

LATVIJĀ IZAUDZĒTO JĒRU MUSKUĻAUDU SASTĀVA ANALĪZE**Analysis of muscle tissue quality in lambs bred in Latvia****D. Kairiņa, J. Sprūžs**

LLU Dzīvnieku zinātņu katedra / Department of Animal Science, LUA

Abstract

Meat is one of most valuable food products. Lamb meat also can be a valuable source of proteins for users.

Carcass of lamb till one year of age contains up to 70% muscle tissues, 25% of which are dry matter. About 20% of dry matter is protein.

The studies on the mutton quality have been carried out on the farm “Mežkalēji”, the Village of Platone, Jelgava District. For the trials, male lambs of different origin aged up to one year have been used.

The results of research allow conclusion, that lamb genotype did not make a vital effect on chemical composition of muscle tissues. The content of amino acids in muscle tissues was similar. The intensity of animal fattening had a vital effect on chemical composition of muscle tissues. Increased live weight gain over 200 g per day/night, resulted in fat increase in muscle tissue dry matter ($r = +0.865^{**}$), and protein content decrease ($r = -0.603^{*}$) after the age of eight months. The age of slaughtered animals had a vital effect on such important amino acids as treonine and phenylalanine $r = +0.669^{*}$ and $r = -0.670^{*}$, respectively.

The level of cholesterol in analyzed muscular tissues samples was in the range of 44.31—53.40 mg%. It had close and positive correlation between the live weight of animals before slaughter ($r = +0.748$) and fat proportion in carcass ($r = +0.758$).

Key words: lambs, muscle tissue, chemical composition, aminoacids.

Ievads

Pēdējo gadu laikā Eiropā, tai skaitā arī Latvijā, ir aktualizējušās kvalitatīvas produkcijas ražošanas problēmas. Termins “kvalitāte” ir abivalentis, jo tas attiecas gan uz tāda produkta īpašībām, kuru var aprakstīt objektīvi, gan uz produktu, kas saistīts ar pozitīvu, subjektīvu novērtējumu (Zirnis, 2000).

Gaļa ir viens no vērtīgākajiem pārtikas produktiem, kura pārtikas jeb bioloģisko pilnvērtību nosaka tā sastāvā esošo olbaltumvielu, tauku, vitamīnu, makro- un mikroelementu daudzums (Zariņš, Neimane, 1999).

Daudzas zinātniskās pētniecības iestādes pasaulē un Latvijā nodarbojas ar dažādu sugu dzīvnieku gaļas kvalitātes un to ietekmējošo faktoru pētījumiem.

Vidēji trekna aitu gaļa garšas un barības vērtības ziņā pārspēj liellopu un cūku gaļu. Tās sastāvs un citas īpašības ir atkarīgas no dzīvnieka barojuma. Augstākā barotājvērtība ir muskuļaudiem, to vērtību nosaka aminoskābes.

No neaizvietojamām aminoskābēm muskuļaudos lielākā apjomā ir lizīns un leicīns, bet mazākā — metionīns un valīns, attiecīgi 2.1, 1.5 un 0.53, 0.65 g/100 g muskuļaudu (Hamann, 1987). Triptofāna un oksiprolīna attiecība raksturo gaļas vērtīgo daļu pārkumu pār mazvērtīgo. Atkarībā no dzīvnieku barojuma cūkgaļā minētā attiecība var būt ap 7, bet liellopu gaļā — 2.5—5.8 (Jemeljanovs, 2000; Житенко, 1987). Bakurskas šķirnes jēru gaļā minētais rādītājs atkarībā no kauto dzīvnieku vecuma bija robežās no 1.83 līdz 3.14. Mazākā vērtība konstatēta jēriem 4 mēnešu vecumā (Лушников, Забелина, 2002).

