

**NO SŪKALĀM IEGŪTA PASKĀBINĀTĀJA IETEKME UZ PIENA TEĻU ĒDINĀŠANU,
DZĪVMASAS PIEAUGUMU UN VESELĪBU**

**THE INFLUENCE OF FEED ACIDIFIER DERIVED FROM WHEY ON THE FEEDING,
GROWTH INDICATORS AND HEALTH OF DAIRY CALVES**

Unigunde Antone¹, Indra Eihvalde^{2,3}, Laima Liepa⁴, Aija Ilgaža⁵

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU), Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte, ²LLU Lauksaimniecības fakultāte, Dzīvnieku zinātņu institūts, ³SIA LLU MPS "Vecauce", ⁴LLU Veterinārmedicīnas fakultāte (VMF), Klīniskais institūts, ⁵LLU VMF, Preklīniskais institūts
u.antone@gmail.com

Summary. Dairy by-products – whey and permeate thereof – are widely used in both food and animal feed (including ruminant feed) production worldwide. In the study, which took place from 18 August to 16 December 2020, an experiment was performed with Holstein dairy heifer calves by feeding them milk acidifier (PP) obtained from whey permeate. Organic acids in acidifiers lower the pH level of the feed, and their antimicrobial effect creates environment unsuitable for pathogenic microorganisms to develop. The liquid acidifier obtained by fermentation can also serve as a functional feed ingredient – a source of B vitamins, protein and energy. In addition, reduction of the spread of antimicrobial resistance requires alternative ways how animal health is cared for both in Latvia and Europe, especially by natural means. The study was aimed at investigating the effect of the new product in a triple (divided) and single (undivided) feeding system on the calf growth and health. It covered 30 heifers born during the period from 18 August to 16 September 2020 and kept in SIA LLU MPS "Vecauce" dairy cow shed "Līgotnes" under equal housing conditions. The study groups were completed gradually, dividing the newborn heifers into three groups – E1, E2 and K (n=10 in each group). The mean live weight (at birth) in all groups was similar: 36.9±1.09 (E1), 39.3±0.69 (E2) and 38.7±1.33 (K) kg ($p \geq 0.05$). Control (K) group heifers received pasteurized whole milk without acidification. The heifers of the experimental groups – E1 and E2 – were fed 2-3 times a day with less acidified (pH 4.6–5.2) or once a day with more acidified (pH 4.2–4.6) pasteurized bulk milk. Acidified milk was fed to the animals from 7 to 75 days of age introducing the feed gradually. Animal health (appearance, fecal consistency and appetite) was assessed daily. One animal ate an average 533.6±3.45 (E1), 553.7±3.08 (E2) and 547.8±2.48 (K) liters of milk (d. 2–75) and 23.6±2.51 (E1), 24.2±3.03 (E2) and 30.7±3.64 (K) kg of concentrates between the ages of 2 and 75 days. Significant ($p < 0.05$) differences were found only in the amount of milk eaten, which was smaller in the E1 group. Upon the cessation of milk feeding at 75 days of age, heifers reached the live weight of 105.0±3.76 (E1), 108.0±2.61 (E2) and 106.8±2.65 (K) kg, but the daily weight gain was 908±46.5, 917±32.7 and 909±24.4 g/d. Although the results of the E2 group were higher, the difference between the groups was not significant ($p \geq 0.05$). Fecal consistency, assessed on a point system from 0 to 4, also did not differ significantly between the groups ($p \geq 0.05$). During the first 30 days of life, it showed an average of 0.12±0.027 (E1), 0.12±0.035 (E2) and 0.07±0.019 (K) points. It should be noted that no cases of diarrhea (above 2 points) were observed in any animal throughout the study. The results confirm that PP can be used to acidify the milk fed to calves under both divided and undivided feeding; moreover it saves the time required for feeding. Milk acidifier can be added to milk directly as it does not need to be diluted, therefore use of the product is more convenient and safer than other more concentrated commercial products. The research received funding from the ERDF Post-doctoral Research Support Program No.1.1.1.2/16/I/001. Research application "Processing of Whey into Value-Added Products for Food Industry and Agriculture" Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/307, Investment in kind: SIA LLU MPS "Vecauce" and JSC "Smiltenes Piens".
Keywords: calf, live weight, diarrhea, milk acidification, whey permeate.

