

## UTJECAJ RAZLIČITIH NAČINA HRANIDBE MLIJEČNIM ZAMJENICAMA NA PROIZVODNE POKAZATELJE TELADI SIMENTALSKE PASMINE

## THE INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS OF FEEDING WITH MILK REPLACERS ON THE PRODUCTION INDICATORS OF SIMMENTAL CALVES

**Z. Steiner, I. Babić, S. Benak, J. Novoselec, Željka Klir Šalavardić, Ivana Prakatur, M. Ronta**

Izvorni znanstveni članak - Original scientific paper  
Primljeno - Received: 1. svibnja – May 2024  
Revidirano - Revised: 24. lipnja – June 2024  
Prihvaćeno - Accepted: 27. lipnja – June 2024  
<https://doi.org/10.33128/k.66.2.1>  
UDK 636.237.084.13

## SAŽETAK

Kako postoje brojne formulacije mliječnih zamjenica, tako postoje i brojni načini hranidbe teladi mliječnim zamjenicama. Stoga je cilj istraživanja bio utvrditi utjecaj različitih načina hranidbe teladi mliječnim zamjenicama na proizvodne pokazatelje. Istraživanje je provedeno na 29 grla teladi simentalske pasmine podijeljenih u dvije skupine, kontrolnu (K) i pokusnu (P), u trajanju od 59 dana. Pokusna skupina hranjena je dvjema mliječnim zamjenicama različitih razina hranjivih tvari i energije u odnosu na kontrolnu, koja je cijelo vrijeme hranjena jednom mliječnom zamjenicom. Obje skupine imale su vodu, sijeno te peletiranu smjesu ponuđene *ad libitum*. Pojedinačna vaganja provedena su 1., 30. i 59. dana istraživanja. Praćeni su sljedeći pokazatelji: konzumacija mliječne zamjenice, tjelesna masa te prosječni dnevni prirast. Dobivene vrijednosti konzumacije mliječne zamjenice pokazale su statistički značajnu razliku  $p < 0,05$  u korist kontrolne skupine. Unatoč većoj konzumaciji mliječne zamjenice, značajnih razlika u tjelesnoj masi i prosječnome dnevnom prirastu nije bilo. Na kraju istraživanja zaključak je da razlike u udjelima hranjivih tvari i energije mliječne zamjenice nisu značajno utjecale na proizvodne pokazatelje.

Ključne riječi: telad, simentalska pasmina, mliječna zamjenica, prirast, konzumacija

## UVOD

Hranidbom teladi mliječnim zamjenicama na neki se način pokušava oponašati, odnosno zamijeniti, mlijeko kao prirodnu hranu koja ima optimalan omjer hranjivih tvari (Wilms i sur., 2024.). Upravo je uravnotežen omjer hranjivih tvari potreban kako bi se ostvario zadovoljavajući prirast, zdravstveni status te dobrobit (Conneely i sur. 2014.). Sastav mlijeka tijekom laktacije mijenja se, te neki autori navode kako upravo te promjene predstavljaju značajan čimbenik koji utječe na razvoj teladi tijekom razdoblja sisanja (Brown i Lalman, 2010.; Martinez i sur., 2010.;

Prof. dr. sc. Zvonimir Steiner; e-mail: [zsteiner@fazos.hr](mailto:zsteiner@fazos.hr); izv. prof. dr. sc. Josip Novoselec, e-mail: [josip.novoselec@fazos.hr](mailto:josip.novoselec@fazos.hr), [orcid.org/0000-0001-9763-3522](https://orcid.org/0000-0001-9763-3522); doc. dr. sc. Željka Klir Šalavardić, e-mail: [zeljka.klir@fazos.hr](mailto:zeljka.klir@fazos.hr), [orcid.org/0000-0003-4078-6864](https://orcid.org/0000-0003-4078-6864); izv. prof. dr. sc. Ivana Prakatur, e-mail: [iprakatur@fazos.hr](mailto:iprakatur@fazos.hr), [orcid.org/0000-0002-6768-8095](https://orcid.org/0000-0002-6768-8095); doc. dr. sc. Mario Ronta, e-mail: [mronta@fazos.hr](mailto:mronta@fazos.hr), [orcid.org/0000-0003-0858-7566](https://orcid.org/0000-0003-0858-7566); Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska; dr. sc. Ivan Babić, Belje plus d.o.o., Industrijska zona 1, Mece, 31326 Darda, Hrvatska; dr. sc. Stipo Benak, [orcid.org/0000-0001-8647-6074](https://orcid.org/0000-0001-8647-6074), Mehanizacija Miller d.o.o., Kraljevci ul. 34, 31550 Valpovo, Hrvatska.

