmental, selected physiological and genetic factors, under the influence of which changes in crude protein and urea content in milk are observed, were found out.
- Proportion of true protein and non-protein nitrogen (NPN) in crude protein was measured, and correlation between NPN and content of crude protein and urea in milk gained from Latvia cows was evaluated.
- Opportunities for using crude protein and urea indicators for successful herd management were assessed.

MATERIALS AND METHODS

Research was conducted during the time period from September 2009 to October 2011.

- Under production conditions and in four different agricultural holdings in Latvia. All holdings are engaged in milk recording program.. Holdings included in the research are located in various places of Latvia and represent different animal housing and feeding technologies.
- Testing of milk samples was carried out in accredited laboratory Ltd. “Piensaimnieku laboratorija”.
- Content of milk non-protein nitrogen was found out in Netherlands milk central laboratory *QLIP* with the help of a method validated in this laboratory.
- Samples of fodder fed to animals during the research were analysed in laboratory supervised by *Estonian University of Life Sciences Department of Animal Nutrition*.
- Data on milk quantities yielded from dairy cows, cow breed, lactation and day in lactation were acquired from monthly herd recording data available in Agricultural Data Centre database.

Within the framework of the research, information on composition of milk samples acquired from the holdings using differing cow housing and dairying facilities was compiled.

Two large holdings (B and D, 503 and 164 cows, respectively) are keep indoor freestall housing system. Holding B is located in Southern part of the country, while farm D – in Northern Vidzeme. Farms recording milk production and uses method A (recording is performed by independent certified person) in line with International Committee of Animal Recording (ICAR) guidelines and legislation of the Republic of Latvia on recording of dairy cows (ICAR, 2011).

In small farms (A and C, 28 and 20 cows, respectively) cows are tie stall housing system, they are not grouped and are grazed in summer. Farms A and C are located in central part of Latvia, near Riga; thus they are limited in availability of agricultural area for high quality grazing areas and meadows, as most of the land is envisaged for construction. Milk production is recording with the help of method B – after acquisition of certificate, person has a right to perform this task only in own herd. This is recording method suggested by ICAR guidelines.

In all farms cows are milked twice a day. Farms A and C are using milking line. Farm B is milking cows by arranging them into groups, and the process takes place in milking hall with parallel animal placement. All cow groups in farm D are milked in milking hall, animals are placed in herringbone stall.

During the time period from September 2009 to October 2011, milk samples were taken each month in control day. Milk samples were collected from all milking times made during the 24-hour period.

Farms taking part in the research are breeding Latvian Brown (LB) and Black and White Holstein (HM) cows, as well as mix of the both breeds (XP). During the 26 months, 14 873 milk samples acquired from four farms were analysed. Information on milk samples in breakdown by farm and cow breed has been compiled in the Table 1.

With an aim to estimate content of non-protein nitrogen (NPN) in milk produced in Latvia, a separate experimental group was formed. Samples, for which NPN content was studied, were taken once (in September 2012) from all farms. 5 samples were taken from farms A and C, while from farms B and D – 10 samples from each. Milk samples were taken from cows representing various breeds (LB, n=14; HM, n=10; XP, n=6) and lactation 1st (n=6); 2nd (n=7); 3rd (n=7); 4th (n=10), while all cows were in the same lactation phase – from 100th to 200th lactation day.

Milk samples in farms A and C were taken with the help of milk meter in each milking time. After milking, milk volume was measured, milk was mixed and sample was taken in proportion with the volume of milk yielded. Milk was poured into ~50mL bottle, ~20mL in each milking time. In farms B and D milk samples were taken from measuring equipment bowl, in which milk flows proportionally during milking. Milk volume was automatically measured by the milk meter that is integrated in milking system. Samples were conserved with *Broad Spectrum Microtab II* preservative which is based on bronopol.

Milk composition was analysed in accredited laboratory for milk quality control. Infrared spectroscopy method helped in finding out content of milk crude protein, fat and lactose in compliance with ISO 9622:1999 *Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content. Guidance of mid-infrared instruments*. Content of casein and urea were measured in line with methods validated in laboratory – MET-006 and MET-003. Somatic cell count was studied by using fluorescent opto-electronic method or flow cytometry in compliance with the requirements of the standard LVS EN ISO 13366-2:2007 *Piens. Somatisko šūnu skaits noteikšana. 2. daļa: norādījumi par fluorescētoelektronisko skaitītāju ekspluatāciju (Milk. Determination of somatic cell number. Section 2: Guidelines for operation of fluorescentoptoelektronic meters)*.

Milk samples to estimate NPN were preserved with 10mg of K₂Cr₂O₇ 100mL⁻¹ and sent to central milk laboratory *QLIP* in Netherlands, where they were analysed with method validated in laboratory in compliance with ISO 8968-4 *Milk nitrogen content, non-protein nitrogen content*.

Research includes evaluation of dairy cow milk productivity traits: yield per cow in control day (yield, kg); content of fat (%), crude protein (%), casein (%), urea (mg dL⁻¹) and lactose (%). Indicator used to characterise quality in this research is somatic cell count (SCC).

Analysis of the data obtained within the framework of the research was based on descriptive statistics – arithmetic mean ± mean arithmetic standard deviation. Variability of the characteristics studied was described with minimum and maximum values and standard deviation ratio to the arithmetic mean value in per cent (variation coefficient (V, %) was calculated.

Phenotypic correlation (r_p) between content of urea and other milk composition indicators was found out by using Pearson Correlation Coefficient.

With an aim to research influence left by environmental and selected physiological factors, as well as cow breed on changes in milk composition the multifactor linear model was used; it included the factors fixed:

$$y_{ijklmnsr} = \mu + S_i + Se_j + \check{S}_k + L_l + LP_m + Vn + U_s + R_r + e_{ijklmnsr} \quad (1)$$

S – farms (i=4)

Se – season of the year (j=4)

\check{S} – breed (k=3)

L – lactation (l= 1–4)

LP – lactation phases (m = 1–6)

Vn – health status (n=6)

U – urea content class (s=4)

R – milk yield per cow in control day (r=6)

Credibility of factors included in linear model of multifactor dispersion analysis was found out at significance level $\alpha = 0.05; 0.01; 0.001$. Influence left by factor was assessed as significant if $p < \alpha$. Value of determination coefficient (R^2) indicates for how many per cent selected model explains dispersion of the feature researched.

