

## KARVIŲ PIENO SUDĖTIES IR PIENO TŪRIO PERSKAIČIAVIMO Į MASĘ KOEFICIENTO TYRIMAI

Algirdas Liutkevičius<sup>1</sup>, Dalia Sekmokienė<sup>2</sup>, Artūras Stimbirys<sup>2</sup>, Loreta Šernienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; aliutk@lmai.lt*

<sup>2</sup>*Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-4781 Kaunas, dalsek@lva.lt*

**Santrauka.** Norint patikslinti perskaičiavimo (dauginimo) koeficientą, kuris taikomas priimamam pienui perskaičiuoti į masę, tirta Lietuvoje superkamo pieno sudėtis bei tankio svyravimai.

Pavasario, vasaros ir rudens sezonu žalio pieno mėginiuose iš įvairių šalies regionų riebalų kiekis svyravo nuo 3,28 iki 4,74 proc., baltymų – 2,87–3,8 proc., sausosios medžiagos – 11,43–13,81 proc. Ištirta žalio pieno tankio ir pieno sausųjų medžiagų, riebalų ir baltymų kiekio tarpusavio priklausomybė. Visais atvejais nustatyta tiesinė priklausomybė, kurią galima išreikšti pirmojo laipsnio lygtimis. Koreliacija tarp pieno tankio ir baltymų kiekio – 0,426, tarp pieno tankio ir riebalų kiekio – 0,313, o tarp pieno tankio ir sausųjų medžiagų kiekio – 0,534. Skirtingu metų sezonu įvairiuose Lietuvos regionuose superkamo pieno tankio vidurkis 20°C temperatūroje yra 1028 kg/m<sup>3</sup> (1,028 g/cm<sup>3</sup>). Taigi, superkamą pieną, kai jo faktinis tankis nėra nustatomas, perskaičiuojant į masę ar tūrį, galima taikyti perskaičiavimo koeficientą 1,028.

**Raktažodžiai:** pieno tankis, riebalai, baltymai, sausosios medžiagos.

## MILK COMPOSITION AND ITS DENSITY IN DAIRY COWS IN LITHUANIA AND COEFFICIENT OF COUNTMENT OF MILK VOLUME TO IT'S MASS

Algirdas Liutkevičius<sup>1</sup>, Dalia Sekmokienė<sup>2</sup>, Artūras Stimbirys<sup>2</sup>, Loreta Šernienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Food Institute of Kaunas University of Technology, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas,*

*Lithuania; e-mail: aliutk@lmai.lt*

<sup>2</sup>*Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės Str. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; e-mail: dalsek@lva.lt*

**Summary.** Milk composition and its density in dairy cows were investigated in Lithuania. The aim of performed study was establishment of more precise conversion coefficient of milk volume to it's mass. The limits of fluctuation of chemical composition of milk and milk density were determined. The correlation coefficient for density of milk and: milk protein (0.426), milk fat (0.313), and dry milk matter (0.534) were estimated. It was determined that precise density of milk, from different regions of Lithuania in different seasons of the year at 20°C temperature is 1028 kg/m<sup>3</sup> (1.028 g/cm<sup>3</sup>). Therefore, the conversion coefficient 1.028 for the supplied milk mass, if the actual density of bulk milk is not being estimated, can be applied in Lithuania.