Barth, 2020.). Iz navedenoga proizlazi da je prilikom sastavljanja mliječne zamjenice potrebno paziti na omjer hranjivih tvari kako bi bila adekvatna zamjena za punomasno mlijeko. Prije svega, treba paziti na optimalan omjer bjelančevina i energije, koji je bitan za ostvarivanje maksimalnoga dnevnog prirasta bez povećanoga stvaranja masnih zaliha u tkivu (Hill i sur., 2009.; Bayril i sur., 2016.). Sadržaj bjelančevina u mliječnim zamjenicama obično se kreće između 20 i 28 % (Bartlet i sur., 2006.; Hill i sur., 2010.). U svojem su istraživanju Diaz i sur. (2001.), koristeći se mliječnom zamjenicom s 30 % bjelančevina, dobili mišićni prirast bez povećanja udjela tjelesne masti. Osim samoga sadržaja bjelančevina u mliječnoj zamjenici, bitna je njegoa iskoristivost, koja opada starenjem neovisno o sadržaju limitirajućih amino-kiselina, za koje se prije pretpostavljalo da imaju značajnu ulogu u iskorištavanju dušika. Stoga je bitno prilagoditi količinu bjelančevina dobi (Gerrits, 2019.; Amado i sur., 2024.). Učinkovitost iskorištavanja bjelančevina kod teladi tjelesne mase od 65 do 110 kg je oko 60 % (Amado i sur., 2024.). Somatotropna os kod goveda ključna je za rast i razvoj, jer ona predstavlja hormonalni sustav u kojem glavnu ulogu imaju hormon rasta, inzulinu sličan faktor rasta, inzulin te njihovi receptori (Breier i sur., 2000.). Dostupnost hranjivih tvari, odnosno opskrbljenost bjelančevinama i energijom preko lučenja IGF-1, stimulira rad somatotropne osi te time utječe na rast i razvoj organizma (Renaville i sur., 2002.; Georgiev i sur., 2008.; Hammon i sur., 2012.). Budući da se pokazalo kako povišena razina laktoze u mliječnoj zamjenici tijekom duljega razdoblja može izazvati metaboličke poremećaje i smanjiti osjetljivost na in-

zulin (Hugi i sur., 1997.; Gerrits i sur., 2019.), masti bi mogle predstavljati povoljniji izvor energije. U nekim istraživanjima povećani sadržaj masti u mliječnoj zamjenici rezultirao je boljim zdravstvenim statusom te većom masom probavnoga sustava (Amado i sur., 2019.; Berends i sur., 2020.; Welboren i sur., 2021.). Povećana razina energije povezuje se s većom iskoristivosti dušika te u kombinaciji s razinom bjelančevina simultano utječe na rast (Gerrits i sur., 1996.; Zanton i Heinrichs, 2008.; Berends sur., 2012., Gerrits i sur., 2019.). Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj promjenjivih udjela bjelančevina i energije u mliječnoj zamjenici na proizvodne pokazatelje teladi simmentalske pasmine.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 29 grla teladi simmentalske pasmine podijeljenih u dvije skupine, kontrolnu (K) i pokusnu (P), u trajanju od 59 dana. Prosječna dob na početku istraživanja iznosila je 33,29 dana za kontrolnu skupinu te 35,07 dana za pokusnu. Telad je boravila u zajedničkim boksovima, pri čemu je u svakom boks napajana dodijeljenom mliječnom zamjenicom s pomoću uređaja za napajanje *Delaval CF 1000+*. Svakoj životinji dodijeljen je transponder, kojim je s pomoću softverskoga programa kontrolirana količina mliječne zamjenice. Pokusna skupina hranjena je dvjema komercijalnim mliječnim zamjenicama (*Kalvostart* i *Kalvolac*) različitih razina hranjivih tvari i energije u odnosu na kontrolnu, koja je cijelo vrijeme hranjena jednom mliječnom zamjenicom (*Micromilk*). Sastav mliječnih zamjenica prikazan je u Tablici 1.

**Tablica 1. Kemijski sastav mliječnih zamjenica**

**Table 1 The chemical composition of milk replacers**

Kemijski sastav Chemical composition	K	P	
	0-59 dana / 0-59 days	0-21 dana / 0-21 days	21-59 dana / 21-59 days
	Micromilk	Kalvostart energy	Kalvolac
Sirovi proteini (%) Crude protein (%)	20	22	22
Sirova mast (%) Crude fat (%)	18,5	20	17
Sirova vlakna (%) Crude fiber (%)	0,3	0	0,07
Metabolička energija (MJ/kg) Metabolic energy (MJ/kg)	17,8	18.5	17.2

K – kontrola/control; P – pokus/experiment

Obje skupine imale su vodu, sijeno te peletiranu smjesu ponuđene *ad libitum*, s 18 % sirovih bjelančevina. Pojedinačna vaganja provedena su 1., 30. i 59. dana istraživanja, pri čemu je utvrđena tjelesna masa na temelju koje je izračunan i prosječan dnevni prirast. Osim tjelesne mase i prosječnoga dnevnog prirasta, praćena je i konzumacija mliječne zamjenice s pomoću transpondera i uređaja za napajanje. Na osnovi konzumacije mliječne zamjenice izračunana je konzumacija hranjivih tvari. Shema napajanja teladi prikazana je u Tablici 2.