Gradation class average values of the factors researched in model are characterised by last squares mean values (LMS) and standard deviations thereof. The most notable differences among factor gradation class are indicated by various letters: a, b, c etc. if $p < 0.05$.

In further calculations, somatic cell count (SCC) (that in laboratory was measured in thousands per 1mL of milk) was transformed to standardised units – SCS (*Somatic Cell Score*) by using following formula (Schutz, 1990a):

$$SCC = \log_2 (\text{somatic cell count} / 100.000) + 3 \quad (2)$$

Feeding efficiency was evaluated by calculating ratio between milk fat and crude protein content as well as milk fat and lactose content. Assessment of possible illnesses and optimisation of nutrition plan requires using optimum fat and crude protein content ratios varying between 1.1 and 1.5 (Krause and Oetzel, 2006; Toni *et al.*, 2011), whereas optimum limit for the ratio between fat and lactose content comprises 0.81 (Steen *et al.*, 1996; Reist *et al.*, 2003). The coefficients acquired are used for further evaluations.

With an aim to evaluate and compare research results with other studies and to find out possible nitrogen amount that is wasted by holdings when feeding cows in imbalanced way, content of milk urea that in laboratory was measured as mg dL^{-1} was transformed into % (FOSS Analytical, 2005) and afterwards urea volume (g) in control day was calculated in compliance with the guidelines of International Committee for Animal Recording (ICAR, 2011).

Molar mass of urea comprises 60g mol^{-1} , while urea has two nitrogen molecules – 28g mol^{-1} . Thus, by calculating proportion from urea content, the content of nitrogen in urea may be found out. By using proportion (28/60) we may recalculate urea content in milk into content of urea nitrogen. In order to be able to compare results with the corresponding data in USA researches and standards, milk urea content was

recalculated also into milk urea nitrogen (MUN) content, for further calculations using following formula (Spiekers and Obermaier, 2012):

$$MUN = \text{urea content} \times 0.46 \quad (3)$$

Also content of crude protein, casein and urea nitrogen (that in laboratory was measured as per cent of crude protein, casein and urea nitrogen volume (kg and g)) was recalculated in compliance with ICAR guidelines (ICAR, 2011).

$$\text{Volume, kg} = (\text{yield, kg} \times \% \text{ of content})/100 \quad (4)$$

When introducing integrated farming principles, results thereof may be controlled with the help of several indicators. In the research, holdings were assessed by using urea nitrogen volume that is taken from farm together with milk during lactation phase. Recalculation was made per standard lactation (305 days) with the following formula:

$$\begin{aligned} \text{Urea nitrogen volume, kg per cow in lactation} &= \\ &= (MUN \text{ volume, kg} \times 305)/1000 \end{aligned} \quad (5)$$

Possible ammonium pollution in holdings was evaluated with the help of calculations based on model developed in University of California (Burgos *et al.*, 2010):

$$\text{Ammonium emission, g per cow daily} = 25.0 + 5.03 \times MUN \text{ content mg dL}^{-1} \quad (6)$$

Statistical processing of the data was carried out with *MS for SPSS* (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) and *MS Office* programme *Excel*. Images were created with *MS Office* programme *Excel*.

RESULTS AND DISCUSSION

1. Characterization of cow milk productivity observed during research

With the help of research conducted under real farming conditions the average milk yield and milk content in the control day was found out.

Evaluation of the results in breakdown by year does not show common trend that would allow saying that year is a factor having direct influence on all milk quality and productivity traits. Average milk yield in control day did not differ between years and comprised 24.2kg, nevertheless several cows indicated notable fluctuations in the volume of milk yielded – between 3.1kg and 61.1kg per day in 2010 and between 3.3kg and 59.2kg per day in 2011 – variation coefficient was higher (35.5%) in the second research year. The low milk yield was observed in the last lactation day before drying off, and during the research those were only separate cases.

Crude protein volume in milk during the research was higher (3.55% and 3.61%, respectively) than national average (3.31% in 2010 and 3.31% in 2011). Average casein content correspondingly constituted 2.73% and 2.76% and it accounted for 76.9% and 76.5% in the crude protein content. The results acquired meet data from other researches that have found variations in casein content between 76% and 80% (Hui, 1993).

Also mean fat content (4.38% and 4.29%, respectively) exceeded the country average (4.29% and 4.26%). Average indicators of milk chemical composition – content of crude protein, fat and lactose – was equal to the one discovered by other researchers: from 3.4% to 6.1%, from 2.8% to 3.7%, and from 4.5% to 5.0%, correspondingly (Huth, 1995; Foissy, 2005).

Average researched urea content in milk did not exceed the optimum limits (26.0 mg dL⁻¹ and 27.4 mg dL⁻¹); however milk of several cows had very low (3.2 mg dL⁻¹) or very high (79.9 mg dL⁻¹) urea content. Urea volume considered to be optimum in Europe is from 15mg dL⁻¹ to 30mg dL⁻¹ (Bijgaart, 2003; Твердохлеб и Раманаускас, 2006; Oudah, 2009). Also fat and crude protein content found within the framework of the research coincides with the traits reported prior – varying between 3.4% and 6.1% and between 2.8% and 3.7% (Huth, 1995).

Average somatic cell count in both years met requirements for high quality milk (150 thousand mL⁻¹ and 139 thousand mL⁻¹) and was below the results found in other herds of the republic (293 thousand mL⁻¹ and 291 thousand mL⁻¹, correspondingly).

2. Factors influencing milk productivity and quality traits

Productivity (yield, content) and quality (somatic cell count) of cow milk may be influenced by various environmental, physiological and genetic factors. Genetic factors include breed of a cow. Environmental factors may be various: research year, calving season, region, particular agricultural holding etc. Farm is one of the key factors, because they may be located in various regions with differing climatic, cow feeding and housing conditions. The physiological factors studied more often are animal age that is expressed in lactations and influence of lactation phase to changes in milk productivity and quality traits.

Within the research, changes in productivity features were analysed depending on holding, season when sample was taken, animal age, lactation, day in lactation, cow breed, volume of milk yielded, somatic cell count and content of urea in milk. Influence of the factors investigated on milk productivity and quality has been summarised in Table 2.