**Key words:** milk density, fat, proteins, dry milk matter.

**Įvadas.** Pieno tankį lemia įvairūs veiksniai: gyvulio rūšis (Ahamefule et al., 2003), karvių veislė (Duffy, Rose, 2007; Mech et al., 2008; Roche et al., 2006), laktacijos periodas (Auld et al., 1998), sveikatos būklė (Žilaitis et al., 2006), šėrimas (Roche et al., 2006; Petit, 2002), laikymas (Vicini et al., 2008) ir klimato sąlygos (Iggman et al., 2003; Auld et al., 1998), kurie savo ruožtu veikia ir pieno cheminę sudėtį. Pieno sudėtinės dalys yra skirtingo tankio: pieno riebalai – 922 kg/m<sup>3</sup>, baltymai – 1391 kg/m<sup>3</sup>, pieno cukrus – 1545 kg/m<sup>3</sup>, druskos – 2857 kg/m<sup>3</sup> (Hawke, Taylor, 1995; Охрименко О.В. Охрименко А. В., 2000; Меркулов и др., 2004). Pieno baltymai, angliavandeniai, mineralinės medžiagos didina pieno tankį, o riebalai – mažina (Skimundris, 2004). Laktacijos metu pieno fizinės savybės ir jo sudėtinės dalys kinta skirtingai. Esant daugiau riebalų pieno tankis mažėja, o laktacijos pabaigoje, kai riebalų daugiau, tankis paprastai ne sumažėja, o padidėja. Tą lemia didesnis baltymų ir mineralinių medžiagų kiekis piene. Priklausomybę tarp pieno tankio ir jo sudėties galima išreikšti šia P. Walstra ir T. Geurts lygtimi (Walstra, Geurts, 1996):

$$\frac{1}{\rho} = \sum \frac{m_x}{\rho_x}, \text{ kur:}$$

$m_x$  – pieno sudėtinės dalies x masė mišinyje,

$\rho_x$  – pieno sudėtinės dalies x tankis mišinyje.

Dėl nepastovios pieno cheminės sudėties tankis paprastai kinta gana smarkiai – nuo 1026 iki 1033 kg/m<sup>3</sup> (Smith, 2003; Gudonis, 2000; Skimundris, 2004).

Pieno tankio tyrimo tikslumą mažina mėginio konservavimas kalio bichromatu, mechaninės priemonės piene, tyrimas anksčiau negu 2 val. po melžimo, nepakankamas arba per stiprus mėginio išmaišymas. Dėl naujos gyvulių veislės, pasikeitusios gyvulių laikymo bei šėrimo technologijos pastaraisiais metais Lietuvoje pasikeitė superkamo pieno sudėtis (<http://beta.pieno-tyrimai.lt:8778/statistika/analize/v-3.gif>).

Faktinis žalio pieno tankis taikomas perskaičiuojant priimamo pieno tūrį į masę, ir atvirkščiai. Iki šiol, perskaičiuojant pieno tūrį į svorį, buvo taikomas perskaičiavimo (dauginimo) koeficientas 1,027 (Žin., 2001), tačiau pastebėta, jog jį taikant neretai gaunamas priimamo pieno perteklius arba trūkumas.

**Šio darbo tikslas** – ištirti Lietuvoje superkamo pieno tankio svyravimus atsižvelgiant į sezoniskumą bei kitus veiksnius ir patikslinti superkamo pieno tūrio perskaičiavimo į masę koeficiento dydį.

**Tyrimo objektai ir metodai.** Darbas atliktas Kauno technologijos universiteto Maisto instituto Technologijos laboratorijoje bei pieno pramonės įmonėse.

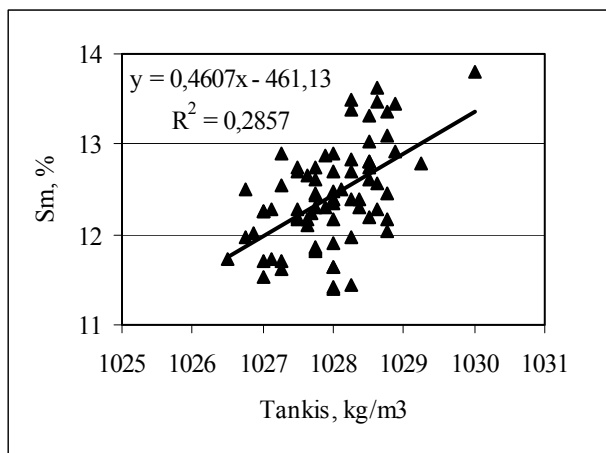
Tyrimo objektas – žalias karvių pienas, surinktas iš įvairių Lietuvos regionų.