Aitu taukos ir noteiktas tādas taukskābes kā miristīnskābe, palmitīnskābe, oleīnskābe un citas. To sastāvs ietekmē tauku kušanas temperatūru. Aitu gaļā ir mazāk holesterīna — līdz 70 mg%, salīdzinot ar 90 mg% teļa un 110 mg% mežacūku gaļā (Haring, 1984). Visas minētās pazīmes nav atkarīgas no kauto dzīvnieku genotipa (Hamann, 1987).

Vairāki zinātnieki (Mattehes, Jentsch, Demise et al.) savos pētījumos ir konstatējuši, ka aitu tauku sastāvā ir arī vērtīgās omega 3 (ω_3) un omega 6 taukskābes, kuru daudzumu būtiski ietekmēja dzīvnieku ēdināšana.

Aitas gaļa ir bagāta ar dažādiem vitamīniem un minerālvielām, sevišķi kāliju, nātriju, magniju, kalciju un dzelzi (Haring, 1984; Заяс, 1981).

Pētījumu mērķis — noskaidrot vienādos turēšanas un ēdināšanas apstākļos izaudzētu dažādas izcelsmes jēru muskuļaudu ķīmisko sastāvu.

Materiāls un metodes

Pētījumi veikti Jelgavas rajona Platones pagasta z/s “Mežkalēji”. Pētījumu shēma dota 1. tabulā.

1. tabula / Table 1

Pētījumu shēma / Trial scheme

Pētījumu grupas / Trial groups	Pētījumam pakļauto dzīvnieku izcelsme / Blood of the animals subjected to trial
Kontroles / Control	♀ LT x ♂ LT
1. pētījuma / Trial	♀ LT x ♂ VM
2. pētījuma / Trial	♀ LT x ♂ IF

LT — Latvijas tumšgalve / Latvian darkhead;
 VM — Vācijas melngalve / German Blackhead;
 IF — Il-de-France / Il-de-France

Kontrolkaušanai paredzēto dzīvnieku izvēle balstīta uz to izcelsmi un līdzīgu dzīvmasu. Dzīvmasas starpība pa grupām kaušanas dienā nebija lielāka par ± 5 kg. Pētījumam izmantoto dzīvnieku vidējā dzīvmasa bija 44.0—47.5 kg, bet vidējais vecums pa grupām — 278—318 dienas. Dzīvnieku svēršanai izmantoja svarus ar celstspēju līdz 100 kg un precizitāti ± 0.1 kg vai attiecīgi līdz 500 kg un ± 0.2 kg.

Kvalitātes analīzei izmantoja labo liemeņa pusi. Vispirms atsevišķās ķermeņa daļas nosvēra un noteica to īpatsvaru liemenī. Tad liemeņa pusi sadalīja pa audu veidiem (muskulaudi, taukaudi, kauli), tos nosvēra atsevišķi un izteica procentos no liemeņa puses masas.

Gaļas ķīmiskā sastāva (sausnas, ūdens, proteīna, tauku, pelnu u.c.) analīzei izmantoti 350—400 g muskuļaudu no gūžas daļas. Sagatavotie paraugi analizēti Latvijas Republikas Valsts Veterinārmedicīnas diagnostikas centra pārtikas kontroles (PVD), LLU zinātnes centra “Siga” un LU Bioloģijas institūta Dzīvnieku bioķīmijas un fizioloģijas laboratorijās.

Gaļas ķīmiskā sastāva noteikšanai izmantotās metodes:

- brīvo aminoskābju saturs — automātiskais aminoskābju analizators T339 (LU);
- ūdens saturs — Latv. TN 107056 – 92 (PVD, SIGRA);
- sausna — Latv. TN 107056 – 92 (PVD, SIGRA);
- olbaltumvielas — LVS ISO 937 : 1978 (PVD, SIGRA);
- tauki — GOST 23042 – 86 p.4 (PVD, SIGRA);
- pelni — ISO 936 : 1998 (PVD, SIGRA);
- pH — LVS ISO 2917 : 1974. (PVD).