All productivity traits studied within the research differed statistically significantly among farms ($p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$). The results obtained meet the findings of R.Eicher and other scientists (Eicher *et al.*, 1999a) that changes in content of urea and crude protein depend on feeding technology and housing conditions. In research “Dynamics of crude protein and urea content in dairy cow milk” it corresponds to the holding factor, because feeding and housing conditions in the four farms were not the same.

Assessment of seasonal influence on traits of milk productivity and quality shows that it does affect productivity significantly ($p < 0.05$; $p < 0.001$).

Lactation does not leave significant influence on urea content, while it does have effect on other productivity traits.

Day in lactation considerably affected all milk productivity and quality traits; moreover researches conducted prior also prove it (Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1985; Wilmlink, 1987; Huth, 1995; Jonkus *et al.*, 2004).

Breed of the cow also did not leave significant effect on content of lactose and urea in milk, while it had significant influence on other productivity traits. Also other researchers have concluded that urea content in milk is not influenced by cow breed (Stoop *et al.*, 2006; Oudah, 2009; Jonkus and Paura, 2011).

Major differences in milk composition and quality were found in the milk gained from cows yielding various milk volumes, with differing somatic cell count and urea content in milk collected in control day ($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$).

Further research allowed finding out changes in milk productivity and quality traits depending on each separate factor. Analysis covered milk yielded, while the main attention among milk content indicators was given to crude protein, casein and urea content. Content of fat and lactose and SCS will be used only as additional indicator to characterise farming efficiency.

2.1. Environmental factors

Farming methods may have significant influence on milk productivity and quality traits. Average milk productivity traits per cow in the control day are shown in the Table 3.

Milk yield in farms participating in research differed significant – it was the lowest in holding C (24.2kg), while highest in farm D (25.4kg). Content of crude protein, casein and milk urea varied significantly among the farms. Milk produced in farm B had the highest content of crude protein (3.57%); it may be explained by the fact that holding is mainly breeding Latvian Brown cows, milk of which is characteristic with higher crude protein and fat content in milk dry matter. Moreover, cows in farm B received well-balanced fodder. Various references state that it has been observed that content of crude protein, fat and lactose may change significantly depending on feeding (Bruckental *et al.*, 2000). Nevertheless the differences may be explained also by use of different protein sources in farm. This fact has been testified also by researches conducted by other scientists (Chiou *et al.*, 1997). Casein content varied significant among the holdings; it was the highest in farm B (2.72%) and the lowest in farm A (2.54%). Explanation to variations in casein content is very similar to one describing changes in content of crude protein, since casein forms most part of crude protein. It means that changes in casein content may be related to various feeding methods in holding and to share of particular cow breed in herd (LB or HM). On the other hand, nevertheless farm C had the highest share of LB cows (91%), it did not ensure the highest casein and crude protein content. Thus it may be concluded that breed potential may be fulfilled only by ensuring wholesome and well-balanced feeding (Eicher *et al.*, 1999a; Janu *et al.*, 2007).

Urea content in milk also varied among the holdings (from 28.7mg dL⁻¹ to 34.0mg dL⁻¹). In farm C feeding was organised on one group, and in summer cows are grazed. Urea content in milk produced in farm C was significant higher (34.0mg dL⁻¹), as compared to other farms. It indicates possible problems in fodder dose balancing and farming. Also Czech and Lithuanian scientists (Jilek *et al.*, 2006; Savickis *et al.*, 2010) emphasize that urea content in milk depends on farm factor.

Milk yielded in farm B had significantly higher fat content (4.40%) and significant lower (4.65%) lactose content. Fat content was the lowest in holding C (4.09%), while lactose content was similar in farms B, C and D (4.71%), moreover it was significantly higher than in farm A.

Somatic cell count logarithm ranged between 3.81 in farm C and 4.23 in farm D. such SCS meets high quality requirements. Value 4 indicates that SCS varies between 142 thousand mL⁻¹ and 283 thousand mL⁻¹ (Raubertas *and* Shook, 1982). Researches comparing milk yield and changes in SCS depending on herd size conducted prior in USA do not prove results acquired within this research. Scientists point out that bigger herd ensures higher milk yield and lower somatic cell count, nevertheless it may depend also upon technological solutions in herd and not upon size thereof (Oleggini *et al.*, 2001).

Evaluation of changes in milk productivity traits depending on season was based on analysis of results acquired in winter, spring, summer and autumn. Research results show that season, when milk samples were taken, significantly influences almost all milk productivity traits (Table 4).

Highest milk yield (25.0kg) and lowest crude protein and casein content (3.36% and 2.57%, respectively) were recorded in summer months. Highest crude protein (3.55%) and casein (2.70%) content was observed in autumn months. Researches show that content of crude protein and casein has close positive correlation ($r = 0.993$). Also other scientists have discovered similar trend, i.e., correlation between crude protein and casein content is close ($r = 0.96$; Hayes *et al.*, 1984).

Urea content in milk did not differ significant in spring, summer and autumn months, while it was significant lower during winter period. In researches conducted prior scientists have observed significant urea content rise in milk yielded during summer months and significant decline thereof during winter months (Bastin *et al.*, 2009).

Fat content in milk was significantly higher in winter months (4.37%) and much lower (4.01%) in summer months. Whereas lactose content was higher in milk produced during spring and summer months (4.72%).

SCS logarithm differed significant in spring and summer months; it may be explained by start of grazing season in spring and more common udder infection caused by environmental pathogens and by dramatic change in temperature (Harmon, 1994).

Also studies performed by other researchers aiming at fining out seasonal influence on all milk productivity indicators resulted in discovering that season of the year has rather significant effect (Verdi *et al.*, 1987; Van Den Berg, 1996; Arunvipas *et al.*, 2003a; Heck *et al.*, 2009; Konjačić *et al.*, 2010; Savickis *et al.*, 2010).

Urea content in milk shows how correct or suitable is balancing of protein and energy in fodder for cows with various productivity traits. Evaluation of how great is

the influence of well-balanced protein and energy amount in fodder dose to milk productivity and quality traits is based on analysis of milk productivity changes depending on urea content thereof (Table 5).