Norint įvertinti šių veiksnių įtaką pieno tankio svyravimams, žalio pieno mėginiai pavasario, vasaros ir rudens sezonu atrinkti iš įvairių šalies regionų. Mėginiai imti iš AB „Pieno žvaigždės“ filialų „Kauno pienas“, „Panevėžio pienas“ ir AB „Žemaitijos pienas“, kur pienas pristatomas iš įvairių šalies regionų. Priėmimo laboratorijose analizatoriais „MilkoScan FT 120“ (Danija) ir „LactoScop“ (Olandija) nustatytas riebalų, baltymų, laktozės kiekis bei tankis 20°C temperatūroje. Mėginių bendras sausosios medžiagos kiekis nustatytas KTU Maisto instituto Technologijos laboratorijoje pagal 1992 m. lapkričio 14 d. Europos Tarybos sprendime (92/608/EEB) pateiktą metodiką (92/608/EEB). Pieno tankiui nustatyti naudota 2005 m. sausio 21 d. LR žemės ūkio ministro įsakymu Nr. 3D-21 patvirtinta metodika (Žin., 2005).

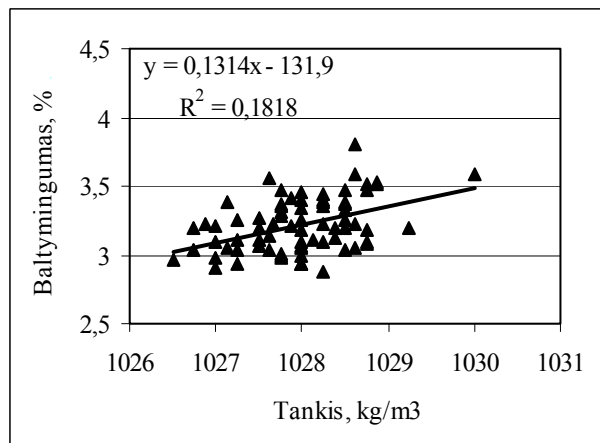
Pieno tankio mėginių temperatūra buvo keičiama nuo 3 iki 25°C, šildant atšaldytą pieną kas 1°C ir išlaikant joje 6–7 min. tam, kad nusistovėtų pusiausvyra.

Tyrimų duomenys apdoroti matematinės statistikos metodais.

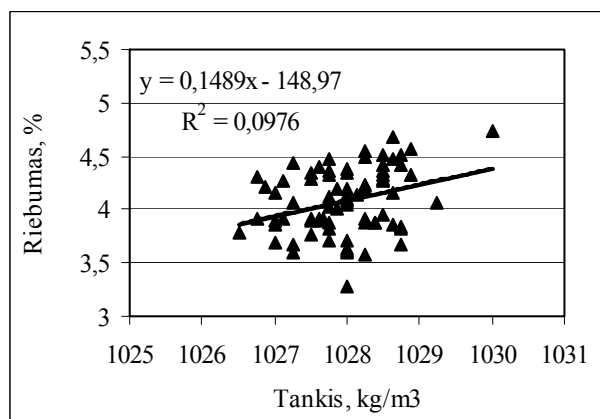
**Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas.** Balandžio–lapkričio mėn. ištirti 75 žalio pieno mėginiai iš visų šalies regionų. Riebalų kiekis juose svyravo nuo 3,28 iki 4,74 proc., baltymų – 2,87–3,8 proc., sausosios medžiagos – 11,43–13,81 proc. Žalio pieno tankio 20°C temperatūroje ir sausųjų medžiagų, riebalų bei baltymų kiekio tarpusavio priklausomybė pateikta 1, 2, 3 pav. Visais atvejais nustatyta tiesinė priklausomybė, kurią galima išreikšti pirmojo laipsnio lygtimis.