Dati apstrādāti ar SPSS datorprogrammu (Backhaus et al., 2000). Starpību būtiskuma novērtēšanai izmantoti divi ticamības līmeņi: $p < 0.05$; $p < 0.01$.

Rezultāti un diskusija

Gaļas kvalitāti nosaka tās sastāvs, galvenokārt sausna un tajā sakoncentrētās barības un fizioloģiski aktīvās vielas.

2. tabula / Table 2

Dažādas izcelsmes jēru muskuļaudu ķīmiskais sastāvs, % /
 Chemical composition of muscle tissues in lambs of different origin, %

Rādītāji / Traits	Grupa / Groups		
	kontroles / control	1. pētījumu / trial	2. pētījumu / trial
	Dzīvnieku skaits / Number of animals		
	5	4	4
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Sausna / Dry matter	26.2 \pm 1.63	26.7 \pm 1.98	25.9 \pm 1.62
Ūdens / Water	73.8 \pm 1.64	73.3 \pm 1.98	74.1 \pm 1.62
Proteīns / Protein	19.4 \pm 1.46	19.8 \pm 1.27	19.2 \pm 0.75
Tauki / Fat	5.6 \pm 1.79	5.6 \pm 2.71	5.4 \pm 2.30
Pelni / Ash	1.3 \pm 0.11	1.2 \pm 0.06	1.1 \pm 0.06

Kā liecina iegūtie rezultāti, visu grupu dzīvnieku muskuļaudu ķīmiskais sastāvs bija līdzīgs. Nevienā no vērtētajiem rādītājiem nav konstatētas būtiskas atšķirības, lai gan absolūtos skaitļos variācija bija

novērojama. Sausnas daudzums svārstījās robežās no 25.9 līdz 26.7%. Lielākais sausnas un tajā noteiktais proteīna saturs bija muskuļaudu paraugos no 1. pētījumu grupas dzīvniekiem, ko var izskaidrot ar to, ka minētās grupas dzīvnieku vidējais vecums bija lielāks, salīdzinot ar pārējo grupu dzīvniekiem (+10 dienas, salīdzinot ar kontroles grupu). Mazākās minēto rādītāju vērtības konstatētas 2. pētījumu grupas dzīvnieku muskuļaudu paraugos.

Vērtīgākā muskuļaudu sastāvdaļa ir proteīns. Tā īpatsvars paraugos bija 19.2—19.8%, kas atbilst arī citu autoru publicētajiem datiem (Sielaft, 1995; Яунземс, 1982; Цюкша, 1971 u.c.).

Pelnu īpatsvars muskuļaudu paraugos bija 1.1—1.3%. Lielākā starpība konstatēta starp kontroles un 2. pētījumu grupu, kas sastādīja 0.2%.

Dzīvnieku izaudzēšanas procesā ir svarīgi zināt, vai muskuļaudu ķīmisko sastāvu ietekmēs tādas pazīmes kā dzīvmasas pieaugums izaudzēšanas laikā un līdz ar to arī dzīvmasa pirms kaušanas (3. tabula).

3. tabula / Table 3

Muskuļaudu ķīmiskā sastāva un izaudzēšanas pazīmju savstarpējās sakarības /
Correlation between chemical content of muscle tissue and breeding values

Pētāmās pazīmes / Traits	Sausna / Dry matter	Proteīns / Protein	Tauki / Fat	Pelni / Ash	Vecums pirms kaušanas / Age before slaughter
Proteīns / Protein	-0.051	1.00			
Tauki / Fat	0.808**	0.626**	1.00		
Pelni / Ash	-0.735**	0.283	-0.723**	1.00	
Dzīvmasas pieaugums diennaktī / Daily live weight gain	0.645	-0.603*	0.865**	-0.678*	-0.823**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Noteiktā pazīmju korelācija ļauj spriest, ka dzīvmasas pieaugumam un vecumam pirms kaušanas ir cieša negatīva sakarība ($r = -0.823$). Tas izskaidrojams ar dzīvnieku augšanas intensitātes samazināšanos. Kā atzīmē vācu zinātnieks Korns (1992), intensīvākā jēru augšana vērojama līdz 6 mēnešu vecumam.