Evaluation of the results acquired shows that all productivity and quality traits researched differed significantly depending on urea content in milk. Milk yield was significantly higher (25.1 kg) if urea content exceeded 45.0 mg dL^{-1} . 33% of animals in research had increased urea content in milk. It indicates a problem related to ensuring highly productive dairy cows with fodder dose having adequate proportions of energy and protein (Spohr and Wiesner, 1991; Spann, 1993).

Crude protein content was significant lower (3.41%) in milk yielded from cows the milk urea content of which did not exceed 15.0 mg dL^{-1} . The highest crude protein content was observed in milk produced by cows the milk urea of which ranged between 15.1 mg dL^{-1} and 30.0 mg dL^{-1} . Along with higher milk urea content (above 45.1 mg dL^{-1}) crude protein content tends to reduce.

Casein content in milk changes similarly as content of crude protein, i.e., it rose significant as urea content went up, and was significantly lower if urea content exceeded 45.1 mg dL^{-1} . Such a trend shows that, as protein content in fodder is increased with an aim to gain higher crude protein content, not ensuring complete use of proteins in feed, the content of crude protein in milk is reduced. Researches conducted in France on influence left by higher urea content to cheese volume yielded and taste characteristics thereof showed that casein content does not decline, while milk coagulation time rises and cheese taste features are changing as well (Martin *et al.*, 1997).

The lowest fat content in milk (4.05%) was found with urea content below 15.0 mg dL^{-1} , and it rose notably as urea content in milk increased. Lactose content did not differ significantly if urea content comprised less than 45.0 mg dL^{-1} , while it decreased significantly as urea volume went up above 45.0 mg dL^{-1} (4.67%).

SCS logarithm reduced gradually as urea content in milk rose. It may be explained by the share of samples in grade class with milk urea content above 45.0 mg dL^{-1} , the most part of which was collected from farm C – the one with the lowest SCS logarithm of the research (3.81). Also study carried out by Canadian researchers indicates weak negative milk urea nitrogen influence on SCS ($r = -0.190$; Miglior *et al.*, 2007).

The paper deals with analysing not only influence left by environmental factors on milk productivity and quality traits, but also with studying changes caused by separate physiological factors.

2.2. Physiological factors

With an aim to evaluate influence left by physiological factors on milk productivity traits we have separately compiled research results regarding cow lactation and day in lactation.

The lowest milk yield recorded during the research was observed for cows in first lactation (24.7 kg), while the highest – for cows in third lactation.

The highest content of crude protein in milk (3.49%) was recorded for cows in second lactation, whereas the lowest (3.37%) – for cows in first lactation. Content of crude protein in milk yielded from cows in third, fourth and higher lactation did not differ significantly (3.47%). Milk of cows in second lactation indicated significantly higher casein content (2.66%). This may be explained by the age of cows engaged in the research, since 69% of all milk samples analysed were produced by animals in first and second lactation, 44% of which were yielded by cows in second lactation.

Researches allowed finding out that cows in first and second lactation are still growing and their mammary glands are still forming, therefore milk volume yielded from them may comprise 75–85% of the amount produced by adult cows. Several authors believe that cow should be considered adult when it is in its third lactation (Huth, 1995; Gaillard, 2002). However more common breeding of HM cows, which are more fast-growing, allows observing maximum milk productivity already in the second lactation.

The highest urea content during the research was recorded in milk yielded by cows in second lactation (30.9 mg dL^{-1} ; $p < 0.05$) and the lowest – by cows in third lactation (30.7 mg dL^{-1}). Urea content in first and third lactation milk differed significantly. Also Czech and Lithuanian studies have shown that urea content in third and older lactation milk is lower than one in milk produced by cows in first and second lactation (Jelik *et al.*, 2006; Savickis *et al.*, 2010). Studies conducted in Ontario have shown that urea content is significantly lower at first lactation (Godden *et al.*, 2001b). While several scientists state that such results may be explained by the fact that cows in first lactation are still growing and developing and thus are using amino acids more effectively. As a result, formation of urea in liver is smaller and it is manifested as lower urea content in milk (Oltner *et al.*, 1985).

Fat content was significantly lower in milk acquired from cows in first lactation (4.09%), while in milk produced by cows in other lactations it did not differ significantly and comprised from 4.28% in milk from cows in fourth and further lactations to 4.31% in third lactation milk.

Milk lactose content did not differ significantly among cows in first or second lactation and was similar to one gained from cows in third, fourth or further lactation. The highest lactose content (4.76%; $p < 0.05$) was observed in milk from cows in first lactation; moreover, along with each following lactation, the lactose content tended to reduce.

Somatic cell count indicators differed significantly among various lactations, rising gradually starting from the lowest indicator at first lactation. It may be explained by worsening of animal health along with the ageing, or by mastitis not completely healed since the previous lactation (Poso and Mantysaari, 1996; Kelly *et al.*, 2000).

During the lactation, both volume of milk yielded and content thereof changes. Alterations in milk productivity are analysed by 100 lactations days or phases. First 100 days in lactation are the most important of the whole lactation, since cows at this time bring the highest milk yield and are the most sensitive towards various environmental irritations, thus provision of energy and protein with fodder dose is of especially high importance. Evaluation of energy and protein supply during lactation

is based on assessment of milk productivity and quality traits by lactation day classes, devoting particular attention to the first 100 lactation days that have been studied more in detail (Table 6).

All milk productivity and quality traits acquired within the framework of the research differed significantly among the lactation phases. Second lactation phase (day 30–59) is characteristic with higher milk yield and reduction in crude protein, casein and fat content. At the beginning of lactation, cow organism has to adapt quickly to new metabolism processes that differ from the ones present during dry period. Physiological changes related to milk production take place in organism, therefore need for additional food is growing very fast. Feeling of hunger is formed in central nervous system; it is based on signals from changes in metabolism processes (metabolites and hormones). Disorders in cow's physiological balance together with possibly insufficient or badly balanced fodder dose are reflected by fluctuations in milk productivity (Santos *et al.*, 2000; Ingvarsten, 2006).

Crude protein content in milk differed significantly – from lower (3.22%) at the beginning of lactation (day 30–59) to highest (3.74%) at the end of lactation. Similar trend was observed also in respect to casein content – lowest (2.46%) was recorded from 30th to 59th lactation day, and gradually increasing it reached the highest point (2.85%) in the last lactation days.

