

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
DZĪVNIEKU ZINĀTŅU INSTITŪTS**

**BARĪBAS VIELU KONVERSIJA UN OPTIMĀLAIS
KOPPROTEĪNA LĪMENIS SLAUCAMO GOVJU BARĪBAS
DEVĀS PIESĀRŅOJUMA LĪMEŅA SAMAZINĀŠANAI**

Līgumprojekta Nr. S349
LAD reģ. Nr.: 19-00-SOINV05-000024

STARPATSKAITE

Projekta izpildītājs Latvijas Lauksaimniecības universitātē
Zinātņu prorektore:

Irina Arhipova

Projekta vadītāja, Dr.agr., docente:

Diāna Ruska

Jelgava 2019

SATURS

APZĪMĒJUMI, SAĪSINĀJUMI.....	3
IEVADS	4
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	6
2. MATERIĀLI UN METODES	8
2.1. Pētījuma laiks un vieta	8
2.2. Pētījuma materiāls.....	8
2.3. Datu matemātiskā apstrāde.....	13
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI.....	15
SĀKOTNĒJIE SECINĀJUMI.....	21
INFORMĀCIJAS AVOTI	22

APZĪMĒJUMI, SAĪSINĀJUMI

%	procenti
ADF	skābē skalota kokšķiedra
ASV	Amerikas Savienotās Valstis
CP	Kopproteīns (<i>Crude Protein</i>)
dL	Decilitrs
EKP	Enerģētiski koriģētais piens
FTIR	Furjē caurejošie infrasarkanie spektri
g	Grams
HM	Holšteinas melnraibā
izslaukums	kontroles dienas izslaukums no govīm
kg	Kilograms
LB	Latvijas brūnā
LLU	Latvijas Lauksaimniecības Universitāte
mg	Miligrams
MJ	Megadžouls
MPS	Mācību pētījumu saimniecība
MUN	piena urīnvielas slāpekļa saturs
NEL	neto enerģija laktācijā
NDF	neitrālos šķīdinātajos šķīstošās kokšķiedras
NRC	Nacionālā Zinātnes padome (<i>National Research Council</i>)
RDP	spureklī noārdāmais mikrobiālais proteīns
SŠS	somatisko šūnu skaits pienā
TMR	pilnīgi samaisīta barība
t. sk.	tajā skaitā
UDP	spureklī nenoārdāmais proteīns
u. c.	un citi
utt.	un tā tālāk

IEVADS

Lopkopības nozare barības konversijas koeficientu vai barības konversijas efektivitāti, kas cieši saistīti ar uzņemto barības līdzekļu pārveidošanas efektivitāti izmanto, lai izmērītu dzīvnieka efektivitāti barības masas pārveidošanā par produktivitātes rādītājiem, dzīvmasu, piena izslaukumu un attiecīgi piena sastāvdaļās. Barības konversijas rādītāju nozarē izmanto kā rentabilitātes mērīšanas instrumentu. Barības devas analīze un regulāra barības devas atjaunināšana palīdz ieviest saimniecībā precīzas ēdināšanas nosacījumus. Barības devas sastādīšana ir nogājusi garu ceļu līdz progresīviem datoru modeļiem un sabalansēšanas prasībām, pamatojoties uz daudzām detaļām, kas saistītas ar dzīvnieku un barību. Palielinot dzīvnieku produktivitāti, izmantojot barību ar augstāku sagremojamības koeficientu, kas palielina barības konversijas efektivitāti, ir iespējams samazināt slāpekļa zudumus uz vienu produkcijas vienību, dzīvnieku un saimniecību. Pēc ASV Nacionālās Zinātnes padomes (NRC) datiem zemnieki slāpekļa daudzumu barības devā pārsniedz vidēji par 6.6%, līdz ar to par 16% palielinās slāpekļa daudzums urīnā un par 2.7% mēslos (Jonker *et al.*, 2002). Izēdinot sabalansēto barības devu slaucamām govīm pēc atnešanās, kad uzņemtas barības daudzums var ietekmēt arī dzīvnieka veselības stāvokli, varam nodrošināt produktivitātes, veselības stāvokļa un izmaksu kontroli.

Pieaugot mēslošanas un barības līdzekļu cenai, pieaugot pārtikas drošumam un noteikumiem par barības vielu zudumu samazināšanu, ir radījuši spiedienu uz ražotājiem, lai uzlabotu lauksaimniecības barības vielu izmantošanas efektivitāti. Līdz ar to ir svarīgi kontrolēt un samazināt barības vielu zudumus, vērtēt barības vielu izmantošanas efektivitāti slaucamām govīm pie dažāda kopproteīna satura barības devā. Efektīvāka slāpekļa izmantošanās govju organismā sekmē gan vides aizsardzības jautājumu risināšanu, gan samazina piena ražošanas pašizmaksu un ļauj realizēt precīzas saimniekošanas nosacījumus.

Mērķis: Vērtēt slaucamo govju barības vielu izmantošanas efektivitāti barībai ar dažādu kopproteīna saturu, noteikt barības sagremojamību un skaidrot amonjaka iznesi ar pienu, urīnu un mēsliem. Pētījumā iegūtie rezultāti ļaus pamatot barības devas izvēli pēc kopproteīna satura tajā, lai nodrošinātu efektīvu tā izmantošanu, nenoslogojot vidi, nezaudējot produktivitāti un optimizējot izmaksas, saistītās ar barības devu un kūtsmēsļu apsaimniekošanu.

Darba uzdevumi:

1. Veidot 3 slaucamo govju pētījuma grupas pa 6-8 govīm katrā grupā (LB un HM šķirnes).
2. Veikt lopbarības ķīmiskās analīzes.
3. Sastādīt barības devas slaucamām govīm, ar ~ CP 14%, 16.5% un 17.5%.
4. Noteikt slaucamo govju barības sagremojamību.
5. Veikt piena, asins, urīna un kūtsmēsļu analīzes.
6. Uzsākt ieteikumu sagatavošanu lauksaimniekiem.

Projekta izpildītāji

- Diāna Ruska, Dr. gr., vadoša pētniece, projekta vadīšana, pētījuma organizācija un vadīšana;
- Dr. agr., vadoša pētniece, pētījuma plānošana un datu apstrāde;
- Mg.agr., ciltslietu zootehniķis, barības devu sastādīšana un izbarošanas kontrole;
- Dr. sc. ing., pētniece, paraugu ķīmiskās analīzes;
- LLU MPS Vecauce pieci pētījumu apkalpojošie darbinieki;
- LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorijas trīs darbinieki, analīžu veikšana.

Pavisam kopā projektā 12 izpildītāji.

Plānots, ka uz iegūto rezultātu pamata 2020.–2021. gadā tiks sagatavota publikācija un sniegti ziņojumi vietējas nozīmes un starptautiskās konferencēs.

Projekta izpildes gaita 2019. gadā.