**Tablica 2. Shema napajanja teladi mliječnom zamjenicom**

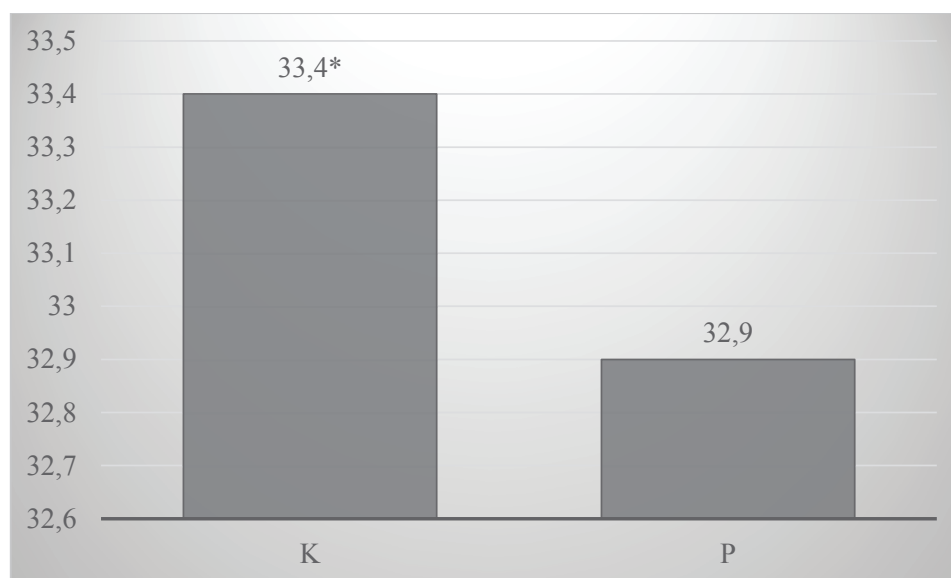
**Table 2 The scheme calf feeding with a milk replacer**

Dani Days	L/dan L/day	Mliječna zamjenica Milk replacer	Ograničenje po napajanju (L) Restriction per feeding (L)
7	4 – 4,5	Micromilk Kalvostart	1 – 1,5
14	4,5 – 5,5	Micromilk Kalovostart	1 – 2
21	5,5 – 5,5	Micromilk Kalvolac	1 – 2,5
17	5,5 – 0	Micromilk Kalvolac	1 – 2,5

Nakon završetka istraživanja podaci su obrađeni statističkim postupcima pomoću programa SPSS 15.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, SAD) uz razinu značajnosti  $p < 0,05$ . Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilkovim testom, kontinuirani podaci opisani su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Razlike kontinuiranih varijabla između dviju nezavisnih skupina testirale su se Studentovim t-testom.

## REZULTATI I RASPRAVA

Kako je vidljivo na Grafikonu 1, konzumacija mliječne zamjenice u kontrolnoj skupini bila je statistički značajno viša ( $p < 0,05$ ) u odnosu na pokusnu skupinu. Dobiveni rezultati u suprotnosti su s rezultatima Rivasa i sur. (2023.), koji su u svojem istraživanju od 2. do 7. tjedna istraživanja utvrdili višu ( $p < 0,01$ ) konzumaciju mliječne zamjenice kod skupine hranjene višom razinom bjelančevina i nižom razinom masti (26 : 17 %) te većom količinom suhe tvari mliječne zamjenice. U istraživanju Amada i sur., (2019.) nisu dobivene razlike u konzumaciji mliječne zamjenice s različitim razinama masti, što je također u suprotnosti s našim istraživanjem. Također, u istraživanju Morrisona i sur., (2012.) te Morrisona i sur., (2009.) nije bilo značajnih razlika u konzumaciji mliječnih zamjenica različitih razina proteina.