Ievads. Siera un biezpiena ražošanā iegūtie blakusprodukti – sūkalas un to permeāts – ir izmantojami gan pārtikas ražošanā, gan dzīvnieku ēdināšanā, tajā skaitā arī atgremotāju un teļu barībā (Thivend, 2007; Manurung, 2012; El-Tanboly et al. 2017). Sūkalās pāriet liela daļa vērtīgo piena sastāvdaļu (sūkalu olbaltumvielas, laktoze, minerālvielas u.c.). Tajās ir salīdzinoši augsts piena cukura – laktozes saturs – 4,6-5,2 % (Bargeman, 2003). No piena sūkalām Latvijā savulaik ražoti un dzīvnieku barībā izmantoti tādi produkti kā acidofilā buljona kultūra, propion-acidofilā buljona kultūra (Bērziņš, 1966), "Biolakts", laktātu koncentrāts un ieskābētās iebiezinātās sūkalas (Dukaļska, 1997). Permeāts tiek iegūts

no sūkalām ar filtrācijas metodēm; tas ir šķidrums, kas paliek pāri pēc sūkalu olbaltumvielu atdalīšanas un satur laktozi jeb piena cukuru. Jāatzīst, ka laktozes potenciāls dažādu iemeslu dēļ vēl aizvien netiek izmantots pietiekami. Laktoze var tikt pārraudzēta ar biotehnoloģijas metodēm dažādu organisko skābju, piemēram, propion-, skudr- un citronskābes, ieguvei (Audic, 2003). Organiskās skābes saturošas piedevas izmanto arī dzīvnieku ēdināšanā kā paskābinātājus, pievienojot tos barībai vai dzeramajam ūdenim. Paskābinātājus pievienojot pie teļiem izēdināmā piena, tiek pazemināts vides pH līmenis un piens tiek sarecināts, tādējādi dzīvniekiem tiek atvieglota uzņemtā piena sagremošana. Turklāt organiskajām skābēm piemīt dažādas antibakteriālas īpašības – to iedarbības rezultātā tiek radīta nevēlama vide patogēno mikroorganismu attīstībai. Novērots, ka, izēdinot paskābinātu barību cūkām, siviņiem un mājputniem, samazinās diareju biežums, tiek uzlabota barības sagremojamība un dzīvnieku augšanas rādītāji, lai gan ne vienmēr rezultāti ir saskaņīgi (Diebold and Eidelsburger, 2006; Long et al., 2018). Latvijā un citur Eiropā ir pievērsta pastiprināta uzmanība antimikrobiālās rezistences izplatības problēmai, kas apdraud kā dzīvnieku, tā arī cilvēku veselību. Barības paskābināšanas metode var tikt uzskatīta kā preventīvs līdzeklis, kas var palīdzēt samazināt medikamentu, tostarp antibiotiku, lietošanas nepieciešamību. Atgremotājiem, kuri ir atkarīgi no viņu spureklī esošās mikrofloras optimālas funkcionēšanas, antibiotiku piesardzīga lietošana un veselības nodrošināšana ar dabiskiem līdzekļiem ir sevišķi svarīga. Arī piena teļiem jau no pirmajiem dzīves mēnešiem, kad spurekļa mikroflora tikai sāk veidoties, antibiotiku lietošana var būt bīstama (Cardo, 2016). Kaut arī paskābinātājiem ir dažāda labvēlīga iedarbība un to efektivitāte pierādīta daudzos pasaulē veiktos pētījumos un praksē, jautājums par paskābinātāju kā kompleksu produktu ietekmi uz dzīvnieku, sevišķi teļu, veselību tomēr līdz galam nav izpētīts. Tādēļ tika izvirzīts pētījuma mērķis: izpētīt no sūkalu permeāta iegūta barības paskābinātāja (PP) ietekmi uz teļu augšanas un veselības rādītājiem, izmantojot dalīto jeb tradicionālo ēdināšanas paņēmieni, pienu izēdinot 3 vai 2 reizes dienā un nedalītās ēdināšanas paņēmieni, pienu izēdinot vienu reizi dienā, kas ir tuvināta metode neierobežotajai barošanai. PP iegūts ar propionskābās fermentācijas palīdzību projektā "Sūkalu pārstrāde pievienotās vērtības produktos pārtikas rūpniecībai un lauksaimniecībai".

