

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

Metodiskais materiāls

Laktozes fermentācijas procesā iegūtās propionskābes izmantošana dzīvnieku
barībā

izstrādāts projekta Nr. 18-00-A01612-000012 "Jauni risinājumi piena produktu
un to pārstrādes blakusproduktu ražošanā" ietvaros

Jelgava

2020

Norādījumi izstrādāti, sadarbojoties a/s Tukuma piens, a/s LIS Jaunpils, SIA Piensaimnieku laboratorijas un Latvijas Lauksaimniecības universitātes speciālistiem.

Autori: J.Lakstiņa, I.Āboltiņa, L.Vanaga, I.Ciproviča, J.Zagorska, D.Jonkus, I.Šarenkova, I.Cinkmanis

Saturs

levads	4
Metodika	6
Ēdināšanas eksperiments	10
Secinājumi	13
Literatūras saraksts	13

Ievads

Sūkalas ir piena pārstrādes blakusprodukts, iegūts siera un biezpiena ražošanā. Sūkalu sastāvs un kvalitāte ir atkarīga no olbaltumvielu koagulācijas paņēmiena piena pārstrādē. Vidējais dažādu sūkalu ķīmiskais sastāvs ir atspoguļots 1. tabulā.

1. tabula

Dažādu sūkalu ķīmiskais sastāvs un kvalitātes rādītāji¹

Sūkalas	Sausna, %	Tauki, %	Olbaltumvielas, %	Laktoze, %	Minerālvielas, %	pH
Siera	6.1-6.5	0.1-0.4	0.9	4.7	0.5	5.6-6.1
Biezpiena	5.4	0.1	0.8	3.8	0.7	4.5-5.1

Sūkalu sastāvs mainās atkarībā no kazeīna koagulācijas paņēmiena siera vai biezpiena ražošanā, arī no sūkalu atdalīšanas tehnikas. Pēdējos gados Latvijā, arī citviet pasaulē tiek izmantota ultrafiltrācija, tostarp biezpiena ražošanā, produktu sausnas koncentrēšanai. Izvēlētais paņemiens izmaina arī sūkalu sastāvu, skatīt 2. tabulā.

2. tabula

Ultrafiltrāta ķīmiskais sastāvs un kvalitātes rādītāji

Sūkalas	Sausna, %	Tauki, %	Olbaltumvielas, %	Laktoze, %	Minerālvielas, %	pH
Siera	5.38	0.01	0.19	4.69	0.51	6.10
Biezpiena	5.92	0.02	0.39	4.70	0.8	4.53

Arī sūkalu olbaltumvielu, kā vērtīgākās sausnas sastāvdaļas, izmantošana dažādu produktu, tostarp sūkalu olbaltumvielu koncentrāta, ražošanā rada ievērojamu ultrafiltrāta atlikumu piena pārstrādē. Ultrafiltrāts, kas galvenokārt satur laktozi, minerālvielas un organiskos sāļus, ir ierobežotas izmantošanas produkts.

Sūkalu pārstrāde galvenokārt fokusējas sauso sūkalu vai sūkalu olbaltumvielu ieguvē, laktozes izdalīšanā un sausās laktozes ražošanā vai laktozes fermentācijā dažādu produktu, piemēram, pienskābes, B₁₂ vitamīna, spirta, u.c. ieguvē. Galvenokārt ir attīstīta siera sūkalu pārstrāde, biezpiena sūkalu pārstrāde un produktu ieguve ir ierobežota sastāva un kvalitātes dēļ.