1. Veidot 3 slaucamo govju pētījuma grupas pa 6-8 govīm katrā grupā (LB un HM šķirnes).

SIA MPS Vecauce no 2019. gada aprīļa uzsākta pētījuma vietas ierīkošana un izmēģinājuma dzīvnieku atlase. Līgotnes fermas vecajā korpusā tika iekārtota pētījuma vieta 30 govīm, atvēlot tam piesietas novietnes vietu 60 govīm. Pētījuma govīs tika izvietotas ar vienas vietas atstarpi, lai nodrošinātu barības galda vietas norobežošanu starp govīm un mēslu savākšanas vietu.

No jaunā tika ievilkts ūdens vads dzīvnieku vajadzībām, kur pie dzirdnēm uzstādīts ūdens patēriņa skaitītājs. Fēču savākšanai eksperimenta gaitā tika izbūvēti pārsegumi mēslu transportierim, kuri tika uzstādīti to savākšanas laikā. Piena izslaukuma uzskaitē tika izveidoti jauni pieslēgumi pie piena un vakuuma vada, iegādāti piena uzskaites un paraugu noņemšanas mēraparāti. Barības un fēču uzskaitē iegādāts inventārs (lāpstas, slotas, ķerrās, spaiņi utl.)

Pētījuma sākumā atlasīti dzīvnieki, kas atbilda pētījuma izstrādātai metodikai. Katrā grupā bija izvēlēti dzīvnieki no 7. - 30. laktācijas dienai, 2.- 3. laktācijā (skat. sadaļā Materiāli un metodika).

2. Veikt lopbarības ķīmiskās analīzes.

Pētījuma laikā atlasīti paraugi no barības galda, katrai pētījuma grupai atsevišķi. Paraugi ņemti, katru otro vai trešo dienu, sasaldēti un vēlāk nogādāti LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorijā, Agronomisko analīžu nodaļā testēšanai.

3. Sastādīt barības devas slaucamām govīm, ar ~ CP 14%, 16.5% un 17.5%.

Pētījuma laikā izēdinājām barības devas, kuras sastādīja un ikdienas ēdināšanai izmantoja saimniecības ganāmpulkā. Izvēlējamies atšķirīgas pēc CP satura barības devas, kas veidotas saimniecībā esošam slaucamo govju grupām. Katru dienu barības izēdināšana tika kontrolēta, izdalot jaunu barības porciju un nosverot neapēsto barību, kas palika uz barības galda.

4. Noteikt slaucamo govju barības sagrejojamību.

5. Veikt piena, asins, urīna un kūtsmēslu analīzes.

Barības sagrejojamības noteikšanai eksperimentā ir savāktas fēces no katra dzīvnieka atsevišķi 72 stundu laikā, un paņemts vidējais paraugs. Dzīvniekiem eksperimenta grupā ar augstu kopproteīna saturu barība, bija vērojama caureja, kas apgrūtināja visu fekāliju savākšanu. Paraugi sasaldēti, un II un III fāzes paraugi, uzglabāti līdz testēšanai 2020.g. I fāzes paraugi aizsūtīti uz testēšanu LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorijā, Agronomisko analīžu nodaļā. Urīna savākšana noritēja ar problēmām. Urīna savākšanai diennakts laikā ir nepieciešami speciālie katetri, kādus līdz šim Latvijā neviens nav izmantojis. Pasūtīti katetri I fāzes izpildei bija neatbilstoša izmēra. Piemēroti katetri tika atrasti ASV, to nogādāšana aizņēma ilgu laiku, un cena vairākkārtīgi pārsniedza projektā plānotas izmaksas. III fāze urīna savākšana tika veikta dažiem dzīvniekiem (pa 2 katrā grupā).

6. Uzsākt ieteikumu sagatavošanu lauksaimniekiem.

1. LITERATŪRAS APSKATS

Pēdējo gadu laikā piena ražotāju un pārstrādātāju uzmanība ir pievērsta piena olbaltumvielu palielināšanai saražotā un pārstrādātā pienā, turpretim apkārtējas vides piesārņojuma draudi liek pievērst uzmanību slāpekļa aprites kontrolei. Pasaules piena tirgus mainība un klimata pārmaiņas mudina lauksaimniekus meklēt iespējas pēc iespējas efektīvāk izmantot pieejamus resursus, lai mazinātu sava ražošanas procesa ietekmi uz apkārtējo vidi un līdz ar to samazinātu ražošanas izmaksas. Tāpēc ir svarīgi izvērtēt barības devas sastādīšanu un kontrolēt to pielietošanu.

Govju barības konversijas efektivitātes palielināšanas papildu ieguvums ir tas, ka kūtsmēslos izdalās mazāk barības vielu, tāpēc barības konversijas efektivitātes ietekmē gan ekonomisko, gan vides efektivitāti. Ir divi veidi, kā palielināt barības konversijas efektivitāti: viens ir palielināt izslaukumu ar tādu pašu izēdinātas sausas daudzumu, bet otrs - samazināt sausas daudzumu un saglabāt tādu pašu izslaukumu. Kopumā, tā kā govs ražo vairāk piena, uzturēšanai izmantoto barības vielu daļa kļūst mazāka.

Precīzākai barības konversijas efektivitātes novērtēšanai ieteicams, produktivitātes aprēķinam, izmantot Enerģētiski koriģētu pienu (EKP), kas ļaus veikt salīdzinājumu starp govīm, grupām, vai saimniecībām ar atšķirīgām tehnoloģijām un šķirnēm. Viens no ieteicamiem barības konversijas efektivitātes koeficienta aprēķiniem ir EKP attiecība pret uzņemto sausas daudzumu, atkarībā no laktācijas un laktācijas dienas (Hutjens, 2005; 1.1.tab.).

1.1. tabula

Ieteicamais barības konversijas efektivitātes koeficients govīm dažādās laktācijas grupās un laktācijas stadijās

Grupas	Laktācijas diena	Barības konversijas efektivitātes koeficients
Visās govīs, viena grupa	150 līdz 225	1.4 to 1.6
1. laktācijas grupa	< 90	1.5 to 1.7
1. laktācijas grupa	> 200	1.2 to 1.4
2. un + laktācijas grupa	< 90	1.6 to 1.8
2. un + laktācijas grupa	> 200	1.3 to 1.5
Laktācijas sākuma grupa	< 21	1.3 to 1.6
Problēmu grupas	150 to 200	< 1.3

Koeficienta vērtība virs 1.4 laktācijas sākumā norāda uz iespējamo slaucamas govīs iekšējo rezervju izmantošanu izslaukuma nodrošināšanai. Augsts koeficients (> 2,0) agrīnā laktācijā faktiski var norādīt uz problēmu, ka govīs zaudē pārāk daudz svara, iespējams, izraisot citus vielmaiņas traucējumus.

Nīderlandē veiktie pētījumi pagājušā gadsimta beigās pierādīja, kā slaucamo govju turēšana un līdz ar to piena ražošana veido vislielāko slāpekļa piesārņojumu apkārtējā vidē. Aprēķini prognozēja vidējo slāpekļa iznesi no kopēja uzņemtā slāpekļa 29% fekālijās, 50% urīnā, 19% pienā un 2% slaucamas govīs ķermeņa kondīcijas uzturēšanai (Tamminga, 1992). Vēlāk, veikto pētījumu rezultāti veica korekciju šajā sadalījumā paredzot sekojošu

vidējo, slāpekļa iznesi ar fekālijām 37%, urīnā 35%, pienā 27% un 0% ķermeņa kondīcijas uzturēšanai. Šis sadalījums var mainīties dažādu faktoru ietekmē, kas prasa padziļinātu izpēti (Straalen, 1995).