Materiāli un metodes.

Pētījums norisinājās no 2020.gada 18.augusta līdz 16.decembrim. Tajā iekļautas 30 Holšteinas melnraibās šķirnes teles, kuras dzimušas laika periodā no 2020.gada 18.augusta līdz 16.septembrim un turētas SIA LLU MPS „Vecauce” slaucamo govju novietnē „Līgotnes”, nodrošinot vienādus turēšanas apstākļus. Pēc piedzimšanas teles ievietotas sprostā ar sildlampu, vienas stundas laikā pabarotas ar jaunpienu (mātes vai iepriekš sasaldētu), pirms tam ar refraktometru pārbaudot kvalitāti. Teļiem pirmajā barošanas reizē izbarots jaunpiens, kura kvalitāte, nosakot ar refraktometru, bija ≥ 22 % Brix. Pēc apžāvēšanas teles pārvietotas uz individuālajiem sprostiem āra nojumēs. Dzīvnieki atradās labturības prasībām atbilstoša izmēra, individuālos koka sprostos. Pirms teļu ievietošanas, sprosti iztīrīti, nobalsināti, pamatne dezinficēta, papildināta ar smiltīm un salmiem. Vēlāk sprostu tīrīšana un papildināšana ar salmiem tika veikta pēc nepieciešamības. Lai profilaktētu kriptosporidiju izraisītas caurejas, teļiem no 24 – 48 h pēc piedzimšanas 7 dienas pēc kārtas dots līdzeklis „Kriptazen” („Virbac”, Francija; darbīgā viela – halofuginons, ievadot *PO* saskaņā ar ražotāja norādījumiem). Pētījuma grupas komplektētas pakāpeniski, dzīvnieku iekļaušanas lietderīgums eksperimentā izvērtēts, vadoties pēc piedzimšanas svara un veselīguma. Jaundzimušās teles dalīja 3 grupās – E1, E2 un K (katrā 10 dzīvnieki) ar līdzīgu vidējo dzīvmasu: 36.9 ± 1.09 (E1), 39.3 ± 0.69 (E2) un 38.7 ± 1.33 (K) kg. Pirmās 4 dienas pēc piedzimšanas teles barotas ar siltu (35-38 °C) mātes pienu; pēc tam – 5. un 6. dzīves dienā – ar siltu (35-38 °C) pasterizētu (72-76 °C, 15-20 s) koppienu. No 7. dienas barošana dažādota, izēdinot paskābinātu vai nepaskābinātu pasterizētu koppienu: Kontroles (K) grupas teles barotas ar siltu (35-38 °C) nepaskābinātu pasterizētu koppienu, bet E1 grupas teles barotas ar vēsu (20-25 °C), paskābinātu (pH 4.6–5.2) koppienu 3 reizes dienā vienu mēnesi, pēc tam 2 reizes dienā. E2 grupas teles barotas ar vēsu (20-25 °C), stiprāk paskābinātu (pH 4.2–4.6) koppienu: no 7. līdz 14. dienai – 3 reizes dienā, bet sākot ar 14. dzīves dienu – 1 reizi dienā. PP pievienots teļiem izēdināmajam pienam tādās devās, kas ir pietiekamas galaprodukta vēlamā skābuma sasniegšanai un piena sarecināšanai. Pie paskābinātā piena teles pieradinātas pakāpeniski, 5 dienu laikā palielinot paskābinātāja daudzumu no 15 mL uz vienu litru piena līdz 33 (E1) vai 41 (E2) mL un samazinot piena temperatūru no 35-38 °C līdz 20-25 °C. Visu grupu dzīvniekiem piena izēdināšana veikta līdz 75 dienu vecumam. Piens teļiem tika izbarots no spaiņa ar pupu. No pirmās dzīves dienas atsevišķā spainī bija pieejams tīrs dzeramais ūdens un ar 4. dienu