1 pav. Pieno tankio ir sausųjų medžiagų kiekio tarpusavio priklausomybė



2 pav. Pieno tankio ir baltymų kiekio tarpusavio priklausomybė



3 pav. Pieno tankio ir riebalų kiekio tarpusavio priklausomybė

Nustatyta koreliacija tarp pieno tankio ir baltymų kiekio lygi 0,426, tarp pieno tankio ir riebalų kiekio – 0,313, tarp pieno tankio ir sausųjų medžiagų kiekio – 0,534.

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad skirtingu metų sezonu įvairiuose Lietuvos regionuose superkamo pieno tankio vidurkis 20°C temperatūroje yra 1028 kg/m<sup>3</sup> (1,028 g/cm<sup>3</sup>). Galima teigti, kad superkamą pieną, kai jo tankis nėra matuojamas, perskaičiuojant į masę ar tūrį, galima taikyti perskaičiavimo (dauginimo) koeficientą 1,028.

Kiekvienai pieno mėginio matavimo temperatūrai buvo apskaičiuotas mėginio tankio pokytis keliant temperatūrą nuo 3°C iki 25°C. Pieno tankio priklausomybės nuo temperatūros tyrimų rezultatai pateikti 2 (pavasario sezono), 3 (vasaros sezono) ir 4 (rudens sezono) lentelėse.

Pagal gautus rezultatus pieno tankio perskaičiavimo koeficientai (pieno tankio pokyčio aritmetiniai vidurkiai) apskaičiuoti kiekvienai laipsnių grupei. Gauti rezultatai pateikti 5 lentelėje. Iš pateiktų duomenų matyti, kad pieno tankio vertės standartiniai nuokrypiai svyruoja nuo ±0,007 iki ±0,059.

1 lentelė. Sezoniškumo įtaka pieno cheminei sudėčiai ir tankiui

Sezonas	Rodikliai			
	Tankis 20°C temperatūroje, kg/ m <sup>3</sup>	Riebalų kiekis, %	Baltymų kiekis, %	Sausosios medžiagos kiekis, %
Pavasaris	1028,1±0,5	3,9±0,26	3,0±0,12	12,1±0,4
Vasara	1027,7±0,6	3,9±0,19	3,0±0,11	12,2±0,4
Ruduo	1028,0±0,7	4,3±0,18	3,3±0,15	12,8±0,5

2 lentelė. 3,96% riebumo ir 3,03% baltymingumo pavasario pieno tankio priklausomybė nuo temperatūros

Temperatūra, °C	Pieno tankis, kg/ m <sup>3</sup>		Vidurkis, kg/m <sup>3</sup>
	Mėginio nr.		
	1	2	
3	1031,5	1031,75	1031,625
4	1031,25	1031,25	1031,25
5	1031,0	1031,0	1031,0
6	1031,0	1031,0	1031,0
7	1030,75	1030,75	1030,75
8	1030,5	1030,75	1030,625
9	1030,5	1030,5	1030,5
10	1030,5	1030,25	1030,375
11	1030,25	1030,25	1030,25
12	1030,0	1030,0	1030,0
13	1030,0	1030,0	1030,0
14	1029,75	1030,0	1029,875
15	1029,75	1029,75	1029,75
16	1029,75	1029,75	1029,75
17	1029,5	1029,75	1029,625
18	1029,25	1029,25	1029,25
19	1029,0	1028,75	1028,875
20	1028,5	1028,5	1028,5
21	1028,0	1028,0	1028,0
22	1027,75	1027,75	1027,75
23	1027,5	1027,5	1027,5
24	1027,25	1027,25	1027,25
25	1027,0	1027,0	1027,0

3 lentelė. 3,62% riebumo ir 3,09% baltymingumo vasaros pieno tankio priklausomybė nuo temperatūros