Mūsu pētījumā dzīvmasas pieauguma palielinājums atstājis pozitīvu ietekmi uz sausnas ($r = 0.645$), bet būtisku pozitīvu — uz tauku īpatsvaru muskuļaudos ($r = 0.865$). Cieša negatīva korelācija novērota dzīvmasas pieaugumam ar proteīna un pelnu īpatsvaru. Proteīna saturam saunā konstatēta būtiska pozitīva sakarība ar tauku īpatsvaru ($p < 0.01$), bet tauku īpatsvara palielinājums atstājis ticamu ietekmi uz minerālvielu samazinājumu muskuļaudos ($p < 0.05$).

Par proteīna pilnvērtību liecina tajā esošo aminoskābju sastāvs un daudzums (4. tabula).

Muskuļaudu paraugos pa grupām būtiskas atšķirības aminoskābju sastāvā netika konstatētas, ko varētu izskaidrot ar to, ka visi pētījumam pakļautie dzīvnieki izaudzēšanas laikā atradās analogos turēšanas un ēdināšanas apstākļos. Līdzīgi rezultāti iegūti pētījumos Vācijā, kur noskaidrots, ka jēru genotips aminoskābju saturu muskuļaudos būtiski neietekmēja (Hamann, 1987).

No aizvietojamā aminoskābju grupas muskuļaudu paraugos vairāk konstatētas glutamīnskābe (29.83—36.12 mg%), alanīns (18.39—19.79 mg%) un asparģīnskābe (16.69—19.80 mg%), bet mazāk — prolīns (6.78—7.78 mg%) un histidīns (6.54—7.78 mg%).

No neaizvietojamām aminoskābēm lielākā daudzumā konstatēts lizīns (17.23—18.86 mg%) un treonīns (12.73—16.07 mg%), bet mazākā — metionīns (5.12—5.78 mg%) un fenilalanīns (6.94—7.70 mg%).

4. tabula / Table 4

Aizvietoājamo un neaizvietoājamo aminoskābju sastāvs muskuļaudos, mg% /
The content of dispensable and indispensable amino acids in the muscle tissue, mg%

Aminoskābes / Amino acids	Grupa / Groups		
	kontroles / control	1. pētījumu / trial	2. pētījumu / trial
	Dzīvnieku skaits / Number of animals		
	3	3	3
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Aizvietojamās aminoskābes / Dispensable amino acids			
Aspargīnskābe / Asparatic acid	19.14 ± 2.558	19.80 ± 1.137	16.69 ± 3.312
Serīns / Serine	12.86 ± 2.377	12.88 ± 2.950	10.09 ± 1.194
Glutamīnskābe / Glutamin acid	35.44 ± 2.363	36.12 ± 0.529	29.83 ± 5.820
Prolīns / Proline	7.78 ± 1.377	7.42 ± 1.215	6.78 ± 0.925
Glicīns / Glycine	13.91 ± 1.671	13.02 ± 1.345	11.83 ± 1.431
Alanīns / Alanine	19.79 ± 3.232	18.39 ± 2.604	18.69 ± 3.741
Histidīns / Histidine	7.78 ± 2.030	7.21 ± 2.296	6.54 ± 1.761
Arginīns / Arginine	14.98 ± 3.424	14.73 ± 3.108	13.31 ± 3.244
Neaizvietojamās aminoskābes / Indispensable amino acids			
Treonīns / Treonine	15.73 ± 3.503	16.07 ± 4.334	12.73 ± 1.731
Valīns / Valine	7.55 ± 2.344	6.87 ± 2.389	7.07 ± 1.534
Metionīns / Methionine	5.78 ± 2.490	5.60 ± 2.311	5.12 ± 1.887
Izoleicīns / Isoleucine	8.64 ± 3.063	7.96 ± 3.001	7.37 ± 2.433
Leicīns / Leucine	9.46 ± 0.433	9.14 ± 0.372	8.72 ± 0.822
Fenilalanīns / Phenylalanine	7.70 ± 2.770	7.14 ± 2.484	6.94 ± 1.716
Lizīns / Lysine	18.86 ± 6.002	18.15 ± 6.060	17.23 ± 6.067