Pasaulē eksistē simtiem izstrādātu tehnoloģiju dažādu sūkalu produktu ražošanai, kuras var īstenot arī biezpiena sūkalām. Biezpiena sūkalas, kas sastāva ziņā atšķiras no siera sūkalām pH un minerālvielu satura ziņā, ir ierobežotas izmantošanas produkts. Sūkalas ātri bojājas, jo ražošanas procesā tajās nonāk arī piena raudzēšanai lietotās pienskābes baktērijas. Sūkalas bez apstrādes ātri zaudē savu kvalitāti un tehnoloģisko pielietojumu. Galvenās sūkalu pārstrādes tehnoloģijas ir saistītas ar sausnas koncentrēšanu (ietvaice vai apgrieztā osmoze,

¹ L.Ozola, I.Ciproviča (2002) Piena pārstrādes tehnoloģijas. Jelgava, LLU, 248 lpp.

kaltēšana, u.c.). Šīs tehnoloģijas ir attīstāmas tikai liela apjoma sūkalu pārstrādei. Ja dienā iegūto sūkalu daudzums ir ap 20 – 60 tonnām, to pārstrāde šādā veidā nav racionāla. Turklāt pamatproduktos koncentrējot sūkalu olbaltumvielas, atlikušais sūkalu sastāvs galvenokārt satur laktozi.

Laktozes tālākai pārstrādei tiek meklēti citi risinājumi inovatīvu un konkurētspējīgu produktu ieguvei, īpaši propionskābes ieguvei. Mūsdienās propionskābi iegūst no fosilajiem resursiem. Naftas krājumiem izsīkstot un tās cenai būtiski paaugstinoties, tiek meklēti risinājumi atjaunojamo vides resursu izmantošanai. Dažādu pārtikas ražošanas blakusproduktu, t.sk. sūkalu, pārstrāde ir videi draudzīgākais propionskābes ieguves veids. Šī skābe ir vērtīga dzīvnieku barības sastāvdaļa. Faktiskais uzņemtās propionskābes saturs var sasniegt pat $0.1 - 40 \text{ g kg}^{-1}$ sausnas govīm dienā².

Propionskābi un tās sāļus rekomendē slaucamo govju vielmaiņas problēmu novēršanai ketozes gadījumā, kas sevišķi aktuāli pēc atnešanās, kad nereti rodas uzņemtās un patērētās enerģijas nesabalansētība. Šobrīd Latvijā ir nopērkami importētie produkti, taču vietējas izcelsmes, pietiekami lētas piedevas netiek piedāvātas. Šo produktu ražošana varētu būt viens no perspektīvākajiem laktozes izmantošanas veidiem īpaši jauniem dzīvniekiem (teļiem) pēc atšķiršanas, kad notiek vides un barības maiņa. Propionskābe ir laba skābbarības piedeva, jo efektīvi ierobežo sporu augšanu skābbarībā. Sporu veidojošo mikroorganismu daudzuma samazināšana dzīvnieku barībā ir svarīga piena pārstrādātājiem. Svaigpiena mikrobioloģiskais piesārņojums ar baktēriju sporām ir būtiska problēma Latvijas piena pārstrādes uzņēmumos, jo ražošanā izmantotās aizsargkultūras nespēj nodrošināt nepieciešamo produkcijas kvalitāti, īpaši sieram. Samazinot govīm izēdinātās barības mikrobioloģisko piesārņojumu, var uzlabot iegūtā piena tīrību, attiecīgi ražotā siera kvalitāti.

Sūkalas izsenis ir lietotas dzīvnieku ēdināšanā. Augstais laktozes saturs sūkalās, arī skābā vide (īpaši biezpiena sūkalās) veicina acidozes veidošanos govīm, kas apgrūtina to izmantošanu dzīvnieku ēdināšanā. Ievērtējot sūkalu ieguves apjomus Latvijā, projekta ietvaros tika meklētas iespējas biezpiena sūkalu ultrafiltrāta (turpmāk ultrafiltrāts) pielietojumam. Eksistē dažādi risinājumi, fermentējot sūkalas ar pienskābes baktērijām, raugiem, ar noteiktu celmu propionskābes baktērijām, arī pienskābes un propionskābes baktēriju kombinācijām. Pastāv iespējas arī noteiktu organisko savienojumu, piemēram, propionskābes, ieguvei izmantot siera sūkalas. Siera sūkalas satur pienskābes sāļus (laktātus) un ir izejmateriāls propionskābes sintēzei šādā reakcijā:



Turklāt biezpiena sūkalās laktātu koncentrācija ir ievērojami lielāka, kas norāda uz šāda substrātu potenciālu.