During the research, urea content in milk differed significantly among lactation day classes and ranged between 30.3 mg dL⁻¹ and 31.1 mg dL⁻¹. The highest urea content was recorded from 60th to 99th lactation day – 31.1 ml dL⁻¹. Urea content during the phases slightly exceeded the threshold recommended (15 mg dL⁻¹ – 30mg dL⁻¹). This trend may be seen also in researches conducted by other scientists, showing the lowest urea content in the first 60 lactation days and significantly rise thereof from 60th to 150th lactation day, followed by drop after 150th lactation day (Godden *et al.*, 2001b; Arunvipas *et al.*, 2003b; Bastin *et al.*, 2009). It may be explained by milk formation in body that takes place much faster than animal is able to intake food, thus energy to use food protein cannot be provided at sufficient amount, and that manifests in higher milk urea content (Oltner *et al.*, 1985; Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1987; Rossow and Richardt, 2003; Osītis, 2005).

Along with higher milk yield during second lactation phase, also rise in lactose content may be observed. Also other researches indicate positive correlation between the milk yield and lactose content (Kairiša, Jonkus, 2008).

During the lactation, somatic cell count in milk produced by cows with optimum health status changes. The lowest SCS was recorded from 30th to 59th lactation day, afterwards it grew gradually and at final lactation phase after 300th day it reached 4.32. Those are physiologically normal fluctuations in somatic cell count, since at final lactation phase not only number of leukocytes, but also number of epithelial cells in cow milk is growing (Jemeljanovs, 2001).

SCS in milk within the framework of this research has been used as quality indicator, and thus also as indirect animal health indicator. Influence of this indicator on the changes of milk productivity was confirmed already prior (Brolund, 1985; Kelly *et al.*, 2000; Strautmanis un Šterna, 2003; Bailey *et al.*, 2005; Kairiša un Jonkus, 2008).

The highest milk yield (25.3 kg) was recorded for cows with SCS between 1 and 100 thousand in one milk millilitre ($p < 0.05$). In this gradation class, milk had significantly higher urea and lactose content (31.0 mg dL⁻¹ and 4.80%), and lowest crude protein, casein and fat content in milk (3.37%, 2.59%, and 4.14%, respectively) was observed as well. Research allowed concluding that, along with SCS rise, the content in lactose dropped from 4.80% to 4.61%.

If milk yield is high, concentration of mentioned milk components reduces; this negative correlation between milk volume and composition thereof has been observed also by other researchers (Kairiša and Jonkus, 2008). Polish scientists have noticed that, along with higher somatic cell count in milk, milk yield and crude protein content reduces significantly (Litwinczuk *et al.*, 2011). Other researchers have discovered decline in milk yield by 3–9% of SCS is above 500 thousand mL⁻¹ (Hagnestam-Nielsen *et al.*, 2009). In mastitis cases, not only milk yield reduces, but also changes in milk chemical composition have been observed. Several authors suggest using lactose content in milk as udder health indicator. It has been proved that in case of subclinical mastitis concentration of lactose in milk decreases (Antāne *et al.*, 1997). In this research, along with rise in SCS, lactose content reduced from 4.80% to 4.61%. In study conducted by B. Rezik, milk yield drop with higher SCS reached 1.76 kg per day and decline in protein volume comprised 75 g daily (Rezik *et al.*, 2008).

Researches related to comparison of crude protein and non-protein nitrogen content in milk depending on SCS performed by others did not show significant changes, while casein content reduced significantly, as SCS rose (Verdi *et al.*, 1987). It means that animal health in farms should be monitored to ensure production of high quality raw material, as for milk processing enterprises casein content gives higher production volume. The researches carried out about influence of SCS on cheese amount and quality indicate that, along with higher SCS, the cheese outcome and quality thereof reduces (Verdier-Metz *et al.*, 2001; Leitner *et al.*, 2006).

Apart from environmental and physiological factors productivity and quality of dairy cow milk is influenced by genetic factors that include also cow breed.

2.3. Breed

Cow breed is one of the key factors determining effective farming model in farm. Thus it is of a great significance to assess potential of each breed. Research showed that cow breed has considerable effect on all productivity features studied as well as on changes in SCS (Table 7).

Within the framework of the research, significant differences were observed in milk volume yielded from various cow breeds. The highest milk yield (25.0 kg) was produced by HM cows, while the lowest – by LB cows (24.8 kg) and cows of mixed milk breeds (24.9 kg). Differences in milk yield may vary rather greatly among the breeds, since selection of each breed is made to develop particular characteristics. HM cows were bred for high milk yield.

Crude protein, casein and fat content was significantly higher in milk produced by LB cows, while lower in milk gained from HM and XP cows. Scientists have

confirmed that there are differences in crude protein and casein content depending on cow breed (DeMarchi *et al.*, 2008).

It has been found out that, as compared to Estonian Holstein cows, milk produced by Estonian Red cows has higher crude protein, casein and fat content (Joudu *et al.*, 2008). Researches of other scientists have proved high genetic correlation between casein and crude protein content, and they indicate that both indicators emphasize breed characteristics. However, it should be noted that, by using true protein content (incl. casein) instead of crude protein content, economic value of milk may be reflected much better, thus improving and specifying payment for the milk quality. Use of true protein content would allow also more precise estimation of cow breeding value and improve quality of the farming management (Samorel *et al.*, 2013). E.g., in Denmark calculation of the breeding value index for bulls to be exported is based on casein content indicator (Powell *et al.*, 2003).

Productivity traits acquired within the research for XP cows differed significantly from the indicators characterising LB and HM cows. Latvian farmers are interbreeding LB and HM cows with an aim to get higher milk yield, thus also volume of milk components. XP breed indicators found in research are higher than ones of HM breed – a proof that desired aim may be reached. Research carried out in Australia, dealing with comparison of milk productivity traits for Holstein cows and mix of Jersey and Holstein cows, allowed observing higher fat and crude protein content in cow milk yielded from mixed breed (Auldust *et al.*, 2007). Differences in milk composition among various breeds have been established in several researches (Emery, 1988; Schutz *et al.*, 1990; Huth, 1994; Glantz *et al.*, 2009).