2. MATERIĀLI UN METODEDES

2.1. Pētījuma laiks un vieta

Pētījuma pirmais gads norisinās no 2019. gada aprīļa līdz 2019. gada novembrim.

- Pētījuma vieta ierīkota LLU MPS Vecauce, slaucamo govju fermā Līgotnes.
- Pētījuma laikā izēdinātās lopbarības un kūtsmēslu paraugi analizēti LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorijā, Agronomisko analīžu nodaļā.
- SIA „Piensaimnieku laboratorija” veikta piena paraugu testēšana.
- Dati par slaucamo govju izslaukumu, šķirni, laktāciju un laktācijas dienu iegūti no saimniecības ikmēneša ganāmpulka pārraudzības kontroles datiem un no „Lauksaimniecības datu centra” datubāzes.

2.2. Pētījuma materiāls

Pētījuma laikā fermā ierīkota vieta, kur novietotas 24 slaucamas govīs, kas sadalītas trīs pētījumā grupas (A, B, C). Slaucamas govīs bija laktācijas sākumā no 7 līdz 20 dienai. Govīs tika izvietotas 3x3 latīņu kvadrātveida dizaina eksperimentā (1.1. tab.). Ēdināšanai veidotas trīs barības pēc kopproteīna satura un 3 periodi, katrs ilgst 21 dienu. Barības devas bija veidotās ražošanas apstākļos, kuras izmanto ražojošam ganāmpulkam.

1.1. tabula

Pētījuma shēma

Laktācijas dienas, fāzes	Kopproteīna saturs barībā,%		
10-30, I fāze	A17%	B16%	C14%
30-60, II fāze	C14%	A17%	B16%
60-90, III fāze	B16%	C14%	A17%

Katra slaucamo govju grupā iekļauti trīs Latvijas brūnas (LB) šķirnes govīs un piecas Holšteinas melnraibās (HM) govīs 2. un 3. laktācijas vecumā.

Slaucamo govju ēdināšana un lopbarības ķīmiskais sastāvs. Eksperimenta laikā govīs turētas piesietas. Katrai govij nodrošināta individuāla ūdens padeve. Katru dienu veikta patērēta ūdens uzskaitē, katram dzīvniekam individuāli. Aprēķinātais nepieciešamais barības apjoms tika izdalīts katrai govij individuāli, vienreiz dienā, tām brīvi bija pieejama sabalansēta, pilnīgi samaisīta barība (TMR). Dienās garumā atbildīgais darbinieks sekoja barības pieejamībai dzīvniekiem. Pirms jaunas barības izdalīšanas, neapēstā barība katru dienu tika savākta un nosvērta. Tāda veida veica apēstas barības daudzuma uzskaiti individuāli, katram dzīvniekam.



1.1.att. Barības sadalīšana pētījuma grupas dzīvniekiem

Lai kontrolētu izēdinātas barības devas sastāvu, barības paraugi testēšanai ņemti no barības galda katru otro vai trešo dienu, līdz ar to ķīmiskais sastāvs ir vidējais radītājs samaisītai barībai, nevis katrai sastāvdaļai atsevišķi.

Noņemti paraugi laboratorijā testēti pēc standarta metodēm vai pēc laboratorija validētām metodēm (1.2.tab.)

1.2.tabula

Laboratorijas metodes lopbarības testēšanai

Parametri	Metodes
Sausna, %	LVS EN ISO 6498:2012, 7.5.
Kopproteīns, % (sausnā)	LVS EN ISO 5983-2:2009
Saistītais proteīns, % (sausnā)	Forage analyses, USA, met. 6:1993
Šķīstošais proteīns, % (sausnā)	Nor For metode-2006
Aizsargātais proteīns no kopproteīna, % (sausnā)	Aprēķins
Kokšķiedra, % (sausnā)	ISO 5498:1981
NDF, % (sausnā)	LVS EN ISO 16472:2006
aNDF, % (sausnā)	
ADF, % (sausnā)	LVS EN ISO13906:2008
Sagremojamība	Celulāžu metode
NEL, MJ/kg sausnas	Aprēķins
Lignīns % (sausnā)	LVS EN ISO13906:2008

Parametri	Metodes
PDNDF, MJ/kg (sausnā)	Aprēķins
Tauki, % (sausnā)	ISO 6492:1999
Koppelni % (sausnā)	ISO 5984:2002/Cor 1:2005
Kalcijs (Ca) % (sausnā)	LVS EN ISO 6869:2002
Fosfors (P) % (sausnā)	ISO 6491:1998
Kālijs (K) % (sausnā)	LVS EN ISO 6869:2002
Vides reakcija (pH)	ГОСТ 26180-84, met.3
Ciete, % (sausnā)	LVS EN ISO 10520:2001

Pētījuma I fāzes iegūto samaisītas barības paraugu testēšanas vidējie rezultāti apkopoti tabulā 1.3..

1.3. tabula

Samaisītās barības ķīmiskais sastāvs pētījuma laikā

Barības vielas	A grupa	B grupa	C grupa
Sausna, %, t.sk.:	45.62	40.57	38.29
kopproteīns sausnā, %	18.02	17.89	16.99
saistītais proteīns, %	0.74	0.89	0.88
šķīstošais proteīns, %	1.77	1.78	1.92
aizsargātais proteīns no kopproteīna, %	4.74	4.87	5.76
koppelni sausnā, %	6.88	7.14	8.40
kopējā kokšķiedra sausnā, %	13.46	15.27	19.17
NDF, %	28.93	32.15	36.62
aNDF, %	24.56	26.88	29.70
ADF, %	16.78	19.46	23.40
koptauki sausnā, %	3.30	3.20	3.17
ciete sausnā, %	26.96	24.17	21.22
Ca, g kg ⁻¹ sausnes	0.97	1.00	1.16
P, g kg ⁻¹ sausnes	0.38	0.39	0.44
Ca/P	2.54	2.60	2.61
Kālijs g kg ⁻¹ sausnes	1.37	1.44	1.53
Netto enerģija laktācijai (NEL) (tajā skaitā: ADF), MJ kg ⁻¹ sausnas	7.27	7.06	6.47
Potenciāli sagremojamais NDF (pdNDF) (tajā skaitā: kopproteīns, ADF, NDF, Lignīns), MJ kg ⁻¹ sausnas	72.78	78.17	76.36
Organisko vielu sagremojamība, %	78.12	76.49	71.38