² Scientific opinion (2011) Scientific opinion on the safety and efficacy of propionic acid, sodium propionate, calcium propionate and ammonium propionate for all animal species. EFSA Journal, 9 (12), 2446.

³ Cogan, T.M. (2011) Microbiology of cheese. In H.Roginski, J.E.Fuquay, P.F.Fox (eds.), Encyclopaedia of Dairy Science, Academic Press, pp. 625-631

Tīras propionskābes ieguvei ir nepieciešams kultivēt propionskābes baktērijas vismaz 7-14 dienas siera sūkalās kontrolētos apstākļos, biežāk bioreaktoros. Ilgais kultivēšanas laiks bija iemesls tieši ar propionskābes baktērijām fermentu sūkalu izpētei barības piedevu ieguvei. Izvērtējot izstrādes, lielākā daļa īstenota siera sūkalām, biezpiena sūkalu pielietojums ir ļoti ierobežots. Esošā izstrāde pamatojas uz birzpiena sūkalu ultrafiltrāta fermentāciju ar piena pārstrādē lietoto liofilizēto propionskābes baktēriju ieraugu (PS 4, Chr.Hansen, Dānija). Izstrādes pamatā ir lopkopībā plaši lietotā propionskābe, tās nozīme dzīvnieku ēdināšanā un labturībā, potenciāls piena ražošanas apjoma un piena sastāva korekcijā.

Metodika

Izstrāde aprobēta biezpiena sūkalu ultrafiltrāta lietojumam. Pētījumā lietotā ultrafiltrāta sastāvs atspoguļots 3. tabulā.

3. tabula

Ultrafiltrāta sastāvs⁴

Ultrafiltrāts	Sausna, %	Tauki, %	Olbaltumvielas, %	Laktoze, %	Mineralvielas, %	pH
Ultrafiltrāts, vidēji	6.05	0.05	0.44	4.94	0.62	4.53

Sūkalu fermentācijai izmantots liofilizēto propionskābes baktēriju ieraugs PS 4 (Chr.Hansen, Dānija). Ierauga kvalitātes rādītāji ir apkopoti 4. tabulā.