Average urea content in milk did not differ significantly among various breeds and ranged between 30.6 mg dL⁻¹ and 30.9 mg dL⁻¹. Studies performed with Holstein, Jersey and Switzerland brown cows show significant difference in content of crude protein and urea depending on breed of the dairy cow (Carroll *et al.*, 2006).

During the research, SCS varied significantly depending on cow breed. The highest SCS was recorded for HM and XP cows, while the smallest – for LB cows; nevertheless all results did not exceed limits stipulated by the legislation – 400 thousand mL⁻¹ (Regulations of the Cabinet of Ministers No 123, 2010). Such a result may be explained by the holding factor influence. The highest share of LB cows is held in agricultural holding B, the average SCS in which comprised 4.06.

Evaluation of the influence left by separate factors on crude protein, casein and urea content in milk shows that factors cannot be used separately to make some judgements about the farming efficiency.

3. Analysis of dairy cow milk composition and urea content in farms researched

Several scientists (Jonker *et al.*, 2002; Dijkstra *et al.*, 2011; Gruber and Poetsch, 2012) emphasize usefulness of crude protein and urea content estimation. Urea content together with crude protein content may be used to assess efficiency of cow feed dose and estimate nitrogen emission into environment.

Analysis of the results found have resulted in average urea content in milk in each farm and breakdown thereof by the content recommended in Europe (Figure 1).

The results acquired show that in three farms (A, B and D) urea content in 59–71% of milk samples comprised 15.1–30.0 mg dL⁻¹. However, also in these holdings urea content in 29–41% of samples was below or above the optimum threshold. Unpleasant situation was observed in holding C; there urea content only in 16% of milk samples was within the optimum limits.

The results obtained show how easy urea content in milk allows assessing efficiency with which protein is utilised in each feed dose and identifying potential threats for environmental pollution. Spanish researches on fertilising pastures with slurry, aiming at increasing nitrogen amount in fodder, showed that excessive fertilisation does not give the result desired, since urea content in milk increases, and that, in turn, points to inefficient nitrogen utilisation (Arriaga *et al.*, 2009). Other studies on various fodder doses with 52% and 72% of dry matter and equal protein content (16.5% and 16.4%, respectively) resulted in observation that urea content in milk does not change significantly depending on fodder dose (Agle *et al.*, 2010).

Analysis of the results compiled allows concluded that differences in the results among various holdings arise due to differing feeding methods. Results of this study show differences in average milk urea content among farms, and thus confirm also findings of other researchers about use of milk urea content for effective planning and calculation of effective fodder dose (Jonker *et al.*, 1999). Scientists point out that changes in milk urea content may reflect even 1% change in protein contained by feed dry matter. In the researches mentioned, cows were fed with feed containing 13.0%, 14.0%, 15.0% and 16.0% of protein in dry matter, and significant fluctuations were observed only in urea content, other productivity traits did not change (Zhai *et al.*, 2006).

After evaluation of the research results and correlations, author for successful herd management suggest using milk urea content parameter together with traditional fat and crude protein parameter. Regular control of urea content allows farmer to make sure that fodder doses are effective and ensures that possible problems are discovered and solved in time.

Various researches conducted in Europe have used urea content in milk, while USA studies more often are using other parameter – milk urea nitrogen (MUN) content. In order to be able to compare research results, urea content was recalculated into MUN (Figure 2) that is used for efficiency control in USA. Advisable MUN content should comprise 8.0–12.0 mg dL⁻¹ (Kohn *et al.*, 2002; Bucholtz *et al.*, 2007).

Research results show that MUN threshold was exceeded in all farms engaged in the study. Thus it may be concluded that farms have to pay attention to utilisation of protein in fodder and balancing thereof with energy in single feed dose. Findings compiled in the USA regarding fodder protein and MUN content show following: to reach MUN limit 12mg dL⁻¹, it is necessary to reduce protein amount in food to 12.8% in dry matter (Aquilar *et al.*, 2012).

Scientists from countries assessing nitrogen use and efficiency, with which nitrogen in single feed dose is utilised, suggest using urea content parameter to evaluate and plan farming model (Godden *et al.*, 2001c; Haig *et al.*, 2002).

Crude protein contains also part of nitrogen useless economically and for nutrition – non-protein nitrogen that comprises approximately 6% of crude protein content in milk and is formed in cow organism after protein metabolism processes (DePeter and Ferguson, 1992; Hui, 1993).

4. Analysis of crude protein and non-protein nitrogen content in milk

With an aim to evaluate correlations between content of crude protein, non-protein nitrogen and urea, with the help of random sampling a research group was created. For this group non-protein content in milk was found out. The results acquired are shown in the Table 8.

Average milk yield in the research group comprised 28.8 kg. Nevertheless all cows of the research group were in the 2nd phase of the lactation, i.e., from to 100th to 200th day in lactation, milk yield amplitude was rather wide – from 15.0 kg to 47.8 kg. Average crude protein content in group accounted for 3.43%.

Average urea content in milk constituted 28.3 mg dL⁻¹, thus meeting the limits suggested. Non-protein nitrogen content comprised 0.204%. Non-protein nitrogen content in Latvia under laboratory conditions is not measured; therefore the results acquired may be compared only with the findings of researchers from other countries. The NPN obtained within the study is higher than one in American researches (Raden and Powell, 2009) – 0.19%. While NPN content found in research conducted in Netherlands was lower (Heck *et al.*, 2009) than in this study (0.182%).

Researches performed prior in other countries affirm changes in non-protein nitrogen content depending on holding, breed, lactation, day in lactation and season (NG-Kwai-Hang *et al.*, 1985), therefore also author of this paper has evaluated results of this research considering all the factors above.

Henceforth paper includes assessment of the influence left by cow breed on changes in content of crude protein and non-protein nitrogen (Table 9).

The results obtained indicated that volume of milk yielded from LB cows is significantly smaller, while crude protein and casein content in milk is significantly higher. Non-protein nitrogen and urea content does not differ significantly among breeds. Also studies of other researchers do not show that cow breed causes changes in content of non-protein nitrogen and cure protein (Carroll *et al.*, 2006).