Samaisītās barības sagatavošanai A grupai izmantoja zāles un kukurūzas skābbarību, sienu, melasi, graudus, rapšu raušus, sojas spraukumus, kukurūzas miltus, lopbarības raugu, krītu, sāli, dzeramo sodu un dažādas rūpnieciski sagatavotas minerālvielu piedevas. B grupai izmantoja zāles un kukurūzas skābbarību, sienu, graudus, rapšu raušus, sojas pupas, kukurūzas miltus, propilenglikols, krītu, sāli, dzeramo sodu un dažādas rūpnieciski sagatavotas minerālvielu piedevas. C grupai izmantoja zāles un kukurūzas

skābbarību, sienu, graudus, rapšu raušus, sojas pupas, krītu, sāli, dzeramo sodu un dažādas rūpnieciski sagatavotas minerālvielu piedevas. Pārējām grupām pamatā tiek izmantotas tādas pašas sastāvdaļas, izņemot sojas pupas, un tiek mainītas pārējo sastāvdaļu proporcijas. Kopproteīna saturs barībā bija no 16.99% līdz 18.02%, atkarībā no grupas, kurai paredzēts izēdināt barību. Tas nodrošina slaucamo govju vajadzības atkarībā no izslaukuma. Kokšķiedras nodrošinājums bija no 13.46% līdz 19.17% un atbilda augstražīgu govju vajadzībām. Minerālvielu Ca un P nodrošinājums, kas ir nepieciešams slaucamiem dzīvniekiem, lai nodrošinātu ne tikai fizioloģiskās vajadzības, bet arī piena ražošanu, atbilst ieteicamajam daudzumam un savstarpējām attiecībām (1–2:1). Minerālvielas K noteikšanu izmantosim sakarību pētīšanai ar fekāliju minerālvielu saturu.

Piena paraugu noņemšana un testēšana. Piena paraugu noņemšana un piena izslaukuma kontrole pētījuma laikā notika ik pa četrām un septiņām dienām. Piena paraugi saimniecībā noņemti katrā slaukšanas reizē ar piena mērītāja palīdzību, kurā piens nonāk proporcionāli slaukšanas laikā. Pēc katrās slaukšanas reizes kontroles dienā nolasīja piena daudzumu. Enerģētiski korigētā piena (EKP) iznākums tika aprēķināts katrai govij individuāli, pamatojoties uz piena ķīmisko sastāvu un piena izslaukumu pēc ICAR vadlīnijām (2017).

Piens tika pārliets ~50 mL tilpuma paraugu pudelītē. Paraugi konservēti ar *Broad Spectrum Microtab II* konservantu, kura pamatdarbības viela ir bronopols.



1.2.att. **Piena izslaukuma uzskaitē un paraugu noņemšana**

Piena sastāvs analizēts akreditētā piena kvalitātes kontroles laboratorijā. Ar infrasarkanās spektroskopijas metodi noteica piena kopproteīna, tauku un laktozes saturu saskaņā ar ISO 9622 *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. Testēšanai izmantots *MilkoScan FT 6000*, kas ir lieljaudas, pilnīgi automātisks vidējā infrasarkanā apgabala spektrofotometrs, kas nodrošina pilnu piena sastāva analīzi, izmantojot Furjē caurejošos infrasarkanos spektrus (FTIR, FOSS Analytical, 2005).

Somatisko šūnu skaits noteikts ar fluorescento optoelektronisko metodi jeb plūsmas citometrijas metodi saskaņā ar LVS EN ISO 13366-2 *Piens. Somatisko šūnu skaita*

noteikšana. 2. daļa: norādījumi par fluorescentoptoelektronisko skaitītāju ekspluatāciju standarta prasībām. Testēšanai izmantota iekārta Fossomatic FC, kas paredzēta ātrai un precīzai somatisko šūnu skaita noteikšanai vienā μl termiski neapstrādāta piena.

Fekāliju un urīna paraugu ņemšana un testēšana. Pēc pētījuma dzīvnieku ēdināšanas 21 dienu laikā tika veikta fekāliju un urīna uzskaitē un to paraugu ņemšana. Fekāliju uzskaitē veikta 72 stundu laikā, turot šajā laikā govīs bez pakaišiem. Diennakts laikā savākti mēsli no katra dzīvnieka individuāli, tika nosvērti un ņemts vidējais paraugs 1L apmērā (att.1.3.). Trešās dienas beigās ņemti paraugi tika apvienoti un veidots viens vidējais paraugs, kas tika sasaldēts un vēlāk nosūtīts testēšanai.



1.3.att. Fekāliju un urīna uzskaitē un paraugu ņemšana

Fekāliju sastāvs analizēts LLU Biotehnoloģijas zinātniska laboratorijā. Ar akreditētam standarta metodēm un laboratorija lietotām metodēm veiktas ķīmiskās analīzes sekojošiem parametriem:

- Sausna, % metode LVS EN 13040:2008 8.1; 9-11
- Kop slāpekļis, % (dabīgā) metode LVS EN 13654-1/NAC:2004
- Fosfors (P), % (sausnā) metode LVS ISO 6598:2001
- Kālijs (K), % (sausnā) metode LVS ISO 9964-3:2000
- Kop pelni, % (sausnā) metode LVS EN 13039:2012
- Amonija slāpekļis (N/NH₄) g/kg metode ГОСТ 26180-84, met.2

Urīna savākšanu un uzskaiti veicām trešās fāzes beigās. Iepriekšējās fāzēs urīnu savākt neizdevās, pieredzes un materiālu trūkuma un nepilnību dēļ. Urīna uzskaitē veikta 24 stundu laikā un atlasīts vidējais paraugs, kas tika sasaldēts un nosūtīts laboratorijā. Urīnam noteica kop. slāpekļa saturu, %. Lai prognozētu izdalīta urīna daudzumu izmantojam aprēķinus, pamatojoties uz piena urīnvielas slāpekļa saturu (MUN).

Urīnvielas saturs pienā tika pārrēķināts uz urīnvielas slāpekļa saturu, aprēķiniem izmantojot formulu (Spiekers and Obermaier, 2012):

$$MUN = \text{urīnvielas saturs} \times 0.46 \quad (1)$$

No iegūta piena urīnvielas slāpekļa daudzuma aprēķinājām iespējamo urīna daudzumu, izmantojot formulu (Nennich et al., 2006):

$$\text{Urīns, kg} = (MUN \times 0.563) + 17.1 \quad (2)$$

2.3. Datu matemātiskā apstrāde

Pētījumā izvērtēti slaucamo govju **piena produktivitātes rādītāji**: izslaukums kontroles dienā no govīm (izslaukums, kg); tauku (%), kopproteīna (%), kazeīna (%), urīnvielas (mg dL⁻¹) un laktozes (%) saturs; **sagremojamības rādītāji**: fekāliju un urīna daudzums, dienā; sausna (%), kopslāpekļa saturs (%); fosfors (%), kālijs (%), koppelni (%); amonija slāpekļis (g kg⁻¹).

Iegūto datu analīzei izmantota aprakstošā statistika – vidējais aritmētiskais ± vidējā aritmētiskā standartklūda. Faktoru analīzei izmantota ANOVA metode.

Lai noskaidrotu dažādu faktoru ietekmi uz piena sastāva un ēdināšanas izmaiņām, izmantots daudzfaktoru lineārais modelis, kurā iekļauti fiksētie faktori.