Lai noskaidrotu, vai kauto dzīvnieku vecums un dzīvmasa atstāj ietekmi uz muskuļaudos esošo aminoskābju sastāvu, aprēķinājām to savstarpējās sakarības. Iegūtie rezultāti apkopoti 5. un 6. tabulā.

Kā liecina 5. tabulas dati, dzīvnieku vecumam un dzīvmasai pirms kaušanas nav būtiskas sakarības ar aminoskābju sastāvu muskuļaudos. Vidēja negatīva korelācija pastāv starp dzīvnieku vecumu un asparģīnskābes, arginīna, histidīna un prolīna daudzumu, taču nevar runāt par ticamu vecuma ietekmi uz minēto aminoskābju daudzumu muskuļaudos.

Būtiskas sakarības pastāv starp atsevišķām aizvietojamām aminoskābēm muskuļaudos. Cieša pozitīva sakarība novērota starp glutamīnskābi un asparģīnskābi, arginīnu, histidīnu un prolīnu, bet negatīva — ar alanīnu. Alanīnam ar visām tabulā iekļautajām aizvietojamām aminoskābēm pastāv būtiska negatīva korelācija. Savukārt arginīnam, histidīnam un prolīnam ir pozitīva saistība ar visām apskatītajām aminoskābēm, izņemot jau minēto alanīnu.

5. tabula / Table 5

Korelācijas koeficienti starp atsevišķu aizvietoājamo aminoskābju sastāvu muskuļaudos un izaudzēšanas pazīmēm

Correlation between particular dispensable amino acids content in muscle tissues and breeding values

Pazīmes / Traits	Dzīvnieku vecums pirms kaušanas / Age before slaughter	Dzīvmasa pirms kaušanas / Live weight before slaughter	Glutamīn-skābe / Glutamin acid	Alanīns / Alanine	Asparģīn-skābe / Asparatic acid	Arginīns / Arginine	Histidīns / Histidine
Dzīvmasa pirms kaušanas / Live weight before slaughter	0.677**	1.00					
Glutamīn-skābe / Glutamin acid	0.253	0.258	1.00				
Alanīns / Alanine	0.549	-0.202	-0.722*	1.00			

5. tabulas turpinājums / Table 5 continued

Pazīmes / Traits	Dzīvnieku vecums pirms kaušanas / Age before slaughter	Dzīvmasa pirms kaušanas / Live weight before slaughter	Glutamīnskābe / Glutamin acid	Alanīns / Alanine	Asparģīnskābe / Aspartic acid	Arginīns / Arginine	Histidīns / Histidine
Asparģīnskābe / Aspartic acid	-0.439	0.216	0.945**	-0.872**	1.00		
Arginīns / Arginine	-0.617	0.173	0.766*	-0.934**	0.920**	1.00	
Histidīns / Histidine	-0.665	0.161	0.698*	-0.889**	0.660**	0.989**	1.00
Prolīns / Proline	-0.628	0.131	0.711*	-0.854**	0.880**	0.981**	0.989**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Līdzīgu analīzi veicām ar muskuļaudos noteiktām neaizvietojamām aminoskābēm (6. tabula).