Research group results may be compared with data acquired in Netherlands. The cow breed dominating in Holland is HM. Urea and non-protein nitrogen content results analysed in the Doctoral Paper were obtained in September, and for breed HM those were 24.6 mg dL⁻¹ and 0.197%, meeting the data acquired in Netherlands – there urea and non-protein nitrogen parameters obtained in August comprised 26.0 mg dL⁻¹ and 0.190% (Heck *et al.*, 2009).

With an aim to evaluate farm influence on milk productivity traits and non-protein nitrogen content in research group, the results found are compiled in Table 10.

Holding factor had significant influence on milk yield, crude protein, casein and urea content. Also farm C cows engaged in the research had significantly higher urea and non-protein nitrogen content in milk (45.6 mg dL⁻¹ and 0.232%), while milk yield in holding C was the lowest.

Significant differences were observed among all holdings. Farm D indicated the highest milk yield – 35.8 kg. Also crude protein content varied remarkably among the farms. The highest crude protein and casein content was recorded in farm B (3.61% and 2.79%, respectively); whereas farm D indicated the lowest crude protein and casein content (3.29% and 2.53%, correspondingly).

Analysis of seasonal influence on milk productivity traits shows that other scientists have discovered that lowest crude protein and true protein content in milk may be observed in summer months, while content of non-protein nitrogen and urea during these months is significantly higher (Heck *et al.*, 2009). Also other studies have observed that crude protein and casein content in milk is lower when volume of non-protein nitrogen (containing urea) increases (Carlsson *et al.*, 1995; Ferguson *et al.*, 1997; Godden *et al.*, 2001b).

Casein is the most valuable part of crude protein. Apart from casein, crude protein contains also whey proteins and non-protein nitrogen. Percentage breakdown of crude protein components by farms is summarised in Figure 3.

Casein forms the largest group of crude protein. Casein content in milk yielded from research group differed among all holdings; the lowest (76.9%) was recorded in farm D, while highest (77.6%) – in farm A. Non-protein nitrogen content varied between 5.6% in farm B and 6.6% in farm C. Also other scientists have observed fluctuations in NPN content depending on holding. Amplitude in fluctuations ranged between 3.73% and 7.95% (Barbano and Lynch, 1992).

To prove the hypothesis of the research, mutual correlation between non-protein nitrogen and crude protein were evaluated. Research group cows indicate weak non-protein nitrogen influence on changes of crude protein content in milk (4.3%). Such effect is small, however a positive trend may be observed. If size of research group is bigger, the results acquired may be more credible and prove that changes in crude protein content increase also share of useless share of nitrogen.

Urea is one of non-protein nitrogen components. Correlation between non-protein nitrogen and urea content in milk is positive and medium close ($r = 0.677$). Value of the determination coefficient found ($R^2 = 0.458$) indicates that urea content influences the increase in share of non-protein nitrogen by 45.8%. The results obtained allow using urea content parameter to estimate share of non-protein nitrogen, finding out volume of substances containing useless nitrogen in milk.

Research results show that, when assessing crude protein content in milk produced with an aim to make payment for the milk produced or evaluate cow breeding value, it would be useful to use casein or true protein content parameters instead of crude protein content in milk, as those are indicators giving milk processing enterprises clear view about the possible outcome from the milk purchased (Šustova *et al.*, 2007).

5. Use of milk composition traits to assess farming method

As compared to other ruminants, dairy cows are able to transform fodder crude protein into milk proteins more effectively and are discharging nitrogen with manure and urine. Nitrogen content in manure may be two, three times higher than one in milk. Thus, as protein volume in feed is increased, not only more milk is produced,

bet also threats for environmental pollution are growing. Moreover, costs necessary to prepare fodder rich in proteins are increasing.

Many researchers have proved that milk content traits may be used not only to assess animal productivity, but also to characterise metabolism processes in animal body and thus also to foresee possible illnesses in time and control farming efficiency. Productivity traits characterising body metabolism processes are called biomarkers. Somatic cell count is used to evaluate animal health status, while urea content in milk – to find out protein and energy balance in fodder and assess efficiency of feed protein use, as well as to prognosticate possible risks of metabolism illnesses (ketosis, acidosis) and possible environmental threats. It has been proved that there is significant correlation between milk urea content and nitrogen content in animal urine and manure (Eckersall and Bell, 2010; Burgos *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2011; Spek *et al.*, 2013).

With the help of average milk yield and composition traits acquired within the research the volume of crude protein, casein, urea and urea nitrogen produced in each farm was calculated (in kg) (Table 11).

Analysis of crude protein content parameters basing on volume shows that there are significant differences among holdings. The highest crude protein amount in control day was acquired from farms B and D (0.87 kg), whereas the lowest from farm C (0.80 kg). Researchers have noticed influence of feeding and fodder dose versatility on crude protein content and volume. Composition of feed dose affects crude protein volume and not content thereof in milk (Schingoethe, 1996). Corresponding breakdown among farms was observed also in respect to casein volume. Whereas the lowest urea amount within twenty-four hours was produced in holding C (7.21g), and the highest in farm D (7.95g), nevertheless highest urea content parameter was observed in farm C (34.1mg dL⁻¹). Also amount of urea nitrogen by farms is broken down similarly to urea amount. It is necessary to evaluate production efficiency in holdings by the amount of milk productivity parameter, as they are the ones basing on which payment for the milk is made and dairy cow breeding value is determined.

Farm may use urea volume under integrated farming. This indicator points to volume of unused nitrogen that with urine and whey after curd and cheese production gets into waste and afterwards in surrounding environment. By basing calculations on urea and nitrogen amount, volume of nitrogen emitted with milk on average by single cow during lactation may be calculated per each farm (Figure 4).

When calculating average milk urea nitrogen volume that is produced with milk during lactation and possible milk urea nitrogen (MUN) amount at optimum MUN content 8.0mg dL⁻¹, it may be concluded that these indicators differ significantly. Highest urea nitrogen with milk is emitted farm D – 1.116 kg, while at optimum MUN it would be only 0.620 kg, i.e., practically a half less than actual nitrogen volume emitted. Thus each farmer, knowing cost of one protein feed kilogram, may calculate amount of money wasted by farm.

Researches conducted prior have resulted in close positive correlation between milk urea content and milk urea nitrogen; meaning that as urea content in milk increases, also nitrogen content in urine grows, and thus environmental threats and

volume of uselessly utilised protein rises as well (Shingfield *et al.*, 2001; Gressley and Armentano, 2007).