Datu apstrādei bija pārrēķināts 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, 2017).

$$\text{Daudzums, kg} = (\text{izslaukums, kg} \times \% \text{ saturs}) / 100 \quad (3)$$

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

$$\text{Amonjaka emisija, g dienā no govs} = 25.0 + 5.03 \times \text{MUN saturs mg dL}^{-1} \quad (4)$$

Veidojot pētījuma datubāzi, laboratorijā iegūtie piena sastāva rādītāji tika pārskatīti un izšķīroti, izslēdzot no aprēķiniem netipiskus rezultātus. Datubāzē netika iekļauti piena sastāva un kvalitātes rādītāji, kuru vērtība neiekļāvās sekojošā intervālā:

- kopproteīna saturs zemāks par 1.50% un augstāks par 7.00%;
- tauku saturs zemāks par 1.50% un augstāks par 9.00%;
- urīnvielas saturs zemāks par 3.0 un augstāks par 80.0 mg dL⁻¹;
- somatisko šūnu skaits lielāks par 2000 tūkst. mL⁻¹.

Datubāzē netika iekļauti ūdens patēriņa rādītāji, kas bija iegūti no dažām govīm, kas nemācēja lietot individuālas dzirdnes, vai salauza tas.

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.

3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI

Veicot pētījumu, noskaidroti vidējie uzņemtās barības un ūdens daudzumi, izslaukums kontroles dienā, piena sastāvs un izvadīto fekāliju daudzums, kas apkopoti tabulā 3.1..

3.1. tabula

Slaucamo govju vidējie rādītāji pētījuma laikā atkarība no laktācijas dienas

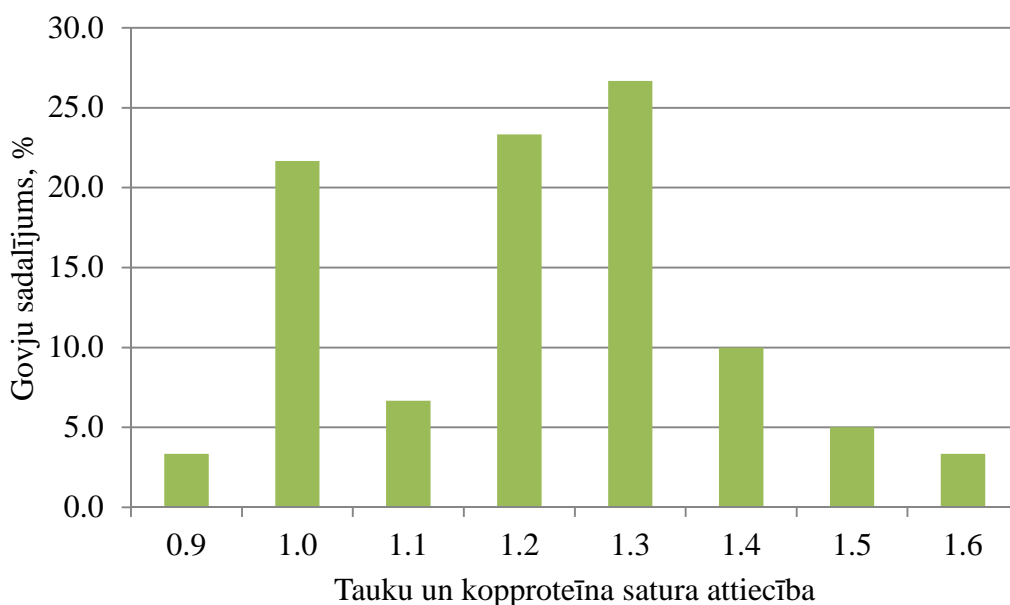
Grupa	Rādītāji	Laktācijas dienas fāzes		
		I	II	III
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$		
A	Izslaukums, kg	40.5±3.68	38.5±4.30	34.3±3.48
	Tauku saturs, %	3.46±0.192	3.33±0.144	3.44±0.347
	Kopproteīna saturs, %	3.14±0.131	3.24±0.119	3.08±0.260
	Urīnvielas saturs, mg dL ⁻¹	27.0±1.40	29.6±0.876	32.9±2.75
	Laktozes saturs, %	4.89±0.496	4.90±0.038	4.56±0.318
	Kazeīna saturs, %	2.53±0.096	2.61±0.89	2.48±0.204
	EKP	36.3±2.51	34.2±3.14	30.2±2.59
	Uzņemtā barība, kg	37.6±1.90	40.0±3.90	45.42±3.13
	Uzņemts ūdens, L	100.8±6.76	120.6±14.39	106.8±7.82
	Fekālijas, kg	35.8±2.05	33.5±3.34	41.9±4.05
B	Izslaukums, kg	39.8±3.71	34.0±3.18	34.8±3.03
	Tauku saturs, %	3.46±0.247	3.36±0.158	3.74±0.233
	Kopproteīna saturs, %	2.88±0.210	2.98±0.124	3.28±0.133
	Urīnvielas saturs, mg dL ⁻¹	24.2±2.39	30.6±1.79	35.2±1.44
	Laktozes saturs, %	4.66±0.309	4.75±0.063	4.81±0.788
	Kazeīna saturs, %	2.33±0.169	2.41±0.098	2.63±0.103
	EKP	34.9±2.83	29.8±6.19	32.9±2.41
	Uzņemtā barība, kg	39.4±5.00	46.5±2.95	46.1±6.37
	Uzņemts ūdens, L	105.9±13.25	100.8±6.66	112.9±10.7
	Fekālijas, kg	41.5±4.83	40.6±3.90	43.7±3.76
C	Izslaukums, kg	39.7±4.36	39.7±3.74	32.8±3.92
	Tauku saturs, %	3.11±0.356	3.32±0.173	3.75±0.181
	Kopproteīna saturs, %	2.35±0.304	3.11±0.117	3.24±0.126
	Urīnvielas saturs, mg dL ⁻¹	25.0±3.29	29.9±0.84	25.2±0.48
	Laktozes saturs, %	4.03±0.471	4.76±0.061	4.90±0.033
	Kazeīna saturs, %	1.92±0.247	2.50±0.054	2.63±0.103
	EKP	30.6±2.35	34.8±2.59	31.0±3.38
	Uzņemtā barība, kg	43.9±2.02	45.7±2.83	46.1±6.37
	Uzņemts ūdens, L	96.8±8.79	116.7±8.06	110.7±14.60
	Fekālijas, kg	41.5±4.83	35.4±3.20	37.8±4.63

Vērtējot iegūtos rezultātus pa laktācijas dienām (fāzes), ir vērojama kopīga tendence visiem rādītājiem, kas ļautu apgalvot, ka laktācijas diena kā faktors atstāj tiešu ietekmi uz visiem piena produktivitātes un barības uzņemšanas rādītājiem. Vidējais izslaukums kontroles dienā pa laktācijas dienam samazinājās. Mainījās tauku, kopproteīna, kazeīna un laktozes saturs, kas atbilst iepriekš veiktiem pētījumiem (Huth, 1995; Jonkus et al., 2004). Mūsu pētījumā šīs izmaiņas nebija statistiski būtiskas.