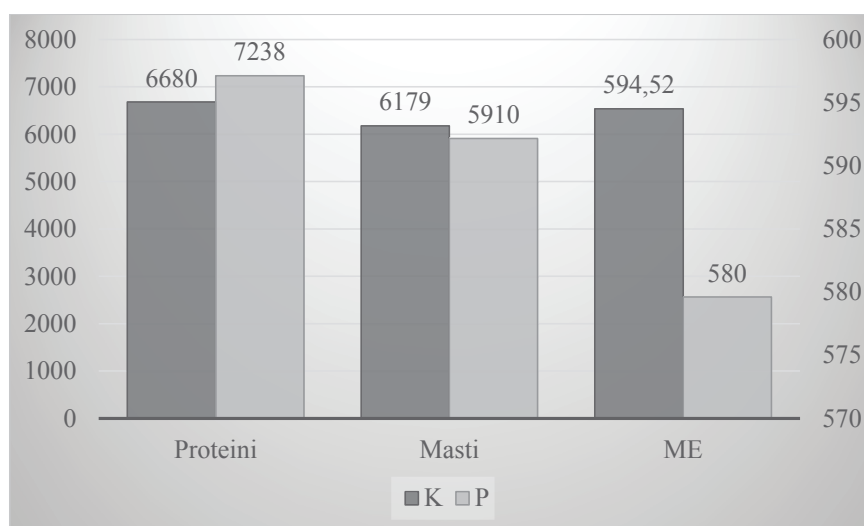


**Grafikon 1. Ukupna količina konzumirane mliječne zamjenice, izražena kao suha tvar (kg), \*  $p < 0,05$**

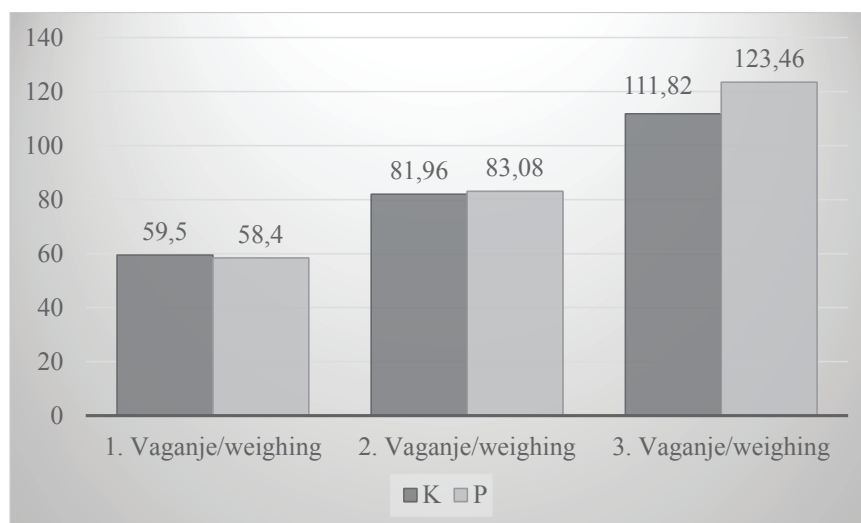
**Figure 1 Total amount of milk substitute consumed, expressed as a dry matter (kg), \*  $p < 0,05$**

Viša konzumacija suhe tvari iz tekuće komponente obroka povezana je s nižom razinom bolesti i smrtnosti (Van den i sur., 2006.; Obeidat i sur., 2013.; Ballou i sur., 2015.). Međutim, visoka konzumacija mliječne zamjenice povezana je i s nižom konzumacijom starter-smjese te padom proizvodnih svojstava prilikom odbića. Stoga je potrebno postići optimalnu konzumaciju (Khan i sur., 2011.; Klopp i sur., 2019.; Eriso i Mekuriya, 2023.). Pražnjenje želudca ovisi o volumenu, energetske vrijednosti i bjelancevinskoj komponenti obroka (Hunt i Stubbs, 1975.; Calbet i MacLean, 1977.; MacPherson i sur., 2016.;

Whitek i sur., 2016.; Burgstaller i sur., 2017.). Dostupnost hranjivih tvari putem somatotropina, koncentracije IGF-1 te inzulina u krvi utječe na koncentraciju leptina, koji ima važnu ulogu u regulaciji apetita (Houseknecht i sur., 2000; Fruhbeck, 2001.; Smith i Sheffield, 2002., Schaff i sur., 2016.; Friten i sur., 2017.; Ghaffari i sur., 2021.). Od nutritivne vrijednosti obroka najveći utjecaj na konzumaciju imaju energija i bjelancevine, pri čemu neki autori prednost daju energiji (Wilms i sur., 2022.), dok drugi navode kako sadržaj bjelancevina može imati ključnu ulogu (Bartlett i sur., 2006.).



Grafikon 2. Ukupna količina konzumiranih hranjivih tvari i metaboličke energije (ME) u g, odnosno MJ-a  
 Figure 2 Total amount of nutrients and metabolic energy (ME) consumed in g and MJ, respectively



Grafikon 3. Prosječna tjelesna masa (kg)  
 Figure 3 Average body weight (kg)

Konzumacija hranjivih tvari i energije u ovome istraživanju prikazana je na Grafikonu 2, iz koje je vidljivo da je kontrolna skupina konzumirala 7,7 % manje bjelančevina te 4,35 % masti i 2,5 % više energije. Upravo bi to moglo biti objašnjenje dobivene konzumacije mlijeka u predmetnome istraživanju.