Temperatūra, °C	Pieno tankis, kg/ m <sup>3</sup>		Vidurkis, kg/m <sup>3</sup>
	Mėginio Nr.		
	1	2	
3	1030,5	1030,75	1030,625
4	1030,5	1030,5	1030,5
5	1030,0	1030,25	1030,125
6	1030,0	1030,0	1030,0
7	1030,0	1030,0	1030,0
8	1030,0	1030,0	1030,0
9	1030,0	1030,0	1030,0
10	1029,75	1029,75	1029,75
11	1029,75	1029,75	1029,75
12	1029,75	1029,5	1029,625
13	1029,5	1029,5	1029,5
14	1029,5	1029,5	1029,5

Temperatūra, °C	Pieno tankis, kg/ m <sup>3</sup>		Vidurkis, kg/m <sup>3</sup>
	Mėginio Nr.		
	1	2	
15	1029,25	1029,25	1029,25
16	1029	1029	1029
17	1028,75	1029	1028,875
18	1028,75	1028,75	1028,75
19	1028,5	1028,5	1028,5
20	1028	1028	1028
21	1027,75	1027,75	1027,75
22	1027,5	1027,5	1027,5
23	1027,25	1027,25	1027,25
24	1027	1027	1027
25	1026,75	1026,5	1026,625

4 lentelė. 4,50% riebumo ir 3,44% baltymingumo rudens pieno tankio priklausomybė nuo temperatūros

Temperatūra, °C	Pieno tankis, kg/m <sup>3</sup>		Vidurkis, kg/m <sup>3</sup>
	Mėginio Nr.		
	1	2	
3	1032,0	1032,0	1032,0
4	1031,5	1031,5	1031,5
5	1031,5	1031,25	1031,375
6	1031,25	1031,25	1031,25
7	1031,25	1031,0	1031,125
8	1031,0	1031,0	1031,0
9	1031,0	1031,0	1031,0
10	1029,75	1029,75	1029,75
11	1029,75	1029,5	1029,625
12	1029,75	1029,5	1029,625
13	1029,5	1029,5	1029,5
14	1029,25	1029,25	1029,25
15	1029,25	1029,25	1029,25
16	1029,25	1029,25	1029,25
17	1029,0	1029,0	1029,0
18	1028,75	1028,75	1028,75
19	1028,5	1028,5	1028,5
20	1028,25	1028,25	1028,25
21	1027,75	1027,75	1027,75
22	1027,5	1027,5	1027,5
23	1027,25	1027,25	1027,25
24	1027,0	1027,0	1027,0
25	1026,75	1026,75	1026,75

Būdinga tai, jog pieno tankio pokyčio vidurkis kinta keturiuose temperatūrų intervaluose (5 lentelė). Šiuose intervaluose ir apskaičiuoti pieno tankio perskaičiavimo koeficientai. Taigi, matuojant pieno tankį 3–25°C temperatūroje ir perskaičiuojant pieno tankį į 20°C temperatūrą, taikytinos šios formulės:

kai tiriama mėginio temperatūra nuo 3°C iki 11°C –

$$\rho^{20} = \rho_t - (20-t) \times 0,18;$$

kai tiriama mėginio temperatūra nuo 11,5°C iki 17°C –

$$\rho^{20} = \rho_t - (20-t) \times 0,19;$$

kai tiriama mėginio temperatūra nuo 17,5°C iki 21°C –

$$\rho^{20} = \rho_t - (20-t) \times 0,28;$$

kai tiriama mėginio temperatūra nuo 21,5°C iki 25°C –

$$\rho^{20} = \rho_t + (t-20) \times 0,32;$$

čia:

$\rho_t$  – mėginio tankis matavimo temperatūroje, kg/m<sup>3</sup>,

t – mėginio matavimo temperatūra, °C.

#### Išvados.

1. Tarp žalio pieno tankio, pieno riebalų, baltymų ir sausųjų medžiagų kiekio egzistuoja tiesinė priklausomybė, kurią galima išreikšti pirmojo laipsnio lygtimis.