4. tabula

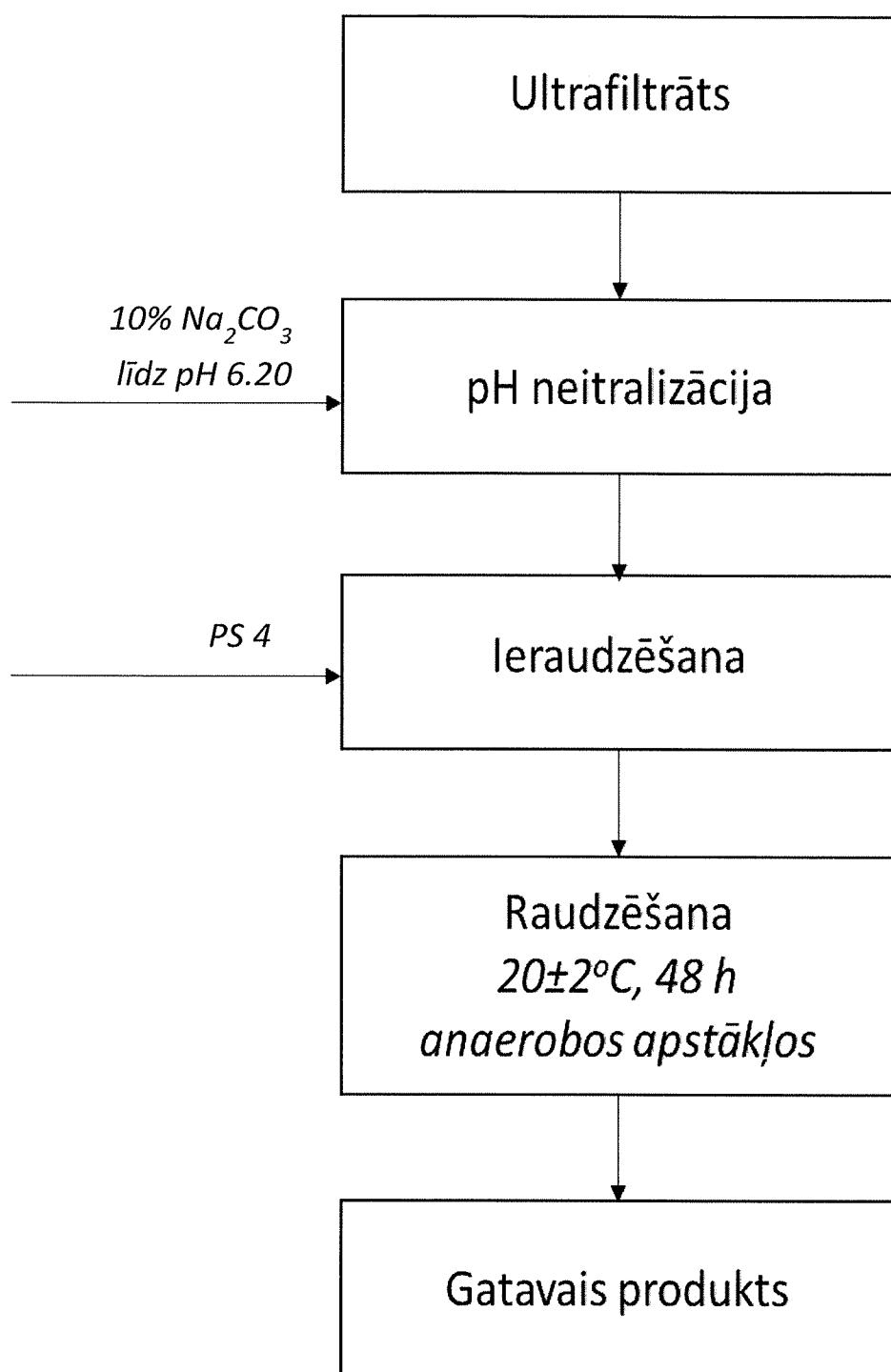
Propionskābes baktēriju ierauga kvalitātes rādītāji⁵

Rādītājs	Lielums
Netipiskās pienskābes baktērijas	500 KVV g ⁻¹
Raugi un pelējumi	< 1 KVV g ⁻¹
<i>Enterobacteriaceae</i>	< 1 KVV g ⁻¹
Koagulāzes pozitīvie stafilokoki	< 1 KVV g ⁻¹
<i>Salmonella</i> spp.	nesatur 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	nesatur 25 g

Sūkalu fermentācija ar propionskābes baktēriju ieraugu veikta pēc 1. attēlā dotās shēmas.

⁴ Tukuma piens dati

⁵ Chr.Hansen dati



1. attēls. Fermentētu sūkalu tehnoloģija dzīvnieku ēdināšanai

Tehnoloģijas apraksta skaidrojums

Produkts/Process	Skaidrojums	Piezīmes
Ultrafiltrāts	Iespējams lietot siera un biezpiena ražošanā iegūtās sūkalas, to ultrafiltrātu.	Nosaka pH
pH neitralizācija	Neitralizācijai lieto 10% Na ₂ CO ₃ šķīdumu, to pievienojot ultrafiltrātam, produktu maisa un mēra pH.	pH jābūt 6.19-6.20. Izvēloties citu neitralizatoru, jāņem vērā savienojumu ietekme uz propionskābes baktēriju vairošanos. Nātrija jonu klātbūtne veicina propionskābes baktēriju augšanu ⁶ .
Ieraudzēšana	Neitralizētam ultrafiltrātam pievieno propionskābes baktēriju ieraugu pēc ierauga ražotāja rekomendācijām, vēlams 0.02%. Produktu samaisa un fermentē 20±2°C	Ieteicams pievienot mazāko, ierauga ražotāja (5 AV plānotas uz 10 – 25 t) rekomendējamo ierauga daudzumu.
Fermentācija	Raudzēšanas laikā propionskābes baktērijas vairojoties, producē etiķskābi, propionskābi un CO ₂ . Etiķskābes veidošanās samazina produkta pH (skatīt 26. tabulu). Radusies CO ₂ palielina šķidrums tilpumu. Raudzēšanas laikā rodās baktēriju biomasa, kas sūkalas/ultrafiltrātu padara duļķainu. Ultrafiltrātu fermentē 20±2°C 48 h	Raudzējot noslēgtā tvertnē, traukā, ultrafiltrāta iepildījumam jābūt 2/3 no darba tilpuma. Par biomasas pieaugumu var pārlicināties, nosakot olbaltumvielu saturu.
Gatavais produkts	20±2°C	Gatavais produkts satur nelielu propionskābes koncentrāciju, kura palielinās produkta tālākā uzglabāšanas/realizācijas laikā.