Vrijednosti prosječne tjelesne mase prikazane su na Grafikonu 3, pri čemu je vidljivo da nije bilo statistički značajnih ( $p \leq 0,05$ ) razlika između dobivenih vrijednosti. Tjelesna masa utvrđena na prvome vaganju bila je ujednačena u objema skupinama (59,5 : 58,4 kg). Vrijednosti su i na drugome vaganju bile ujednačene, pri čemu je kod kontrolne skupine dobivena vrijednost iznosila 81,96 kg, dok je kod pokusne skupine iznosila 83,08 kg. Na trećem vaganju trend kretanja vrijednosti ostao je isti, ali je utvrđena razlika između kontrolne i pokusne skupine postala izraženija, te je iznosila 9,43 % u korist pokusne skupine.

Između utvrđenih vrijednosti prosječnoga dnevnog prirasta također nisu utvrđene statistički značajne ( $p \leq 0,05$ ) razlike, što je vidljivo u Tablici 3. Razlika između vrijednosti prosječnoga dnevnog prirasta između 1. i 2. vaganja iznosila je 8,54 % u korist pokusne skupine. Trend kretanja dobivenih vrijednosti nastavljen je i između 2. i 3. vaganja (1,03 : 1,1 kg/dan). Ukupan prirast ipak se nešto više razlikovao, te je razlika između vrijednosti iznosila 19,09 % u korist pokusne skupine.

Brojni su autori pojačanom hranidbom mliječnom zamjenicom uz višu konzumaciju dobili i više dnevne priraste i tjelesnu masu (Terre i sur., 2007.; Hill i sur., 2016.; Dennis i sur., 2018.; Klopp i sur., 2019.; Hu i sur., 2020.; Rivas i sur., 2020.). Neki autori navode kako je hranjenje teladi većim količinama mliječne zamjenice od uobičajenih (8 - 10 % porod-

ne tjelesne mase) te većim razinama bjelančevina i masti od uobičajenih (20 - 22 % bjelančevina te 20 % masti) tijekom prva dva do tri tjedna starosti ključno za iskorištavanje potencijala teladi za rani rast i razvoj (Stamey i sur., 2012; Eriso i Mekuriya 2023.; Bartlet i sur., 2006.). Prosječna starosna dob teladi u predmetnome istraživanju nudi moguće objašnjenje prema navedenim autorima. U istraživanju Wilmsa i sur. (2024.) starosna je dob teladi bila 0 - 28 dana te je telad konzumirala više metaboličke energije. Međutim, autori nisu dobili značajne razlike u tjelesnoj masi i dnevnome prirastu, što je skladu s predmetnim istraživanjem. Znatne razlike u konzumaciji hranjivih tvari ne moraju se odraziti na tjelesnu masu, već se mogu odraziti na omjer bjelančevina i masti u prirastu tjelesne mase (Wilms i sur., (2022.). Amado i sur., (2019.) kao i Morrison i sur., (2009.; 2012.), također su dobili rezultate sukladne predmetnomu istraživanju, dok su Brown i sur., (2005.) dobili suprotne rezultate. Moguće objašnjenje rezultata predmetnoga istraživanja upućuje na sadržaj, odnosno na količinu hranjivih tvari konzumiranih iz mliječne zamjenice. Kako je vidljivo na Grafikonu 2, iako je ukupno konzumirana energija viša kod kontrolne skupine, to nije slučaj kod bjelančevina, koje su nešto niže kod kontrolne skupine, unatoč većoj konzumaciji mliječne zamjenice. Za odgovarajuću iskoristivost bjelančevina u sintezi mišićnoga tkiva potreban je određen omjer bjelančevina i energije (Hill i sur., 2009.; Bayril i sur., 2016.). Amado i sur. navode u svojem istraživanju (2019.) ujednačenu konzumaciju bjelančevina i energije kao moguće objašnjenje dobivenih rezultata. Osim toga, u predmetnome istraživanju sijeno i starter-smjesa omogućeni su *ad libitum*, što ostavlja mogućnost kompenzacije hranjivih tvari iz tekuće komponente obroka (Klopp i sur., 2019.; Hu i sur., 2020.).