Pētījuma laikā ir vērojama tendence uzņemtās barības un ūdens daudzuma palielināšanai, līdz ar to arī fekāliju apjomam. Izņemot C grupā, kur fekāliju daudzums samazinājās, palielinoties laktācijas dienam. Šo parametru izmaiņas arī nebija statistiski būtiskas.

Efektīvākai ganāmpulkā apsaimniekošanai var izmanto piena produktivitātes rādītājus. Pieejamāka un vienkāršāka barības konversijas efektivitātes novērtēšana ir piena tauku un kopproteīna satura attiecības (3.1.att.) dažādos laktācijas periodos.

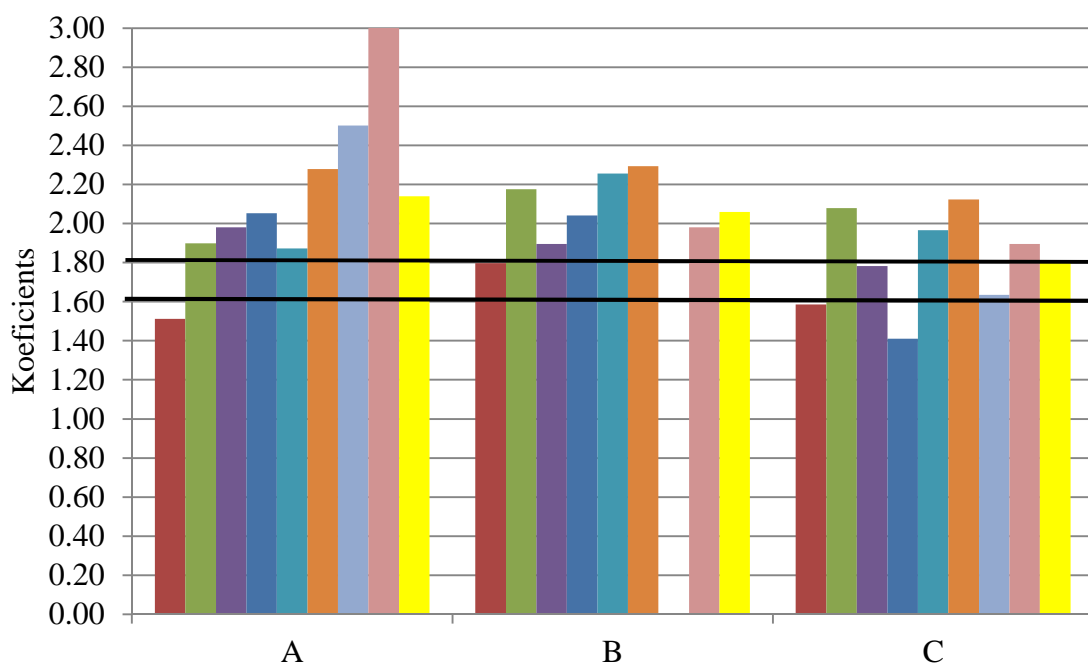
Vairāki zinātnieki pierādījuši piena tauku un kopproteīna satura attiecību izmantošanas nepieciešamību laktācijas sākuma fāzē, lai veiktu barības devas sabalansēšanu pēc proteīna un enerģijas satura tajā (Bailey et al., 2005; Buttchereit et al., 2010).



3.1. att. **Tauku un kopproteīna satura attiecību sadalījums**

Ieteicama tauku un kopproteīna satura attiecība govju pienā ir no 1.2 līdz 1.4. Kaut gan zinātnieki novēroja šī rādītāja izmaiņu dažādām slaucamo govju šķirnēm un saimniekošanas modeļiem, un tas var svārstīties no 1.05 līdz 1.6 (Hanuš et al., 2011). Izvērtējot pētījuma rezultātus, novērojam, ka 22% dzīvniekiem ir norādes uz acidozes gadījumiem, jo koeficients ir zemāks par 1.1. Ketozes iespējamība ir novērota 3% no pētījuma govīm (koeficients ir augstāks par 1.5, Krause and Oetzel, 2006).

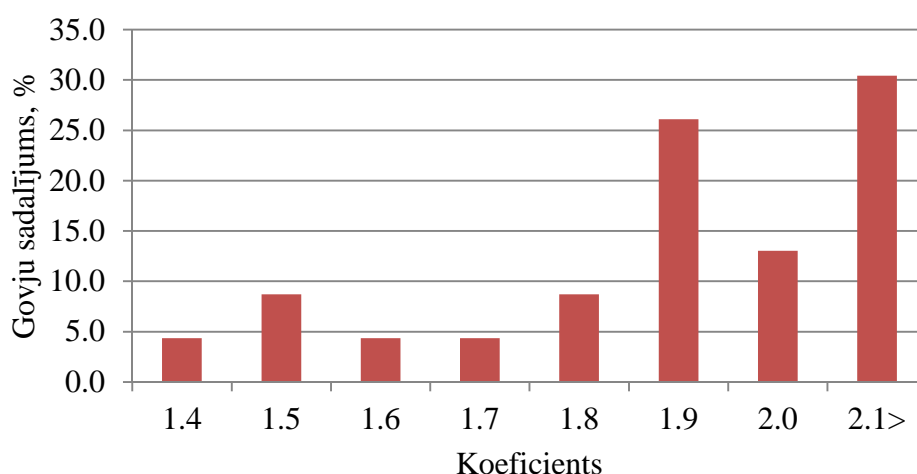
Barības konversijas efektivitātes novērtēšanai pētījumā laikā I fāzē izmantojam EKP un uzņemto barības sausnas saturu un aprēķinājām koeficientu katrai govij atsevišķi un vidēji pētījuma grupā (3.2.att).



3.2. att. **EKP un uzņemtās sausnas daudzuma attiecība pētījuma grupās**

Aprēķinātie koeficienti parāda sausnas nepietiekamību barības devā, kas atsevišķām govīm atspoguļojās dzīvmasas samazinājumā, jo izslaukuma nodrošināšanai tika izmantotas iekšējās ķermeņa rezerves. A un B grupas vidējie koeficienti pārsniedza ieteiktu līmeni, C grupas koeficients bija ieteiktās robežās, kas atbilst 2. laktācijas, sākuma laktācijas fāzes līmenim 1.6-1.8 (Hutjens, 2005). Barības konversijas efektivitāte C grupas dzīvniekiem bija visefektīvākā pētījuma I fāzē.

Pētījumā 70% dzīvniekiem sausnas nodrošinājums barības devā bija neatbilstošs to produktivitātes līmenim (3.3. att.). Svarīgi barības devas veidošanā sabalansēt kopproteīna un sausnas saturu, atbilstoši plānotai produktivitātei.



3.3. att. **EKP un uzņemtās sausnas daudzuma attiecības sadalījums**

Saimniecībās barības konversijas efektivitātes koeficientu lietderīgi pielietot ganāmpulka vai grupu līmeni, nevis attiecība uz individuāliem dzīvniekiem. Koeficienta

aprēķinam nepieciešams iegūt datus par iknedēļas sausnas saturu barībā, neapēstas barības daudzumu un piena produktivitāti (EKP). Ja tāda veida uzskaitē netiek veikta, var izmantot ikmēneša piena pārraudzības rezultātus. Saimniecībā nepieciešams veikt barības kvalitātes un patēriņa uzskaiti, lai savlaicīgi būtu iespējams veikt nepieciešamās izmaiņas barības devas sabalansēšanai.