atsevišķā spainī piedāvāta spēkbarība un siens. Dzīvnieku ēdināšanā izlietoto barības līdzekļu vidējais sastāvs: 1) koptiens: tauki 4.4%, olbaltumvielas 3.5 %, laktoze 4.5 %, sausna 13.4 %; pH 6.5; 2) spēkbarība: 0-1 mēn. veciem teļiem „Danish Calf Crunch” (raž. Danish Agro; kopproteīns 19.40 %, koptauki 4.00 %, kokšķiedra 5.30 %, koppelni 7.50 %); 1-2 mēn. veciem teļiem: „Papildbarība 0-2 mēn.v. teļiem ar linsēklām” (raž. Dobeles Dzīrnavnieks; kopproteīns 20.00 %, koptauki 2.68 %, kokšķiedra 4.06 %, koppelni 7.15 %); 3) piena paskābinātājs (PP): tauki 0.03 %, olbv. 0.63 %, laktoze 9.3 %, pH 2.3.

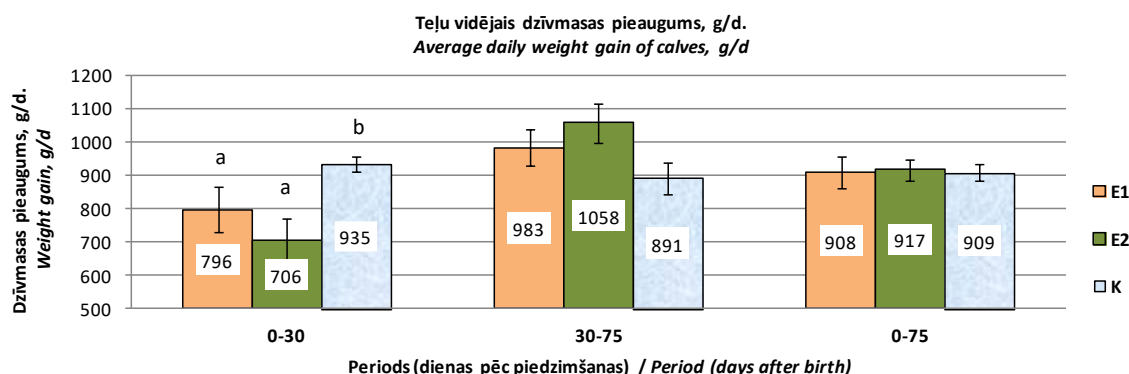
Dzīvnieku veselības rādītāji un dzīvmasas izmaiņas: veselība (izskats, fekāliju konsistence, krāsa un ēstgriba) tika vērtēta katru dienu. Fekālijas vērtētas 0 līdz 4 ballu sistēmā saskaņā ar Teixeira et al. (2015) metodi, balstoties uz vizuālo konsistences un krāsas novērtējumu, kur 0 – stingri formētas fēces ar normālu krāsu, 1 – mīkstas ar normālu krāsu, 2 – šķidrās ar normālu krāsu, 3 – ūdeņainas ar normālu krāsu un 4 – ūdeņainas ar patoloģisku krāsu.

Dzīvmasa mērīta, teles sverot uz verificētiem svāriem pēc piedzimšanas un vēlāk ar 15 dienu intervālu līdz 75 dienu vecumam. Datu statistiskā apstrāde veikta ar MC Excel programmu. Izlašu raksturošanai aprēķinātas vidējās vērtības un standartklūda. Atšķirības starp grupām noteiktas ar T-testu divām savstarpēji atkarīgām paraugkopām, izvēloties būtiskuma līmeni $\alpha=0.05$.

Rezultāti un diskusija.

Dzīvnieku dzīvmasas izmaiņas un veselības rādītāji:

30 dienu vecumā teles sasniedza 60.8 ± 2.16 (E1), 60.4 ± 2.18 (E2) un 66.7 ± 1.15 (K) kg dzīvmasu. Kaut gan K grupas dzīvnieku dzīvmasa šajā vecumā bija nedaudz, bet būtiski augstāka ($p < 0.05$), tomēr līdz piena perioda beigām (pārtraucot piena izēdināšanu 75 dienu vecumā) vidējā dzīvmasa starp grupām izlīdzinājās, sasniedzot attiecīgi 105.0 ± 3.76 (E1), 108.0 ± 2.61 (E2) un 106.8 ± 2.65 (K) kg ($p \geq 0.05$). Arī vidējie teļu dzīvmasas pieaugumi visā piena izēdināšanas periodā līdz 75 dienu vecumam visām grupām bija līdzīgi ($p \geq 0.05$) (1.att.).