As earth population number is growing, issue on food supply becomes increasingly more topical. It is necessary to increase agricultural produce while safeguarding environment. Many researches underline well-balanced agricultural production, seeking for a way to achieve optimum animal productivity with minimum environmental pollution.

S.A.Burgos and other scientists experimented with dairy cows in various lactation days. Cows were fed with fodder doses having various protein contents (15%, 17%, 19% and 21%). Cows received such feeding for six days. In the seventh day, milk, urine and faecal samples were taken, ammonium emission from urine and faecal samples was measured and calculated, and nitrogen content in milk samples was studied. As protein content in fodder dose increased (from 17.2% to 19%), also urine volume of dairy cows grew (from 22.2L daily to 25.6L daily). Basing on the data acquired in the research, calculations were made. Results thereof showed close correlation between ammonium emission with faeces and urine and milk urea content ($R^2 = 0.85$). Basing on the results acquired, scientists worked out equation that is used to control ammonium emission depending on milk urea content (Burgos *et al.*, 2010).

On the basis of this equation, possible ammonium pollution in researched farms was calculated (Figure 5).

Calculations show that smallest ammonium pollution would be emitted by holding A, while biggest – by farm C (91.4g and 104g, respectively). By using these data, each farm may make calculations and forecast farming efficiency and environmental threats. Netherlands already currently are monitoring and evaluating environmental threats basing on urea content parameter acquired from cow milk monitoring data. Measures taken since 1998, covering monitoring of legislation and farmer control over and correction of fodder protein and energy amount, have produced good result. Already in three years, 12% reduction in ammonium pollution was recorded (Bijgaart, 2003).

Many researchers emphasize that use of urea content is not unambiguous, and it may not be used separately without considering factors influencing changes thereof – not only physiological, but also time, when milk samples were taken, and testing method, as well as laboratory in which testing was performed. Therefore scientists and feeding specialists suggest basing regular herd control on average results calculated that were obtained from individual animals instead of urea parameter found for total milk produced. If possible, calculations should be made for animals located in the same feeding group (Bijgaart, 2003; Ingvarsten, 2006).

Evaluation of the research results shows that, when planning farming method, it would be useful for each farm not only to consider milk composition, but also to recalculate and assess volume of key milk components in kilograms and grams. Payment for milk is derived directly from the outcome calculated and volume of milk produced. Not always high crude protein content in milk means high payment for the milk and vice versa – high milk yield with small crude protein content may give better outcome. Each farmer has to evaluate advantages and disadvantages, and, by using all available

milk productivity and quality traits, he/she has to make a decision on the most efficient and environmentally friendly farming method.

CONCLUSIONS

1. In the paper, during the two research years, it was found out that changes in milk yield, content of crude protein, casein, fat and lactose were significantly influenced by particular agricultural holding, season, cow breed, lactation and lactation phase, milk yield in control day, milk urea content and somatic cell count ($p < 0.001$; $p < 0.05$), while among the factors above changes in the milk urea content were not affected by cow breed and lactation. The factors researched allowed explaining alternations in productivity characteristics from $R^2 = 0.228$ to $R^2 = 0.940$.
2. Milk crude protein content in holdings using freestall housing comprised 3.53–3.57% and milk urea content constituted 29.8–30.6 mg dL⁻¹. While in farms using tie stall housing the indicators accounted for 3.31–3.38% and 28.7–34.1 mg dL⁻¹, respectively. It was found out that in three farms optimum milk urea content was recorded in 58–70% of milk samples, while in one farm only in 17% of samples.
3. Crude protein and urea content dynamics was observed in lactation phases. Significantly highest milk yield 25.5 kg and urea content 30.9 mg dL⁻¹ was from the 30th to 59th day of lactation, but the crude protein content in this period was significantly lower 3.22%.
4. Content of the most valuable crude protein component casein in the farms studied varied between 76.9% and 77.6%, volume of whey proteins – between 16.2% and 17.1%, while amount of economically useless non-protein nitrogen (NPN) – between 5.6% and 6.6%.
5. Evaluation of the correlation between non-protein nitrogen and crude protein content allowed concluding that there is weak influence left by non-protein nitrogen on changes in crude protein content ($r = 0.088$), while effect of urea content on changes in share of non-protein nitrogen in milk is significant ($r = 0.677$).
6. Milk urea nitrogen (MUN) content in milk produced in the agricultural holdings researched ranged between 13.2 mg dL⁻¹ and 15.7 mg dL⁻¹, while MUN volume emitted by single cow during lactation in holdings using freestall housing was higher (from 1.061kg to 1.116kg), as compared to farms using tie stall housing (from 1.013kg to 1.031kg).
7. The forecasted ammonium pollution emitted daily from agricultural holdings using tie stall housing may comprise 91.4–104.0g, while amount emitted by holdings using freestall housing may constitute 93.9–95.9g daily.
8. The hypothesis of the paper has been proven partly; as milk urea content increases, also content of non-protein nitrogen in milk grows, but, when urea content exceeds 45.0 mg dL⁻¹, true protein content decreases.

SUGGESTIONS FOR MILK PRODUCERS AND PROCESSERS

1. When using milk urea content parameter for regular control of the holding, one should not be limited to results acquired in laboratory. Also other factors that may influence changes in content of urea and crude protein should be taken into consideration. Research results prove that factors not related to feeding have effect on changes in milk crude protein and urea content, and allow identifying possible deviations not related feeding.
2. Milk productivity traits for farming control should be used together with controlled and known fodder dose, otherwise changes in productivity features may not be explained precisely.
3. All agricultural holdings producing milk should control urea content in milk yielded from each individual cow on regular basis, while farms engaged in milk monitoring should find out milk urea content for all cows within monthly control.
4. Breeding specialists and organisations engaged in dairying industry should agree upon using crude protein, true protein or casein content in calculation of productivity index, while milk processing enterprises should evaluate importance of casein content in final product outcome, and payment should be set basing on the most valuable crude protein component in milk.
5. Close non-protein nitrogen (NPN) correlation with urea content allows evaluation milk production efficiency, by using milk urea content indicator: it allows using results acquired to control environmental pollution.