**Tablica 3. Prosječan dnevni prirast (kg)**

**Table 3 The average daily gain (kg)**

Dnevni prirast Daily gain	K	P	p - vrijednost p - value
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	
1. - 2. vaganja 1 <sup>st</sup> - 2 <sup>nd</sup> weighing	0,75 ± 0,2	0,82 ± 0,3	0,538
2. - 3. vaganja 2 <sup>nd</sup> - 3 <sup>rd</sup> weighing	1,03 ± 0,3	1,1 ± 0,5	0,669
1. - 3. vaganja 1 <sup>st</sup> - 3 <sup>rd</sup> weighing	0,89 ± 0,3	1,1 ± 0,5	0,168

K - kontrola/control; P - pokus/experiment;  $\bar{x}$  - srednja vrijednost/mean; Sd - standardna devijacija/standard deviation; p - statistička značajnost/statistical significance

## ZAKLJUČAK

Hranidba teladi mlječnom zamjenicom s konstantnim udjelima bjelančevina, masti i energije rezultirala je kod kontrolne skupine značajno većom ( $p < 0,05$ ) konzumacijom u odnosu na hranidbu promjenjivim udjelima pokusne skupine. Kontrolna skupina konzumirala je manje bjelančevina i masti (7,7 %, 4,35 %) te više energije (2,5 %). Unatoč većoj konzumaciji mlječne zamjenice, značajnih razlika u tjelesnoj masi i prosječnome dnevnom prirastu nije bilo. Na kraju istraživanja zaključak je da razlike u udjelima hranjivih tvari i energije mlječne zamjenice nisu značajno utjecale na proizvodne pokazatelje. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se utvrdilo koji su omjeri hranjivih tvari i energije najpovoljniji za telad u određenoj starosnoj dobi.

## LITERATURA

1. Amado, L., Berends, H., Leal, L. N., Wilms, J., Van Laar, H., Gerrits, W. J. J., Martín-Tereso, J. (2019.): Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. *Journal of Dairy Science*, 102(5): 3994-4001.
2. Amado, L., Leal, L. N., Berends, H., van Keulen, P., Martín-Tereso, J., Gerrits, W. J. J. (2024.): Responses to incremental nutrient supply on energy and protein metabolism in pre-weaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*.
3. Ballou, M. A., Hanson, D. L., Cobb, C. J., Obeidat, B. S., Sellers, M. D., Pepper-Yowell, A. R., Carroll, J.A., Earleywine, T.J., Lawhon, S. D. (2015.): Plane of nutrition influences the performance, innate leukocyte responses, and resistance to an oral *Salmonella enterica* serotype Typhimurium challenge in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, 98(3): 1972-1982.
4. Barth, K. (2020.): Effects of suckling on milk yield and milk composition of dairy cows in cow-calf contact systems. *Journal of Dairy Research*, 87(S1): 133-137.
5. Bartlett, K. S., McKeith, F. K., VandeHaar, M. J., Dahl, G. E., Drackley, J. K. (2006.): Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates. *Journal of Animal Science*, 84(6): 1454-1467.
6. Bayril, T., Yilmaz, O., Cak, B. (2016.): Growth performances of female and male Holstein calves fed with milk and milk replacers. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 59.
7. Berends, H., Van Laar, H., Leal, L. N., Gerrits, W. J. J., Martín-Tereso, J. (2020.): Effects of exchanging lactose for fat in milk replacer on ad libitum feed intake and growth performance in dairy calves. *Journal of dairy science*, 103(5): 4275-4287.
8. Burgstaller, J., Wittek, T., Smith, G. W. (2017.): Invited review: Abomasal emptying in calves and its potential influence on gastrointestinal disease. *Journal of Dairy Science*, 100(1): 17-35.
9. Breier, B. H., Oliver, M. H., Gallaher, B. W. (2000.): Regulation of growth and metabolism during postnatal development. *Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction*, 187-204.
10. Brown, M. A., Lalman, D. L. (2010.): Milk yield and quality in cows sired by different beef breeds. *The Professional Animal Scientist*, 26(4): 393-397.
11. Brown, E. G., VandeHaar, M. J., Daniels, K. M., Liesman, J. S., Chapin, L. T., Keisler, D. H., Nielsen, M. W. (2005.): Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 88(2): 585-594.
12. Calbet, J. A., i MacLean, D. A. (1997.): Role of caloric content on gastric emptying in humans. *The Journal of Physiology*, 498(2): 553-559.
13. Conneely, M., Berry, D. P., Murphy, J. P., Lorenz, I., Doherty, M. L., Kennedy, E. (2014.): Effects of milk feeding volume and frequency on body weight and health of dairy heifer calves. *Livestock Science*, 161: 90-94.
14. Dennis, T. S., Suarez-Mena, F. X., Hill, T. M., Quigley, J. D., Schlotterbeck, R. L., Hulbert, L. (2018.): Effect of milk replacer feeding rate, age at weaning, and method of reducing milk replacer to weaning on digestion, performance, rumination, and activity in dairy calves to 4 months of age. *Journal of Dairy Science*, 101(1): 268-278.
15. Diaz, M. C., Van Amburgh, M. E., Smith, J. M., Kelsey, J. M., Hutten, E. L. (2001.): Composition of growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. *Journal of Dairy Science*, 84(4): 830-842.
16. Eriso, M., i Mekuriya, M. (2023.): Milk Replacer Feeds and Feeding Systems for Sustainable Calf Rearing: A Comprehensive Review and Analysis. *Studies in Social Science & Humanities*, 2(11): 51-61.
17. Frieten, D., Gerbert, C., Koch, C., Dusel, G., Eder, K., Kanitz, E., Weitzel, J.M., Hammon, H.M. (2017.): *Ad libitum* milk replacer feeding, but not butyrate supplementation, affects growth performance as well as metabolic and endocrine traits in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 100(8): 6648-6661.