2. Skirtingu metų sezonu įvairiuose Lietuvos regionuose superkamo pieno tankio vidurkis 20°C temperatūroje yra 1028 kg/m<sup>3</sup> (1,028 g/cm<sup>3</sup>).

3. Nustatyti pieno tankio 3–25°C temperatūroje perskaičiavimo matematinis būdas į 20°C temperatūrą koeficientai. Esant tiriamojo mėginio temperatūrai nuo 3°C iki 11°C; nuo 11,5°C iki 17°C; nuo 17,5°C iki 21°C ir nuo 21,5°C iki 25°C koeficientai atitinkamai yra šie – 0,18;

0,19; 0,28 ir 0,32.

4. Perskaičiuojant pieno tankį į 20°C temperatūrą, pieno tankio vertės standartiniai nuokrypiai svyruoja nuo ±0,007 iki ±0,059.

5 lentelė. Pieno tankio pokytis 3–25°C temperatūroje

Temperatūros pokytis, °C	Pavasario pieno tankio pokytis $\rho_1 - \rho_2$ , kg/m <sup>3</sup>	Vasaros pieno tankio pokytis $\rho_1 - \rho_2$ , kg/m <sup>3</sup>	Rudens pieno tankio pokytis $\rho_1 - \rho_2$ , kg/m <sup>3</sup>	Pieno tankio pokyčio vidurkis, kg/m <sup>3</sup>	Standartinis nuokrypis	Patikimumo intervalas
3–4	0,30625	0,30625	0,35	0,320833	0,020624	0,023338
4–5	0,18125	0,2125	0,171429	0,188393	0,017512	0,019816
5–6	0,2125	0,21875	0,153571	0,19494	0,029363	0,033227
6–7	0,19375	0,13125	0,110714	0,145238	0,035313	0,039959
7–8	0,18125	0,15625	0,15	0,1625	0,013502	0,015278
8–9	0,15	0,0625	0,189286	0,133929	0,052993	0,059966
9–10	0,1125	0,19375	0,207143	0,171131	0,041817	0,04732
Tankio perskaičiavimo koeficientas (tankio pokyčio vidurkis 3–10°C temp.)						
<u>0,18</u>						
10–11	0,1125	0,11875	0,139286	0,123512	0,011442	0,012947
11–12	0,175	0,1875	0,139286	0,167262	0,02043	0,023118
12–13	0,13125	0,11875	0,175	0,141667	0,024116	0,02729
13–14	0,2	0,18125	0,189286	0,190179	0,007681	0,008691
14–15	0,1875	0,1625	0,182143	0,177381	0,010747	0,012161
15–16	0,175	0,18125	0,257143	0,204464	0,037337	0,04225
Tankio perskaičiavimo koeficientas (tankio pokyčio vidurkis 10,5–16°C temp.)						
<u>0,19</u>						
16–17	0,24375	0,2125	0,225	0,227083	0,012843	0,014532
17–18	0,23125	0,1625	0,246429	0,213393	0,036516	0,041321
18–19	0,275	0,2125	0,235714	0,241071	0,025795	0,029189
19–20	0,3125	0,3125	0,296429	0,307143	0,007576	0,008573
Tankio perskaičiavimo koeficientas (tankio pokyčio vidurkis 16,5–20°C temp.)						
<u>0,28</u>						
20–21	0,3625	0,31875	0,367857	0,349702	0,021996	0,02489
21–22	0,29375	0,3	0,342857	0,312202	0,021826	0,024698
22–23	0,31875	0,3	0,275	0,297917	0,017922	0,02028
23–24	0,375	0,29375	0,307143	0,325298	0,035568	0,040248
24–25	0,2875	0,4125	0,285714	0,328571	0,059351	0,067161
Tankio perskaičiavimo koeficientas (tankio pokyčio vidurkis 20,5–25°C temp.)						
<u>0,32</u>						

#### Literatūra

- Ahamefule F. O., Ibeawuchi J. A., Ejiofor C. A. Comparative study of the constituents of cattle, sheep and goat milk in a hot-humid environment. *Discovery and Innovation*. 2003. Vol.15. P. 64–69.
- Auldism M. J., Walsh B. J., Thomson N. A. Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *Journal of Dairy Research*. 1998. Vol.65. P. 401–411.
- Duffy D. J., Rose R. Milk composition and growth in the southern brown bandicoot, *Isodon obesulus* (Marsupialia: Peramelidae). *Australian Journal of Zoology*. 2007. ISSN 0004-959X. Vol. 55 (5). P 323–329.