⁶ Piwowarek, K., Lipinska, E., Hoe-Szymanczuk E., Lieliszek, M., Scibisz, I. (2018) Propionibacterium spp. – source of propionic acid, vitamin B₁₂ and other metabolites important for the industry. Applied Microbiology and Biotechnology, 102 (2), 515-538.

Procesa norises kontrolei veiktas šādas analīzes: pH, titrējamais skābums, ķīmiskais sastāvs un propionskābes saturs. Ultrafiltrāta sastāva, tā mainības fermentācijas un uzglabāšanas laikā noteikšanai lietotas šādas metodes un standarti:

- 1) pH noteikts atbilstīgi ISO 5546;
- 2) propionskābes saturs noteikts ar augstas izšķirtspējas šķidrums hromatogrāfu (Zolnere et al., 2018⁷; Zolnere et al., 2019⁸);
- 3) ultrafiltrāta sastāvs analizēts ar MilkoScanTM Mars (Foss, Dānija), atbilstīgi ISO 9622.

Ultrafiltrāta sastāva un skābuma izmaiņu dinamika fermentācijas laikā apkopota 6. tabulā.

6. tabula

Ultrafiltrāta sastāva mainība fermentācijas laikā 20°C

Rādītāji	Sākumā	Pēc 24 h	Pēc 48 h
Sausna, %	6.02±0.00	5.89±0.01	5.58±0.00
Tauki, %	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
Olbaltumvielas, %	0.43±0.01	0.67±0.00	0.70±0.00
Laktoze, %	4.92±0.00	4.71±0.00	4.64±0.00
Propionskābe, mg L ⁻¹	n.n.*	16.62	76.62
pH	6.19±0.00	5.69±0.01	4.81±0.01

*n.n.-nav noteikts

Sūkalu fermentācijai izvēlētas 48 h ar mērķi, lai produkta realizācijas laikā turpinātos propionskābē rūgšana un propionskābes satura palielināšanās. Gatavajam produktam ir paredzēts 3 dienu derīguma termiņš, iztuot 20°C. Sūkalu sastāva un pH izmaiņas derīguma termiņā ir apkopotas 7. tabulā.

7. tabula

Fermentētā ultrafiltrāta sastāva un pH izmaiņas derīguma termiņa laikā

Rādītāji	Gatavais produkts	Pēc 24 h uzglabāšanas	Pēc 48 h uzglabāšanas	Pēc 72 h uzglabāšanas
Sausna, %	5.58±0.00	4.30±0.01	4.30±0.00	4.28±0.00
Tauki, %	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
Olbaltumvielas, %	0.70±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00	0.71±0.00
Laktoze, %	4.64±0.00	3.37±0.00	3.37±0.00	3.38±0.00

⁷ Zolnere, K., Ciprova, I., Kirse, A., Cinkmanis, I. (2018). A study of commercial β galactosidase stability under simulated in vitro gastric conditions. *Agronomy research*, 16(S2), 1555-1562.