Atšķirībā no aizvietojamu aminoskābju sastāva atsevišķām neaizvietojamām aminoskābēm ir gan būtiska pozitīva, gan negatīva sakarība ar dzīvnieku vecumu. Tā, palielinot kauto dzīvnieku vecumu robežās no 6 līdz 12 mēnešiem, var prognozēt ticamu treonīna satura palielinājumu, bet fenilalanīna satura samazinājumu muskuļaudos. Negatīva korelācija novērota arī lizīna, izoleicīna un metionīna saturam, taču tai nav būtiskas saistības ar dzīvnieku vecumu. Tāpat kā aizvietojamām aminoskābēm, arī neaizvietojamām aminoskābēm nav konstatēta ne cieša, ne pat vidēja sakarība ar dzīvnieku dzīvmasu pirms kaušanas. Lizīna saturam novērota cieša ticama pozitīva saistība ar izoleicīna, fenilalanīna un metionīna, bet negatīva — ar treonīna daudzumu muskuļaudos. Pretēja sakarība novērota treonīna un leicīna saturam ar pārējām analizētajām neaizvietojamām aminoskābēm, pie kam treonīna negatīvā korelācija ir būtiska, bet leicīna — vāji negatīva un nebūtiska. Cieša pozitīva korelācija novērota arī starp izoleicīna, fenilalanīna un metionīna saturu.

Bez jau analizētajām aminoskābēm novērtējām arī triptofāna un oksiprolīna saturu muskuļaudos, kā arī abu minēto aminoskābju attiecību. Jo lielāka triptofāna un oksiprolīna attiecība, jo kvalitatīvāka iegūtā gaļa (Jemeljanovs, 2000). Mūsu pētījumos iegūtie un jau iepriekš publicētie rezultāti liecina, ka Latvijas tumšgalves tīršķirnes dzīvnieku muskuļaudos bija vairāk oksiprolīna, bet mazāk triptofāna, līdz ar to lielākā aprēķinātā abu aminoskābju attiecība iegūta no abu pētījumu grupu dzīvniekiem (Kairiša, Sprūzs, 2003).

6. tabula / Table 6

Korelācijas koeficienti starp atsevišķu neaizvietojamu aminoskābju sastāvu muskuļaudos un izaudzēšanas pazīmēm

Correlation between particular indispensable amino acids content in muscle tissues and breeding values

Pazīmes / Traits	Dzīvnieku vecums pirms kaušanas / Age before slaughter	Dzīvmasa pirms kaušanas / Live weight before slaughter	Lizīns / Lysine	Treonīns / Treonine	Leicīns / Leucine	Izoleicīns / Isoleucine	Fenilalanīns / Phenylalanine
Dzīvmasa pirms kaušanas / Live weight before slaughter	0.677**	1.00					
Lizīns / Lysine	-0.629	0.153	1.00				
Treonīns / Treonine	0.669*	-0.028	-0.871**	1.00			
Leicīns / Leucine	0.181	-0.166	-0.498	0.477	1.00		
Izoleicīns / Isoleucine	-0.635	0.133	0.991**	-0.869**	-0.382	1.00	
Fenilalanīns / Phenylalanine	-0.670*	0.088	0.975**	-0.881**	-0.312	0.994**	1.00
Metionīns / Methionone	-0.662	0.123	0.991**	-0.882**	-0.403	0.996**	0.992**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Novērtējot muskuļaudu paraugos holesterīna saturu, to konstatējām robežās no 44.31 līdz 53.4 mg%, taču būtiskas atšķirības pa grupām netika novērotas. Holesterīna līmenim muskuļaudos noteikta cieša pozitīva korelācija ar dzīvnieku dzīvmasu pirms kaušanas ($r=0.748$) un taukaudu īpatsvaru liemenī ($r = 0.758$).