4. Europos Tarybos sprendimas 1992 m. lapkričio 14 d., nustatantis termiškai apdoroto pieno, skirto tiesioginiam žmonių vartojimui, tyrimų ir analizės metodus (92/608/EEB).

5. Gudonis A. Pieno ir pieno produktų tyrimai. Kaunas, 2000. P. 132.

6. Hawke J. C., Taylor M. W. *Advanced Dairy Chemistry*, 1995. P. 268.

7. Iggman D., Birgisdottir B., Ramel A., Hill J., Thorsdottir I. Differences in cow's milk composition between Iceland and the other Nordic countries and possible connections to public health. *Scandinavian Journal of Nutrition*. 2003. Vol. 47 (4). P. 194–198.

8. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas Nr. 3D-21 „Dėl žemės ūkio ministro 1999 m. birželio 29 d. įsakymo Nr. 287 „Dėl žalio pieno pirminių kokybės rodiklių įvertinimo instrukcijos patvirtinimo“ pakeitimo. Valstybės žinios. 2005. Nr. 8–248.
9. Lietuvos žemės ūkio ministro įsakymas Nr. 146 „Pieno supirkimo taisyklės“. Valstybės žinios. 2001. Nr.40–1406.
10. Mech A., Dhali A., Prakash B., Rajkhowa C. Variation in milk yield and milk composition during the entire lactation period in mithun cows (*Bos frontalis*). Livestock Research for Rural Development. 2008. Vol. 20 (75). P. 24–29.
11. Petit H. V. Digestion, Milk Production, Milk Composition, and Blood Composition of Dairy Cows Fed Whole Flaxseed. Journal of Dairy Science. 2002. Vol. 85 (6). P. 1482–1490.
12. Roche J. R., Berry D. P., Kolver E. S. Holstein-Friesian strain and feed effects on milk production, body weight, and body condition score profiles in grazing dairy cows. Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 3532–3543.
13. Skimundris V. Laboratoriniai pieno tyrimai. Kaunas, 2004. P 21–23.
14. Smith G. Dairy processing. Improving Quality. 2003. P. 426.
15. Vicini J., Etherton T., Kris-Etherton P., Ballam J., Denham S., Staub R., Goldstein D., Cady R., McGrath M., Lucy M. Survey of Retail Milk Composition as Affected by Label Claims Regarding Farm-Management Practices. J Am Diet Assoc. 2008. Vol. 108. P. 1198–1203.
16. Walstra P., Geurts T. J. Dairy technology. Markel Dekker.,New York. 1996. P. 800.
17. Žilaitis V., Banys A., Maruška R., Vorobjovas G., Žiogas V. The impact of gynaecological condition on biochemical blood and milk composition in dairy cows. ISSN 1392-2130. Veterinarija ir zootechnika. 2006. Vol. 33 (55). P. 22–27.
18. Меркулов М. Ю., Косой В. Д., Юдина С. Б. Факторы, влияющие на плотность молока. Молочная промышленность. 2004. № 6. С. 67–68.
19. Охрименко О. В., Охрименко А. В. Исследование состава и свойств молока и молочных продуктов. Вологда-Молочное. 2000. 157 с.
20. [Žiūrėta 2008 m kovo mėn.10 d.]-Internetė: <http://beta.pieno-tyrimai.lt:8778/statistika/analize/v-3.gif>.

Gauta 2008 10 07

Priimta publikuoti 2009 06 08