1.att. Teļu dzīvmasas pieaugumi līdz piena izēdināšanas pārtraukšanai 75 dienu vecumā /

Fig. 1. Calf weight gain until cessation of milk feeding at 75 days of age

a,b – ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības atšķiras būtiski ($p < 0.05$) /

With different letters marked values differ significantly ($p < 0.05$)

Sadalot šo periodu apakšperiodos, redzams, ka starp grupām ir atšķirības (1.att.). Sākotnējā periodā (0-30 dienas pēc piedzimšanas) K grupas dzīvnieku dzīvmasas pieaugums, salīdzinot ar eksperimentālajām grupām, bija būtiski lielāks ($p < 0.05$). Nākamajā periodā (no 30 līdz 75 dienu vecumam) starp grupām būtisku atšķirību nebija ($p \geq 0.05$), tomēr eksperimentālo grupu dzīvmasas pieaugumiem bija tendence būt augstākiem. Neskatoties uz mūsu pētījumā novērotajām atšķirībām sākotnējā 0-30 dienu periodā, eksperimentālo grupu teļu dzīvmasas pieaugumi ir līdzīgi Vieira et al. (2012) pētījuma rezultātiem, kur ar pasterizētu pilnpienu ēdinātām Holšteinas telēm dzīvmasas pieaugums 1-35 dienu vecuma periodā bija 760 ± 30 g/d. Chen et al. (2019) pētījumā ar Holšteinas šķirnes telēm dzīvmasas pieaugums 7-30 dienu periodā bija 770 un 840 g/d., izēdinot pasterizētu nepaskābinātu un paskābinātu koptienu.

Dzīvnieku veselības rādītāji – izskats un ēstgriba – visa pētījuma laikā bija labi un apmierinoši. Attiecībā uz fekāliju testa rezultātiem, visām grupām tie bija līdzīgi un būtiski neatšķīrās ($p \geq 0.05$): 0.12 ± 0.027

(E1), 0.12 ± 0.035 (E2) un 0.07 ± 0.019 (K) (aprēķini veikti par 0 – 30 dienu periodu). Jāatzīmē, ka katrā grupā bija 1-2 dzīvnieki, kuriem tika novērotas vairākkārtīgas neilgas (līdz 2 dienām) fekāliju konsistences izmaiņas no stingrām uz pastveida vai šķidrām ar normālu krāsu; nedaudz biežāk, nekā citiem pastveida vai šķidrāka fekāliju konsistence (1-2 balles) tika novērota vienam E2 grupas dzīvniekam. Minētās fekāliju konsistences izmaiņas var būt skaidrojamas ar palielinātu spēkbarības daudzuma uzņemšanu un nelielu zarnu trakta disfunkciju, bet nebija saistāmas ar būtisku veselības stāvokļa pasliktināšanos, jo laika gaitā šo atsevišķo dzīvnieku veselības stāvoklis stabilizējās. Jāatzīmē arī, ka nevienam dzīvniekam visā pētījuma laikā netika konstatētas izteiktas diarejas ar fekāliju novērtējumu 3-4 balles.

Piedāvātās un apēstās barības daudzuma rezultāti apkopoti 2.tabulā. Aprēķini sākti no 2. dienas sakarā ar atšķirīgo dzimšanas laiku un ēdienreižu skaitu 1. (piedzimšanas) dienā.

1. tabula *Table 1*

Teļiem piedāvātās un apēstās barības daudzums (vidējais +/- st.kļūda)

Amount of feed offered to and eaten by calves (mean \pm SEM)