Pētījuma grupas bija veidotas no divu šķirņu govīm, izvērtējām šķirnes ietekmi uz produktivitātes un barības patēriņa parametriem (3.2. tab.).

3.2.tabula

Slaucamo govju I fāzes vidējie rādītāji pētījuma laikā atkarība no šķirnes

Rādītāji	Grupa					
	A		B		C	
	Šķirne					
	LB	HM	LB	HM	LB	HM
Izslaukums, kg	28.9	47.5	28.2	46.8	26.1	47.8
Tauku saturs, %	4.00	3.14	3.94	3.18	4.14	2.49
Kopproteīna saturs, %	3.50	2.91	3.28	2.64	3.18	1.85
Urīnvielas saturs, mg dL ⁻¹	28.3	26.3	28.7	21.5	28.6	22.9
Laktozes saturs, %	5.05	4.79	5.02	4.43	5.05	3.42
Kazeīna saturs, %	2.80	2.36	2.64	2.15	2.58	1.52
EKP	29.1	40.6	27.6	39.3	26.2	33.2
Uzņemtā barība, kg	35.5	38.8	34.7	42.6	37.6	47.7
Uzņemts ūdens, L	80.2	113.18	76.9	127.7	74.7	110.1
Fekālijas, kg	29.7	39.5	30.1	45.0	27.6	49.9

Govs šķirnes izvēlei ir svarīga nozīme gan no saimniekošanas modeļa, gan ēdināšanas un produktivitātes viedokļa. Pētījuma rezultāti parāda būtiskās atšķirības produktivitātes rādītājos, barības izlietojumā un fekāliju iznākumā visās pētījuma grupās. Izslaukums kontroles dienā būtiski atšķiras starp šķirnēm, visās pētījumu grupās, bet neatšķiras starp grupām šķirnes ietvaros. LB šķirnes izslaukums bija no 26.1kg C grupā līdz 28.9kg A grupā. HM šķirnes izslaukums bija no 46.8kg B grupā līdz 47.8kg C grupā. Kopproteīna saturs pienā būtiski atšķiras starp šķirnēm, bet starp grupām nebija būtiskas atšķirības vienas šķirnes ietvaros. LB šķirnes pienā kopproteīna saturs bija no 3.18% C grupā līdz 3.50% A grupā. HM šķirnes kopproteīna saturs bija būtiski zemāks un bija 1.85% C grupa līdz 2.91% A grupā. Piena tauku, urīnvielas, laktozes un kazeīna saturs starp šķirnēm un grupām atšķiras nebūtiski.

Slāpekļa aprites prognozēšanas modeļu veidošanai zinātnieki izmanto informāciju par slāpekļa saturu dzīvnieku fekālijās, urīnā un produkcijā. Uzņemtā slāpekļa novērtēšanai, izmanto barības devas sastāvu (Tamminga, 1992). Lai novērtētu slāpekļa bilanci pētījumā laikā, apkopojām informāciju par kopproteīna un kopslāpekļa saturu un daudzumu uzņemtā barībā, pienā un fekālijās (3.3.tab.).

Kopslāpekļa vidējais saturs barībā, pienā, fekālijās iznākums pa grupām un šķirnēm, vidēji dienā

Rādītāji	Grupa					
	A		B		C	
	Šķirne					
	LB	HM	LB	HM	LB	HM
Kopproteīns barībā, g	3054.6		2823.7		2941.2	
	2920.3	3188.9	2534.3	3113.1	2590.1	3292.2
Kopproteīns pienā, g	1195.4		1084.6		854.3	
	1010.1	1380.7	925.7	1243.6	829.0	879.5
Kopslāpekļis fekālijā, g	149.2		153.9		138.5	
	131.3	167.2	113.97	193.8	99.9	177.2

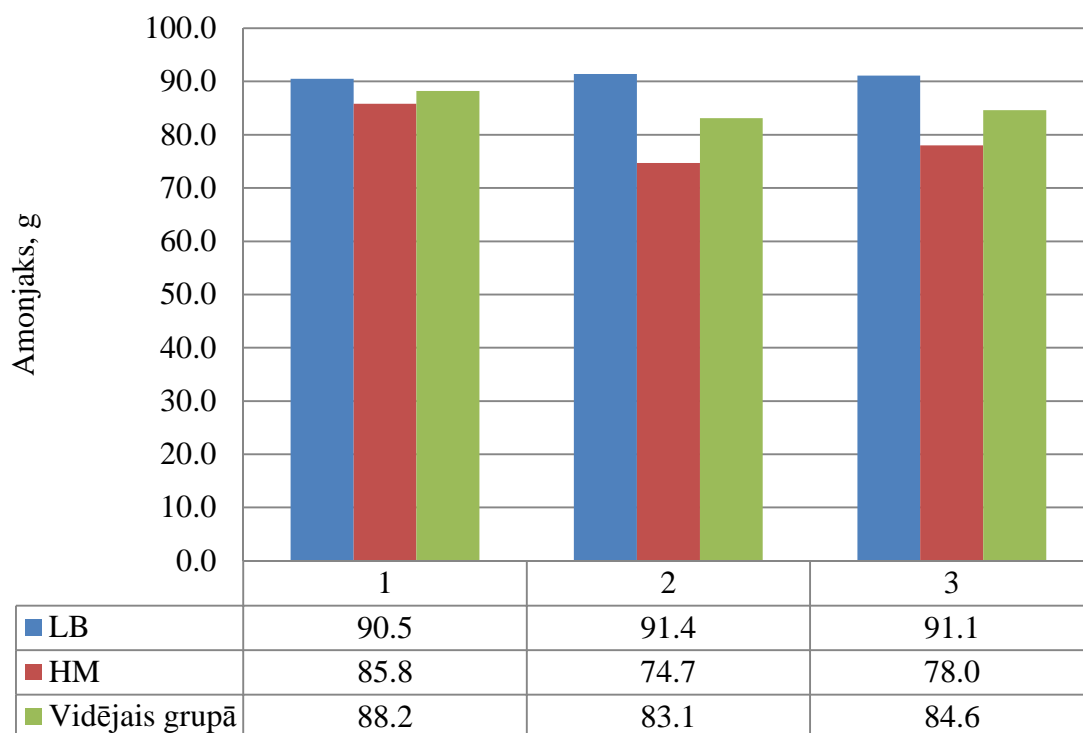
Vidējais uzņemtā kopproteīna daudzums bija lielāks A grupā, bet būtiski neatšķiras starp pētījuma grupām. Nebija vērojama arī būtiska atšķirība starp šķirnēm barības kopproteīna uzņemšanas apjomā. Kopproteīna daudzums pienā bija augstākais A grupā, bet būtiski neatšķiras ar B grupas daudzumu. Būtiski zemākais kopproteīna daudzums bija C grupā (1195.4; 1084.6; 854.3 attiecīgi), kas atbilst barības devā paredzētam kopproteīna satura samazinājumam. Kopproteīna daudzums pienā būtiski atšķiras arī starp šķirnēm.