18. Frühbeck, G. (2001.): A heliocentric view of leptin. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60(3): 301-318.
19. Georgiev, I. P. (2008.): Effect of colostrum insulin-like growth factors on growth and development of neonatal calves. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 11(2): 75-88.
20. Gerrits, W. J. J. (2019.): Symposium review: Macronutrient metabolism in the growing calf. *Journal of Dairy Science*, 102(4): 3684-3691.
21. Ghaffari, M. H., Hammon, H. M., Frieten, D., Gerbert, C., Dusel, G., Koch, C. (2021.): Effects of milk replacer meal size on feed intake, growth performance, and blood metabolites and hormones of calves fed milk replacer with or without butyrate ad libitum: A cluster-analytic approach. *Journal of Dairy Science*, 104(4): 4650-4664.
22. Hammon, H. M., Steinhoff-Wagner, J., Schönhusen, U., Metges, C. C., Blum, J. W. (2012.). Energy metabolism in the newborn farm animal with emphasis on the calf: endocrine changes and responses to milk-borne and systemic hormones. *Domestic Animal Endocrinology*, 43(2): 171-185.
23. Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L. (2010.): Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 1105-1115.
24. Hill, T. M., Bateman II, H. G., Aldrich, J. M., Schlotterbeck, R. L. (2009.): Optimizing nutrient ratios in milk replacers for calves less than five weeks of age. *Journal of Dairy Science*, 92(7): 3281-3291.
25. Hill, T. M., Quigley, J. D., Bateman II, H. G., Suarez-Mena, F. X., Dennis, T. S., Schlotterbeck, R. L. (2016.): Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients in dairy calves to 4 months of age. *Journal of Dairy Science*, 99(10): 8103-8110.
26. Houseknecht, K. L., Portocarrero, C. P., Ji, S., Lemnager, R., Spurlock, M. E. (2000.): Growth hormone regulates leptin gene expression in bovine adipose tissue: correlation with adipose IGF-1 expression. *Journal of Endocrinology*, 164(1): 51-58.
27. Hu, W., Hill, T. M., Dennis, T. S., Suarez-Mena, F. X., Aragona, K. M., Quigley, J. D., Schlotterbeck, R. L. (2020.): Effects of milk replacer feeding rates on growth performance of Holstein dairy calves to 4 months of age, evaluated via a meta-analytical approach. *Journal of Dairy Science*, 103(3): 2217-2232.
28. Hugi, D., Bruckmaier, R. M., Blum, J. W. (1997.): Insulin resistance, hyperglycemia, glucosuria, and galactosuria in intensively milk-fed calves: dependency on age and effects of high lactose intake. *Journal of Animal Science*, 75(2): 469-482.
29. Hunt, J. N., Stubbs, D. F. (1975.): The volume and energy content of meals as determinants of gastric emptying. *The Journal of Physiology*, 245(1): 209-225.
30. Khan, M. A., Weary, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G. (2011.): Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94(3): 1071-1081.
31. Klopp, R. N., Suarez-Mena, F. X., Dennis, T. S., Hill, T. M., Schlotterbeck, R. L., Lascano, G. J. (2019.): Effects of feeding different amounts of milk replacer on growth performance and nutrient digestibility in Holstein calves to 2 months of age using different weaning strategies. *Journal of Dairy Science*, 102(12): 11040-11050.
32. MacPherson, J. A. R., Berends, H., Leal, L. N., Cant, J. P., Martín-Tereso, J., Steele, M. A. (2016.): Effect of plane of milk replacer intake and age on glucose and insulin kinetics and abomasal emptying in female Holstein Friesian dairy calves fed twice daily. *Journal of Dairy Science*, 99(10): 8007-8017.
33. Martínez Velázquez, G., Palacios Fránquez, J. A., Bustamante Guerrero, J. D. J., Ríos Utrera, Á., Vega Murillo, V. E., Montaña Bermúdez, M. (2010.): Milk composition in Criollo, Guzarat and F1 cows and its influence on weaning weight of calves. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(4).
34. Morrison, S. J., Wicks, H. C. F., Carson, A. F., Fallon, R. J., Twigge, J., Kilpatrick, D. J., Watson, S. (2012.): The effect of calf nutrition on the performance of dairy herd replacements. *Animal*, 6(6): 909-919.
35. Morrison, S. J., Wicks, H. C. F., Fallon, R. J., Twigge, J., Dawson, L. E. R., Wylie, A. R. G., Carson, A. F. (2009.): Effects of feeding level and protein content of milk replacer on the performance of dairy herd replacements. *Animal*, 3(11): 1570-1579.
36. Obeidat, B. S., Cobb, C. J., Sellers, M. D., Pepper-Yowell, A. R., Earleywine, T. J., Ballou, M. A. (2013.): Plane of nutrition during the preweaning period but not the grower phase influences the neutrophil activity of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 96(11): 7155-7166.
37. Renaville, R., Hammadi, M., Portetelle, D. (2002.): Role of the somatotrophic axis in the mammalian metabolism. *Domestic animal endocrinology*, 23(1-2): 351-360.
38. Rivas, R. O., Komori, G. H., Beihling, V. V., Marins, T. N., Bernard, J. K., Tao, S. (2020.): Effects of milk replacer feeding levels on performance and metabolism of preweaned dairy calves during summer. *Journal of Dairy Science*, 103(1): 313-324.