		Barība / Feed	E1	E2	K
Periodā no 2-30 dienu vecumam / During 2-30 days of age		Piedāvātā piena daudzums, L / <i>Quantity of milk offered, L</i>	226.3 \pm 0.82	232.6 \pm 1.47	226.9 \pm 0.60
		Apēstā piena daudzums, L / <i>Amount of milk eaten, L</i>	202.3 \pm 3.08 ^a	221.3 \pm 2.24 ^b	216.1 \pm 1.56 ^b
		Piedāvātā un apēstā piena daudzuma starpība, L / <i>Difference between milk offered and eaten, L</i>	24.0 \pm 2.58 ^a	11.3 \pm 1.96 ^b	10.8 \pm 1.27 ^b
		Apēstās spēkbarības daudzums, kg / <i>Amount of concentrates eaten, kg</i>	1.0 \pm 0.11	0.8 \pm 0.12	1.2 \pm 0.26
Periodā no 2-75 dienu vecumam / During 2-75 days of age		Piedāvātā piena daudzums, L / <i>Quantity of milk offered, L</i>	559.6 \pm 1.46 ^{ab}	565.0 \pm 2.89 ^b	560.7 \pm 1.79 ^a
		Apēstā piena daudzums, L / <i>Amount of milk eaten, L</i>	533.6 \pm 3.45 ^a	553.7 \pm 3.08 ^b	547.8 \pm 2.48 ^b
		Piedāvātā un apēstā piena daudzuma starpība, L / <i>Difference between milk offered and eaten, L</i>	26.00 \pm 3.07 ^a	11.3 \pm 1.96 ^b	12.9 \pm 1.52 ^b
		Apēstās spēkbarības daudzums, kg / <i>Amount of concentrates eaten, kg</i>	23.6 \pm 2.51	24.2 \pm 3.03	30.7 \pm 3.64

a,b – ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības kolonās atšķiras būtiski ($p < 0.05$) /

With different letters marked values differ significantly ($p < 0.05$)

Salīdzinot apēstās spēkbarības daudzumu, starp grupām būtiskas atšķirības nebija ($p \geq 0.05$) nevienā no 2-30 un 2-75 dienu periodiem (1.tab.). Salīdzinot piedāvātā piena daudzumu 2-30 d. periodā, redzams, ka tas starp grupām būtiski neatšķiras, taču piedāvātā piena daudzums 2-75 d. periodā starp E2 un K grupām bija būtiski atšķirīgs (skat. 1.tab.), kas skaidrojams ar dažādām ēdināšanas metodēm. Visā piena periodā kopumā E2 grupas dzīvniekiem tika piedāvāts vairāk piena, jo metode tika tuvināta neierobežotajai barošanai. Salīdzinot apēstā piena daudzumu, novērots, ka E1 grupai tas bija būtiski mazāks nekā abām pārējām grupām ($p < 0.05$), kā rezultātā E1 grupai piedāvātā un apēstā piena starpība (neapēstā piena daudzums) bija vislielākā. Būtiski mazāks ($p < 0.05$) E1 grupas apēstais piena daudzums 75 dienu periodā var būt skaidrojams: 1) ar to, ka piena garša bija neierastāka nekā pirmajās dzīves dienās saņemtajam pienam, tātad dzīvniekiem pie tā bija jāpierod (atšķirībā no kontroles grupas, kurai tika izēdināta ierasta barība); 2) ar to, ka E1 grupas dzīvniekiem tika dots salīdzinoši īss laiks (katrā barošanas reizē 15-20 min.), lai šo pienu izēstu. Tajā pašā laikā E2 grupas dzīvnieki pienu varēja izēst visas dienas garumā; 3) ar šīs grupas dzīvnieku ātrāku sāta sajūtu. Jāatzīmē, ka E2 grupas teļiem novērota tendence piena dienas normu apēst jau pirmajās stundās, bet tā kā piens tika uzņemts sarecējušā veidā, tad dzīvniekiem tas nevarētu būt bīstami, jo šāds piens ir vieglāk sagremojams.

Saistībā ar paskābinātāju lietošanu nedrīkstētu aizmirst, ka arī izēdinātā piena kvalitāte un mikrobioloģiskā tīrība, kā arī dzīvnieku turēšanas apstākļi, mītnes mikroklimats, trauku tīrība, it sevišķi lielfermās, atstāj lielu ietekmi uz dzīvnieku veselību, tāpēc paskābinātāji var tikt uzskatīti tikai kā papildus līdzeklis slimību prevencijai.

Secinājumi.