⁸ Zolnere, K., Ciprova (2019) Lactose hydrolysis in different solids content whey and whey permeate. In *FoodBalt: 13th Baltic conference on food science and technology "Food. Nutrition. Well-being."*, 2-3 May 2019 (pp. 35-39). Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies.

7. tabulas turpinājums

Propionskābe, mg L ⁻¹	76.62	115.58	270.20	308.58
pH	4.81±0.01	4.66±0.01	4.64±0.01	4.62±0.01

Propionskābes baktēriju darbība turpinās arī produkta uzglabāšanas laikā, ko skaidri demonstrē propionskābes satura pieaugums. Izbarojot šādu produktu lauksaimniecības dzīvniekiem, produkts satur gan aktīvās propionskābes baktērijas, gan propionskābi noteiktā koncentrācijā. Ilgāka produkta izturēšana) veicina pH kritumu, kas nav piemērota propionskābes baktērijām, to dzīvotspējai.

Secinājumi

1. Sūkalu fermentācijai nepieciešamas 48 h ar tālāku propionskābes baktēriju darbības veicināšanu, uzglabājot produktu 20°C 72 h.
2. Propionskābās rūgšanas procesā veidojas propionskābe, etiķskābe un ogļskābā gāze, radusies gāze palielina šķidrums tilpumu. Raudzēšanai ieteicams piepildīt tvertnes vai traukus līdz 2/3.
3. Vidējais propionskābes saturs 3 dienu uzglabāšanas laikā paredzētajam produktam vidēji ir 192 mg L⁻¹.

Ēdināšanas eksperiments

Eksperiments īstenots LIS "Jaunpils". Izveidotas 2 dzīvnieku grupas pa 50 govīm katrā (eksperimentālā un kontroles grupa). Ēdināšanas eksperiments īstenots Holšteinas šķirnes govīm (1. laktācija). Eksperimentālais pētījums veikts 6 mēnešu laikā. Eksperimentālā pētījumā, lai izvērtētu barības piedevas ietekmi uz piena apjomu un sastāva rādītājiem, eksperimentālās grupas govīm mēnesi pēc eksperimenta analizēts piena sastāvs un izslaukums. Kompleksais pētījums ļauj visaptveroši saprast barības piedevas ietekmi uz dzīvnieku labturību, izslaukumu un piena sastāvu.

Fermentētās sūkalas gatavotas a/s Tukuma piens pēc 1. attēlā redzamās shēmas, kontrolēti fermentācijas parametri un fermentējamā substrāta pH. Gatavais produkts nogādāts LIS "Jaunpils". Izstrāde īstenota, lai saimniecība saņemtu produktu 3 dienu izēdināšanai.

Dzīvniekiem izbarojamā preparāta daudzums ir 0.5 L dienā. Piena sastāva un izslaukuma dati monitorēti kontroles un eksperimentālās grupas dzīvniekiem. Eksperimentālās grupas dzīvniekiem saglabāts ēdināšanas režīms, sastāvs un apjoms bez izmaiņām. Barības sastāvs (barības galda paraugs) pētījumā iekļautajiem dzīvniekiem ir šāds: ūdens (10 kg), rapši (1.20 kg), rapšu spraukumi (1.20 kg), soja (1.80 kg), milti (5.00 kg), kukurūzas milti (1.80 kg), Premix 1 (krīts - 0.1 kg, sāls - 0.06 kg, soda - 0.07 kg, Miramin Keragen® - 0.4 kg), zāles skābbarība (14.50 kg), kukurūzas skābbarība (16.50 kg).

Piena sastāvs analizēts SIA Piensaimnieku laboratorijā, nosakot tauku, olbaltumvielu, laktozes, urīnvielas saturu un somatisko šūnu skaitu reizi mēnesī (mēneša sākumā).

Piena sastāva un somatisko šūnu skaita noteikšanai lietotas šādas metodes un standarti:

- 1) tauku, olbaltumvielu, laktozes, sausas un urīnvielas saturs analizēts atbilstīgi ISO 9622;
- 2) somatisko šūnu skaits noteikts atbilstīgi LVS EN ISO 13366-2.