39. Smith, J. L., Sheffield, L. G. (2002.): Production and regulation of leptin in bovine mammary epithelial cells. *Domestic Animal Endocrinology*, 22(3): 145-154.
40. Schäff, C.T., Gruse, J., Maciej, J., Mielenz, M., Wirthgen, E., Hoefflich, A., Schmicke, M., Pfuhl, R., Jawor, P., Stefaniak, T., Hammon, H.M (2016.): Effects of feeding milk replacer *ad libitum* or in restricted amounts for the first five weeks of life on the growth, metabolic adaptation, and immune status of newborn calves. *PLoS One*, 11(12), e0168974.
41. Stamey, J. A., Janovick, N. A., Kertz, A. F., Drackley, J. K. (2012.): Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of dairy science*, 95(6): 3327-3336.
42. Terré, M., Devant, M., Bach, A. (2007.): Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livestock Science*, 110(1-2): 82-88.
43. Van den Borne, J. J. G. C., Verstegen, M. W. A., Alferink, S. J. J., Giebels, R. M. M., Gerrits, W. J. J. (2006.): Effects of feeding frequency and feeding level on nutrient utilization in heavy preruminant calves. *Journal of Dairy Science*, 89(9): 3578-3586.
44. Welboren, A. C., Hatew, B., Renaud, J. B., Leal, L. N., Martín-Tereso, J., Steele, M. A. (2021.): Intestinal adaptations to energy source of milk replacer in neonatal dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 104(11): 12079-12093.
45. Wilms, J. N., Ghaffari, M. H., Steele, M. A., Sauerwein, H., Martín-Tereso, J., Leal, L. N. (2022.): Macronutrient profile in milk replacer or a whole milk powder modulates growth performance, feeding behavior, and blood metabolites in *ad libitum*-fed calves. *Journal of Dairy Science*, 105(8): 6670-6692.
46. Wittek, T., Ernstberger, M., Muckenhuber, M., Flöck, M. (2016.): Effects of wheat protein in milk replacers on abomasal emptying rate in calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(2): 264-270.

## SUMMARY

As there are numerous formulations of milk substitutes, there are numerous ways of feeding calves with milk replacers too. Therefore, the aim of the research was to determine the influence of different ways of calf milk-replacer feeding on the production indicators. The research was conducted on 29 Simmental calves divided into two groups, the control (K) and experimental (P) one, for 59 days. The experimental group was fed with two milk replacers of different nutrient and energy levels if compared to the control group, which was fed with a single milk replacer all the time. Both groups were offered water, hay, and pelleted mixture *ad libitum*. The individual weighings were carried out on the 1<sup>st</sup>, 30<sup>th</sup>, and on the 59<sup>th</sup> day of the study. The following indicators were monitored: body mass, average daily growth, and the consumption of the milk replacer. The obtained values of milk replacer consumption demonstrated a statistically significant difference  $p < 0.05$  in favor of the control group. Despite a higher consumption of milk replacer, there were no significant differences in the body weight and in the average daily gain. At the end of the research, the conclusion was derived that the differences in the proportions of milk-replacer nutrients and energy did not significantly affect the production indicators.

Keywords: calves, Simmental breed, milk replacer, gain, consumption