Dzīvnieku dzīvības izmaiņu un veselības rādītāji kopumā visā piena izēdināšanas periodā starp grupām būtiski neatšķīrās, tādā veidā piena paskābinātājs ir izmantojams teļiem izēdināmā piena paskābināšanai kā alternatīvs līdzeklis tradicionālajai piena izēdināšanas metodei. Paskābinātā piena izēdināšana var tikt veikta gan ar dalītās (vairākkārtējās), gan nedalītās ēdināšanas metodi. Nedalītā ēdināšanas metode ļauj ekonomēt barošanai nepieciešamo laiku, kā arī samazināt izēdinātā piena zudumus. Izēdinot paskābinātu pienu ar dalīto ēdināšanas paņēmienu, ieteicams pagarināt barošanas ilgumu, lai palielinātu apēstā piena daudzumu. Pētījumā izmantotais piena paskābinātājs ir gatavs pievienošanai pienam; tas nav jāatšķaida, tāpēc ir salīdzinoši vieglāk lietojams un drošāks, nekā citi koncentrētāki komerciālie produkti.

Pateicība. Pētījums īstenots 1.1.1.2. pasākuma "Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts" (vienošanās Nr.1.1.1.2/16/I/001) projekta "Sūkalu pārstrāde pievienotās vērtības produktos pārtikas rūpniecībai un lauksaimniecībai" (Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/307) ietvaros. Projektu līdzfinansē Eiropas reģionālās attīstības fonds. Ieguldījums natūrā: SIA LLU MPS „Vecauce” un AS „Smiltenes Piens”.

Izmantotā literatūra

1. Audic J-L., Chaufer B., Daufin G. (2003) Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review. *Le Lait, INRA Editions*, Vol. 83 (6), p. 417-438.
2. Bargeman G. (2003) Separation technologies to produce dairy ingredients. **In:** *Dairy processing. Improving quality*. Ed. by G. Smit, CRC Woodhead Publishing, pp. 366-390.
3. Bērziņš J.M. (1966) *Ķīmija lopkopībai*. 120 lpp.
4. Cardo L.DVM (2016) Improving calf health in Denmark, Dairy Global 20 Oct 2016; [Tiešsaiste] [skatīts: 2017. g. 2. nov.]. Pieejams: <https://www.dairyglobal.net/Calves/Articles/2016/10/Improving-calf-health-in-Denmark-2901491W/>
5. Chen Y., Gao Y., Yin S., Zhang S., Wang L., Qu Y. (2020) Effect of acidified milk feeding on the intake, average daily gain and fecal microbiological diversity of Holstein dairy calves. *Asian-Australas J Anim Sci.*, Vol. 33(8), p. 1265-1272.
6. Diebold G. and Eidelsburger U. (2006) Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. **In:** *Antimicrobial growth promoters. Where do we go from here*. Ed by D. Barug et al.; Wageningen Academic Publishers, pp.311-327.
7. Dukaļska L. (1997) Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte. *Hidrotermisko procesu pētījumi un jaunas piena sūkalu pārstrādes tehnoloģijas: Publicēto zinātnisko darbu kopsavilkums Dr. hab. zin. grāda iegūšanai*. Jelgava: LLU.
8. El-Tanboly ES, El-Hofi M, Khorshid (2017) Recovery of cheese whey, a by-product from the dairy industry for use as an animal feed. *J Nutr Health Food Eng.*, Vol. 6(5), p. 148–154.
9. Long S.F., Xu Y.T., Pan L., Wang Q.Q., Wang C.L., Wu J.Y., Wu Y.Y., Han Y.M., Yun C.H., Piao X.S. (2018) Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 235, p. 23-32.
10. Manurung S. (2012). Ph.D. Thesis: *Fermented Whey Permeate for Piglets: As a Strategy to Reduce Post Weaning Diarrhoea*. Technical University of Denmark, 141 p.
11. Teixeira A. G. V., Stephens L., Divers T. J., Stokol T., and Bicalho R. C. (2015) Effect of crofelemer extract on severity and consistency of experimentally induced enterotoxigenic *Escherichia coli* diarrhea in newborn Holstein calves, *J. Dairy Sci.*, Vol. 98, p. 8035–8043.
12. Thivend P. (2007) Use of whey in feeding ruminants with particular reference to pollution problems. [Tiešsaiste] [skatīts: 22.05.2020.]. Pieejams: <http://www.fao.org/3/X6512E09.htm>
13. Vieira DP, A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M.. 2012. Presence of an older weaned companion influences feeding behaviour and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *J. Dairy Sci.* Vol. 95, p. 3218–3224.