Secinājumi

1. Pētījumā izmantoto jēru dzīvmasas pieaugumam un vecumam pirms kaušanas noteikta cieša negatīva korelācija ($r = -0.823$), kas liecina, ka, pieaugot dzīvmasai, dzīvnieku augšanas intensitāte samazinās.
2. Muskuļaudu ķīmiskā un aminoskābju sastāva analīzes rezultāti atbilst citu autoru publicētiem un ļauj secināt, ka arī Latvijā dažādas izcelsmes jēru gaļā tie būtiski neatšķiras.
3. Dzīvnieku nobarošanas intensitātes kāpinājums būtiski palielina tauku īpatsvaru muskuļaudos ($p < 0.01$), bet samazina proteīna un pelnu īpatsvaru ($p < 0.05$).
4. Jēru vecumam un dzīvmasai pirms kaušanas nav būtiskas sakarības ar aizvietojamu aminoskābju sastāvu muskuļaudos. Vidēja negatīva korelācija pastāv starp dzīvnieku vecumu un asparģīnskābes, arginīna, histidīna un prolīna daudzumu, taču nevar runāt par ticamu vecuma ietekmi uz minēto aminoskābju daudzumu muskuļaudos.
5. Dzīvnieku vecumam pirms kaušanas noteikta būtiska pozitīva sakarība ar treonīna (+0.669), bet negatīva — ar fenilalanīna (–0.670) daudzumu muskuļaudos.
6. Analizētajos muskuļaudu paraugos holesterīna līmenim noteikta cieša pozitīva korelācija ar dzīvnieku dzīvmasu pirms kaušanas (+0,748) un tauku īpatsvaru liemenī (+0.758).

Literatūra

1. Backhaus K. et al. (2000) Multivariate Analysenmethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 9. Aufb.- Berlin: Springer. — 661 S.
2. Fleischtechnologie (1995) / Hrsg.: Heinz Sielaff.- Hamburg: Behrs
3. Hamann K.T. (1987) Analyse von Felddaten eines Kreuzungsversuches mit Romanov- und Vlaamenschafen / Dissertation, FB Agrarwissenschaften, Kiel.
4. Haring F. (1984) Schafzucht. Stuttgart: Ulmer. — 139—195 S.
5. Jemeljanovs A. (2000) Drošu un veselībai nekaitīgu pārtikas produktu ražošanas zinātniskais pamatojums un problēmas nākotnes redzējums/ Lopkopības produktu nekaitīgums, kvalitāte un kontroles metodes. – Sigulda. — 9.—19. lpp.
6. Matthes H. D., Jentsch W., Demise S., Hilman D., Derno M., Pastushenko V., Möhring H. Influence of Nutrition on Meat Quality of Different Lamb Breeds
7. Kairiša D., Spružs J. (2003) Quality analysis of lamb carcasses and meat of different origin / Proceedings of the 9th Baltic animal breeding conference. Sigulda. pp. 120.—125.
8. Korn S. (1992) Schafe in Koppel — und Hütehaltung. - Stuttgart: Ulmer. — 191 S.
9. Zariņš Z., Neimane L. (1999) Uztura mācība. — Rīga: Apgāds Rasa ABC. — 15.—71. lpp.
10. Zirnis A. (2000) Gaļas kvalitāte, tās uzlabošanas un kontroles metodes / Lopkopības produktu nekaitīgums, kvalitāte un kontroles metodes. - Sigulda, 222.—239.lpp.
11. Гогаев О.К. (2003) Микроэлементы длинейшей мышцы спины у баранчиков разного возраста и происхождения // Овцы, козы и шерстяное дело. № 1. — 28—29 с.
12. Житенко П.В. (1987) Оценка качества продуктов животноводства. — Москва: Россельхозиздат. — 4—131 с.
13. Лушников В.П., Забелина М.В. (2002) Мясная продуктивность бакурских овец / Зоотехния. № 6, 31—32 с.
14. Заяс Ю.Ф. (1981) Качество мяса и мясopодуктов. – Москва, 480 с.
15. Цюкша Л. В. (1971) Латвийская темноголовая порода овец и методы ее совершенствования / автореферат. – Елгава, 51 с.
16. Яунземс В. В. (1982) Ранняя оценка и отбор по генотипу баранов- производителей Латвийской темноголовой породы / автореферат. – Дубровцы, 24 с.