Kopslāpekļa daudzums fekālijās būtiski neatšķiras starp grupām, bet bija būtiska atšķirība starp šķirnēm.

Tabulā 3.3. apkopotus skaitļus nevar izmantot slāpekļa bilances prognozēšanai, jo nepieciešams veikt papildus pārrēķinus, lai kopproteīna rādītājus izteiktu slāpekļa izteiksmē. Noskaidrojot piena kopproteīna daļu no barības kopproteīna, iznāk 39%, 38%, 29% (A, B, C grupas attiecīgi). Šie rādītāji sakrīt ar Nīderlandes pētnieka konstatēto slāpekļa īpatsvaru, kas tiek iznests ar produkciju un var svārstīties no 17 līdz 34% (Straalen, 1995).

Daudzi pētnieki izvērtē dažādas iespējas noteikt slāpekļa izmantošanas efektivitāti barības devā. Ir izveidoti un izmēģināti daudzi modeļi. Izmantojot tos, jāatceras, kā tas ir tikai indikatīvais rādītājs, un nevar aizstāt precīzus mērījumus. S. A. Burgos ar citiem zinātniekiem veica eksperimentu ar slaucamām govīm dažādās laktācijas dienās. Ēdināšanas devas atšķīrās ar proteīna saturu (15%, 17%, 19% un 21%). Nedēļas laikā govīm izēdināja atšķirīgas barības devas un septītajā dienā noņēma piena, urīna un fekāliju paraugus. Tālāk veica mērījumus, lai noteiktu amonjaka iznesi no urīna un fekāliju paraugiem. Piena paraugos noteica urīnvielas slāpekļa saturu. Pieaugot proteīna saturam (no 17.2% līdz 19%) barības devā. Izmantojot pētījuma rezultātus, veica aprēķinus un noskaidroja ciešu sakarību starp amonjaka iznesi ar fekālijām un urīnu un urīnvielas slāpekļa saturu pienā ($R^2 = 0.85$). Pamatojoties uz šiem datiem, zinātnieki izstrādāja modeli, kuru izmanto, lai kontrolētu amonjaka emisiju atkarībā no urīnvielas slāpekļa satura pienā (Burgos *et al.*, 2010).

Balstoties uz šo vienādojumu, aprēķināts iespējamais gaisa piesārņojums ar amonjaku no govju dienā (3.4. att.).



3.4. att. **Aprēķinātā amonjaka iznese vidēji no govs dienā pa grupām**

Amonjaka daudzums ir aprēķināts no piena urīnvielas satura rādītājiem, un svārstības nav būtiskas starp grupām un starp šķirnēm. Izmantojot šos datus, katra saimniecība var veikt aprēķinus un prognozēt saimniekošanas efektivitāti un vides piesārņojuma risku.

SĀKOTNĒJIE SECINĀJUMI

1. Izveidotas barības devas regulāri jāpārbauda, lai pārlicinātos ka tas atbilst plānotam iznācumam.
2. Pirmie rezultāti neuzradīja būtiskas atšķirības piena produktivitātes parametros, kas norāda uz iespēju, slaucamo govju ēdināšanā pēcatnešanās periodā līdz 60 dienām izmantot barības devu ar mazāko kopproteīna saturu tajā.
3. Pie samazinātas kopproteīna satura barības devā novērojam samazinātu kopslēpekļa daudzumu fekālijās.

Pētījuma gaitā sagatavotie protokoli atrodas pie projekta vadītājas Diānas Ruskas: Pasta adrese: Lielā iela – 2, Jelgava, LV – 3001, e – pasta adrese: diana.ruska@llu.lv, mobilais tālrunis – 29533945

INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Bailey K. E., Jones C. M., Heinrichs A. J. (2005). Economic returns to Holstein and Jersey herds under multiple component pricing. *Journal of Dairy Science*, Vol. 88, p. 2269-2280.
2. Burgos S. A., Embertson N. M., Zhao Y., Mitloehner F. M., DePeters E. J., Fadel J. G. (2010) Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions. *Journal of Dairy Science*, Vol. 93, No. 6, p. 2377-2386.
3. Buttchereit N., Stamer E., Junge W., Thaller G. (2010) Evaluation of five lactation curve models fitted for fat: protein ratio of milk and daily energy balance. *Journal of Dairy Science*, Vol. 93, No. 4, p. 1702-1712.
4. Hanuš O., Roubal P., Vyletěllová M., Yong T., Bjelka M., Dufek A. (2011) The relations of some milk indicators of energy metabolism in cow, goat and sheep milk. *Scientia Agriculturae Bohemica*, Vol. 42, No. 3, p. 102-112.
5. Hutjens M. F. (2005) Dairy Efficiency and Dry Matter Intake. *Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conferenc.* p 71-76.
6. Huth F. W. (1995) *Die Laktation des Rindes: Analyse, Einfluss, Korrektur.* Stuttgart: Ulmer. 289 S.
7. *International Agreement of Recording Practices* (2017) ICAR International Committee For Animal Recording [tiešsaiste]. [Skatīts 2019. g. 11.oktobris]. Pieejams: <https://www.icar.org/Guidelines/02-Overview-Cattle-Milk-Recording.pdf>
8. Jonker J. S., Kohn R. A., High J. (2002) Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. *Journal of Dairy Science*, Vol. 85, No. 5, p. 1218-1226.
9. Jonkus D., Paura L., Kairiša D. (2004) Analysis of daily milk productivity change in dairy cows. *Vererinarīja ir Zootehnika*, T. 27 (49), p. 60-64.
10. Kauffman, A.J., St. Pierre N.R. (2001) The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 84:2284-2294.
11. Kohn, R.A., K.F. Kalscheur, and E. Russek-Cohen. 2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science* 85:227-233.
12. Krause K. M., Oetzel G. R. (2006) Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 126, p. 215-236.
13. Nennich T., Harrison J. H., Meyer D., Weiss W. P., Heinrichs A. J., Kincaid R. L., Powers W. J., Koelsch R. K., Wright P. E.. (2003) Development of standard methods to estimate manure production and nutrient characteristics from dairy cattle. In Ninth International Animal, Agricultural and Food Processing Wastes Proceedings. Symposium (Research Triangle Park, North Carolina USA), Publication Date 12 October 2003. pp. 263-268.
14. Nennich et al., 2006. Prediction and evaluation of urine and urinary nitrogen and mineral excretion from dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89:353-364.
15. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC.
16. Spiekers H., Obermaier A. (2007) *Milchharnstoffgehalt und N-Ausscheidung (Milk urea content and N excretion)*. SuB Heft 4-5/07, S. III 4 – III 9. [tiešsaiste]. [Skatīts

2019. g. 11.oktobris]. Pieejams:
https://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/f/9154/spiekers_SuB4_5_07.pdf?fd=2
17. Straalen W.M. (1995) MODELLING OF NITROGEN FLOW AND EXCRETION IN DAIRY COWS. Thesis. Landbouw Universiteit Wageningen. ISBN 90-5485-475-8
 18. Tamminga, S. (1992). Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science* 75, p. 345-357.