Izēdinot 6 mēnešus fermentētas sūkalas eksperimentālās grupas govīm, iegūtie svaigpiena dati apkopoti 8. tabulā.

Pētījuma rezultāti norādīja uz lielāku izslaukumu, tostarp izmaiņām tauku, olbaltumvielu, laktozes, urīnvielas saturā un somatisko šūnu skaitā. Propionskābes baktērijas, kas ir normālas zarnu mikrofloras pārstāves, spēj normalizēt zarnu mikrobiomu, uzlabot sagremoto barības vielu asimilāciju un dzīvnieku veselību kopumā. To apliecina arī mazāks somatisko šūnu skaits eksperimentālās grupas govju pienā.

8. tabula

Fermentētu sūkalu iekļaušana dzīvnieku barībā, to ietekme uz piena izslaukuma un ķīmiskā sastāva rādītājiem eksperimentālajā pētījumā

Paraugi	Piena izslaukums, kg	Tauki, %	Olbaltumvielas, %	SŠS, tūkst ml ⁻¹	Laktoze, %	Urīnviela, mg dl ⁻¹
<i>Kontroles grupa</i>						
<i>Sākotnēji</i>	36.61±7.03 ^a	3.82±0.72 ^a	3.14±0.20 ^a	72.24 ^a	5.06±0.10 ^a	30.61±4.68 ^a
<i>pēc 1 mēneša</i>	31.91±9.01 ^a	3.50±0.70 ^a	3.21±0.55 ^a	84.21 ^a	4.87±0.77 ^a	34.02±6.35 ^a
<i>pēc 2 mēnešiem</i>	36.00±6.02 ^a	3.29±0.61 ^a	3.36±0.24 ^a	85.20 ^a	4.96±0.14 ^a	32.73±4.48 ^a
<i>pēc 3 mēnešiem</i>	35.67±2.46 ^a	3.14±0.99 ^a	3.13±0.07 ^a	95.75 ^a	4.92±0.10 ^a	37.23±6.45 ^a
<i>pēc 4 mēnešiem</i>	33.61±6.33 ^a	3.52±0.96 ^a	3.46±0.40 ^b	171.15 ^b	4.94±0.21 ^a	32.92±5.17 ^a
<i>pēc 5 mēnešiem</i>	29.79±7.77 ^a	3.46±0.88 ^a	3.42±0.48 ^a	177.01 ^b	4.89±0.58 ^b	32.34±6.46 ^a
<i>pēc 6 mēnešiem</i>	29.56±7.26 ^a	3.71±0.82 ^a	3.45±0.24 ^a	196.74 ^b	4.95±0.15 ^a	27.34±6.22 ^a
Vidēji	32.42±7.80^a	3.53±0.63^a	3.37±0.30^a	134.49^a	4.96±0.10^a	31.91±5.80^a

8. tabulas turpinājums

<i>Eksperimentālā grupa</i>						
<i>Sākotnēji</i>	35.90±6.89 ^a	3.51±0.58 ^a	3.09±0.19 ^a	95.89 ^a	5.05±0.16 ^a	28.32±5.45 ^a
<i>pēc 1 mēneša</i>	33.57±6.20 ^a	3.43±0.48 ^a	3.26±0.25 ^{ba}	74.13 ^a	5.01±0.17 ^a	33.78±4.64 ^a
<i>pēc 2 mēnešiem</i>	35.13±5.25 ^a	3.48±0.75 ^a	3.37±0.20 ^a	105.96 ^a	4.95±0.15 ^a	31.67±4.34 ^a
<i>pēc 3 mēnešiem</i>	36.34±8.34 ^a	3.27±0.56 ^a	3.12±0.15 ^a	61.02 ^b	4.96±0.23 ^a	31.22±2.32 ^a
<i>pēc 4 mēnešiem</i>	33.98±7.61 ^a	3.38±0.39 ^b	3.41±0.24 ^a	79.17 ^b	4.98±0.17 ^a	32.69±5.37 ^a
<i>pēc 5 mēnešiem</i>	29.58±8.82 ^a	3.61±0.67 ^{ac}	3.47±0.30 ^{bc}	89.48 ^{bc}	4.95±0.15 ^a	33.97±5.75 ^a
<i>pēc 6 mēnešiem</i>	28.78±8.09 ^a	3.79±0.63 ^a	3.47±0.23 ^a	138.76 ^a	4.95±0.15 ^a	28.66±6.35 ^a
<i>Vidēji</i>	33.23±7.90^a	3.54±0.80^b	3.34±0.28^a	92.28^b	4.98±0.16^a	31.53±5.66^a

^{a,b} ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības kolonās būtiski atšķiras $p < 0.05$

Pārtraucot izēdināt fermentētās sūkalas un analizējot piena sastāva izmaiņas viena mēneša griezumā, novēroja izmaiņas izslaukumā, tauku, olbaltumvielu, laktozes un urīnvielas saturā, arī somatisko šūnu skaitā (9. tabula).

9. tabula

Piena sastāvs un izslaukums eksperimentālās grupas govīm pētījuma noslēgumā un mēnesi pēc pētījuma

Paraugi	Izslaukums, kg	Tauki, %	Olbaltumvielas, %	SŠS, tūkst ml ⁻¹	Laktoze, %	Urīnviela, mg dl ⁻¹
<i>Eksperimenta beigās</i>	28.78±8.09 ^a	3.79±0.63 ^a	3.47±0.23 ^a	138.76 ^a	4.95±0.15 ^a	28.66±6.35 ^a
<i>pēc mēneša</i>	28.53±6.93 ^a	3.86±0.69 ^a	3.44±0.32 ^b	184.88 ^b	4.93±0.16 ^a	31.44±6.19 ^a

^{a,b} ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības kolonās būtiski atšķiras $p < 0.05$

Būtiskas atšķirības konstatētas tieši olbaltumvielu un somatisko šūnu skaita ziņā. Kompleksais pētījums pierādīja, ka izstrādātajai barības piedevai ir ietekme uz dzīvnieku labturību, producēto piena sastāvu un kvalitāti (somatisko šūnu skaitu, urīnvielas saturu pienā). Propionskābes klātbūtne barībā spēj mazināt arī metāna emisiju lauksaimniecības dzīvniekiem, kas ir būtiska vides ilgtspējai.

Secinājumi

1. Fermentācijas laikā rodas propionskābes baktēriju biomasa, kas ir papildus slāpekļa avots dzīvniekiem barībā.
2. Fermentēto sūkalu ieguve un uzglabāšana īstenojama 20°C temperatūrā.
3. Fermentētas sūkalas ir uzglabājamās saimniecībā ne ilgāk kā 3 diennaktis.
4. Fermentēto sūkalu izēdināšana lauksaimniecības dzīvniekiem var pozitīvi ietekmēt piena izslaukuma un sastāva rādītājus.
5. Piena lopu ganāmpulkiem ieteicamais izbarojamais fermentēto sūkalu daudzums ir 0.5 L (iespējams palielināt līdz 1 L) dienā.

Literatūra

1. L.Ozola, I.Ciproviča (2002) Piena pārstrādes tehnoloģijas. Jelgava, LLU, 248 lpp.
2. Piwowarek, K., Lipinska, E., Hoe-Szymanczuk E., Lieliszek, M., Scibisz, I. (2018) *Propionibacterium* spp. – source of propionic acid, vitamin B₁₂ and other metabolites important for the industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102 (2), 515-538.
3. Zolnere, K., Ciproviča, I., Kirse, A., Cinkmanis, I. (2018). A study of commercial β galactosidase stability under simulated in vitro gastric conditions. *Agronomy research*, 16(S2), 1555-1562.
4. Zolnere, K., Ciproviča (2019) Lactose hydrolysis in different solids content whey and whey permeate. In *FoodBalt: 13th Baltic conference on food science and technology "Food. Nutrition. Well-being."*, 2-3 May 2019 (pp. 35-39). Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies.