



# Nekateri vidiki trajnostne prehrane živali

## Some aspects of sustainable animal nutrition



**Ločniškarjevi dnevi 2021**

**8. znanstveni posvet Raziskovalni izzivi v živinoreji**  
**8<sup>th</sup> scientific conference Research challenges in animal husbandry**

**Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,  
Oddelek za zootehniko, Ljubljana**

**University of Ljubljana, Biotechnical Faculty,  
Department of Animal Science, Ljubljana**

**25. november 2021**

# **Nekateri vidiki trajnostne prehrane živali**

Some aspects of sustainable animal nutrition

## **8. znanstveni posvet Raziskovalni izzivi v živinoreji – Ločniškarjevi dnevi 2021**

8<sup>th</sup> scientific conference Research challenges in animal husbandry

25. 11. 2021, spletni dogodek / online event

---

Urednika in recenzenta	Janez Salobir, Tanja Kunej
Uredniški odbor	Janez Salobir, Tanja Kunej, Klemen Potočnik
Terminološki in lektorski pregled	Ajda Kermauner Kavčič
Tehnični urednik	Jože Stopar
Izdajatelj in založnik	Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani
Zanjo	Nataša Poklar Ulrih
Tisk	Kubelj d.o.o., v 150 izvodih
Spletni naslov	<a href="https://repositorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=133470">https://repositorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=133470</a>



---

Naslov uredništva:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija  
e-naslov: janez.salobir@bf.uni-lj.si, tanja.kunej@bf.uni-lj.si

---

Fotografiji na ovitku: Vida Rezar

---

© 2021, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Vse pravice pridržane. Brez predhodnega pisnega dovoljenja lastnikov avtorskih pravic (copyrighta) noben del te izdaje ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oz. na kateri koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače.

# **Nekateri vidiki trajnostne prehrane živali**

Some aspects of sustainable animal nutrition

## **8. znanstveni posvet Raziskovalni izzivi v živinoreji – Ločniškarjevi dnevi 2021**

8<sup>th</sup> scientific conference Research challenges in animal husbandry

25. 11. 2021, spletni dogodek / online event

### **Program / Program outline**

- 9:00 **Uvodni pozdrav in nagovor / Introduction**  
Prodekan / Vice Dean Klemen Potočnik, Biotehniška fakulteta,  
Univerza v Ljubljani
- 9:15 **Nutrient and energy metabolism: from the cell to the whole animal**  
Jaap van Milgen, INRAe – Institut national de recherche en sciences  
et technologies pour l'environnement et l'agriculture, Rennes, France
- 10:00 **Ex-Food/former food as alternative and sustainable feed  
ingredients for farm animal**  
Luciano Pinotti, University of Milan, Department of Veterinary Science  
for Health, Animal Production and Food Safety, Milan, Italy
- 10:45 **Characterization of hyperketolactia in dairy cows**  
Zygmunt Maciej Kowalski, University of Agriculture in Krakow, Faculty  
of Animal Science, Department of Animal Nutrition and Biotechnology,  
and Fisheries, Krakow, Poland
- 11:30 **Odmor / Break**
- 12:00 **Izzivi slovenske živinoreje na področju zmanjševanja njenih  
vplivov na okolje**  
Jože Verbič, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija
- 12:20 **Možnosti prehrane prežvekovalcev za zmanjšanje vplivov na okolje**  
Andrej Lavrenčič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek  
za zootehniko, Ljubljana, Slovenija
- 12:40 **Prehrana in zdravje prebavil**  
Tatjana Pirman, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek  
za zootehniko, Ljubljana, Slovenija
- 13:00 **Izzivi digitalnih tehnologij: trajnost pri krmljenju molznic**  
Jernej Poteko, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für  
Landtechnik und Tierhaltung, Grub-POING, Nemčija

13:20 **Študentska sekcija / Student section**

13:25 **Vpliv razredčevalca, temperature tajanja in časa po tajanju na kakovost odmrznjenega petelinjega semena**

Marko Bizjak, Mojca Simčič in Dušan Terčič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana

13:40 **Minimalni odmerki UV-B sevanja za povzročitev rdečine na koži goveda v kontekstu oskrbe z vitaminom D**

Jaka Jakob Hodnik, Marko Jankovec, Jožica Ježek, Žiga Krušič, Stefan Mitterhofer, Jože Starič, Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Klinika za reprodukcijo in velike živali, Ljubljana

13:55 **Vsebnost sečnine v kozjem mleku**

Gregor Šen in Mojca Simčič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana

**Vpliv krmne mešanice z večjo vsebnostjo maščobe na sestavo telesa pri mišjih linijah FLI in FHI**

Ana Brunčič, Špela Mikec, Tanja Kunej, Tatjana Pirman, Simon Horvat, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Domžale, Slovenija

14:10 **Zasedanje komisije za ocenjevanje prispevkov / Meeting of the Student Section Evaluation Committee**

14:20 **Razglasitev zmagovalca študentske sekcije / Student section award announcement**

**Sklepne misli in zaključek posvetovanja / Final thoughts and conclusion of the meeting**

## Uvodnik

Človeštvo se v povezavi s hrano sooča z mnogimi izzivi, med drugim tudi z naraščajočim številom Zemljanov, z izzivi pri oskrbi s hrano, s posledicami neustrezne prehrane za zdravje ljudi in z neželenimi podnebnimi spremembami zaradi človekovega vpliva na okolje tudi zaradi proizvodnje hrane. Pri tem je potrebno imeti pred očmi, da trajnostne prehrane ljudi, tudi trajnostne proizvodnje hrane, in s tem tudi trajnostne reje živali, ne opisuje in določa le majhen ogljični odtis hrane. Trajnostna prehrana je mnogo mnogo več. FAO trajnostno prehrano človeštva definira kot tiste načine prehrane, ki imajo majhen vpliv na okolje, prispevajo k zagotavljanju hrane in prehranski varnosti ter zdravemu življenju sedanjih in bodočih rodov, spoštujejo biotsko raznovrstnost in ekosisteme, so kulturno sprejemljivi, dostopni in ekonomsko pravični, prehransko ustrezni, varni in zdravi ter ob tem optimirajo človeške in naravne vire. V teh okvirih je potrebno iskati trajnostno proizvodnjo hrane, ki vključuje trajnostno rejo, dobro počutje in prehrano živali.

Prehrana živali je pomembno vpletena v trajnostno krožno bioekonomijo, tako npr. neposredno vpliva na izkoriščanje zlasti lokalnih naravnih virov in izločanje snovi in energije v okolje ter posredno na zdravje, počutje in dolgoživost živali in preko prehranske vrednosti in kakovosti živalskih proizvodov na zdravje ljudi ter na prehransko in socialno varnost. Kar 86 % krme za rejne živali je za ljudi neuporabne ali manjvredne. Rejne živali pa jo pretvarjajo v hranila, ki jih v rastlinski hrani ni, jih je malo ali so slabo izkoristljiva. S tem rejne živali prispevajo h globalni in lokalni prehranski varnosti ter prehranski ustreznosti naše prehrane.

Možnosti prehrane živali za zmanjšanje okoljskih vplivov je mogoče iskati v zagotavljanju dobrih proizvodnih rezultatov in podpiranju zdravja in dolgoživosti živali, natančnem pokrivanju potreb živali, ki omogoča racionalno uporabo virov ob minimalnem izločanju v okolje, uporabi naprednih krmnih dodatkov, tudi takih, ki pomagajo pri regulaciji mikroflore v prebavilih in uporabo sicer neizkoristljivih naravnih virov krme, uporabo z digitalnimi orodji podprtih sistemov natančnega krmljenja in preprečevanju izgub krme ter uporabi krmil, vključno s stranskimi proizvodi agroživilske verige, z majhnim obremenjevanjem okolja v verigi od polja

do jasli: preko ljudi, agrotehnike, gnojenja, kolobarja, spravila, transporta, konzerviranja, skladiščenja, obdelave, tehnologije priprave krmnih mešanic in obrokov, krmljenja ...

Razvoj, poznavanje, upoštevanje novih znanj, ki omogočajo "precizno trajnostno prehrano", je zato ključno za rejo živali v najširšem pomenu, ki bo zagotavljala dobro počutje živali, prehransko varnost človeštva z nevtralnimi vplivi na okolje, in nenazadnje dostojno življenje kmetovalcev. S tako kompleksnimi pritiski se živinoreja v zgodovini še ni soočala. Vse kaže, da bo pri vsem naštetem, prehrana živali dobila nov pomen in odigrala ključno vlogo pri trajnostni živinoreji tudi v praksi. Osvetlitvi nekaterih opisanih vidikov trajnostne prehrane živali je namenjen ta 8. znanstveni posvet Raziskovalni izzivi v živinoreji – Ločniškarjevi dnevi.

prof. dr. Janez Salobir

predstojnik Katedre za prehrano

izr. prof. dr. Klemen Potočnik

prodekan Oddelka za zootehniko

## Nutrient and energy metabolism: from the cell to the whole animal

Jaap van Milgen

*INRAE – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, Rennes, France*

Energy is not a nutrient, but a property of nutrients to carry out “work”. Energy exists in different forms (e.g., chemical, thermal, or kinetic energy) and the first law of thermodynamics indicates that these forms are interchangeable and that energy is never lost. Energy is a very costly component in livestock diets and in livestock production and there has been considerable interest in the understanding of how the animal uses the dietary energy.

A growing pig roughly retains one-third of the dietary energy in the body (mainly as protein and lipid), the remainder is lost in the feces, urine, and, most importantly, as heat. About 50% of the ingested energy is lost as heat, which is due to different processes. First, there is a biochemical cost of transforming one nutrient into another. For example, the conversion of starch (that animals eat) to lipid is inevitably associated with an energy cost of roughly 15%. Also, the synthesis of body protein from the constituent amino acids requires energy, essentially as ATP. The ATP is often referred to as an “energy currency”. The energy associated with the use of ATP (e.g., for muscle contractions) is eventually released as heat. The maintenance energy requirement is essentially an ATP requirement. The ATP-providing potential of nutrients differs, as do the pathways in which nutrients are metabolized used and (temporarily) stored.

Nutritionists need to transform this biochemical complexity into nutritional systems that are simple, robust, and easy to implement in practice. It is for this reason that different energy systems have been developed that account for (average) energy losses that occur in the feces (digestible energy, DE), urine and fermentation gases (metabolizable energy, ME), and as so-called heat increment (net energy, NE). These systems are based on the premise that an energy value can be attributed to feed ingredients, which are to be compared with the energy requirement of the animal. These energy systems are a compromise between the gross energy value of an ingredient (i.e., which is a property of the ingredient itself) and the way the animal actually uses the dietary energy for maintenance and production (i.e., retention in the body or in products). As a compromise, these systems are not perfect, but the choice of an appropriate energy system has practical, financial, and environmental consequences, because the ranking of feed ingredients differs if the energy content is expressed on a DE, ME, or NE basis. The energy value of soybean meal is roughly equal to that of corn when expressed on a DE or ME basis, but 27% lower when expressed on a NE basis. Formulating diets on a NE basis therefore reduces the use of soybean meal and favors the use of low-protein diets supplemented with free amino acids.

## **Ex-Food/former food as alternative and sustainable feed ingredients for farm animals**

Luciano Pinotti

*University of Milan, Department of Veterinary Science for Health, Animal Production and Food Safety, Milan, Italy*

The use of alternative feed ingredients in farm animal diets is interesting from several perspectives. Ex-foods, also known as Former Food Products (FFPs), are one way of converting losses from the food industry into ingredients for the animal feed industry, thereby keeping nutrients in the food chain. Based on their nutritional features, these materials are extremely rich in carbohydrates, free sugars and, depending on their origin, also in fats. In addition, FFPs are often characterized by a high degree of processing including technological and heat treatments which can affect not only the availability of nutrients and the kinetics of digestion, but also gastro intestinal health and animal response. This review integrates some of the most recent published works about the nutritional value, digestibility and glycemic index of ex-foods. Selected in vivo results obtained in pigs and dairy cows will be discussed. In addition, a view on the relationship between the use of FFPs and safety issues and their effects on rumen/intestinal microbiota will be also given.



## Characterization of hyperketolactia in dairy cows

Zygmunt Maciej Kowalski

*University of Agriculture in Krakow, Faculty of Animal Science, Department of Animal Nutrition and Biotechnology, and Fisheries, Krakow, Poland*

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) allows for the determination of milk acetone (mACE) and  $\beta$ -hydroxybutyrate (mBHB) concentrations, providing a potential herd monitoring tool for hyperketolactia, defined as elevated milk ketone bodies. The system of monitoring of ketosis in Polish dairy herds was introduced into the practice on April 1, 2013, as a part of the milk recording system. The system is based on the concentrations of mBHB and mACE, determined by the FTIR method in the test-day (TD) milk samples. Monthly, it considers about 90,000 cows being within 6–60 days in milk (DIM). Since the start of the system, a big dataset has been collected on concentrations of milk ketone bodies, allowing for characterization of hyperketolactia (HYKL) in dairy cows as well as evaluation of prevalence and consequences of HYKL among milk recorded dairy cows in Poland.

The aim of the 1<sup>st</sup> study was to characterize mACE and mBHB concentration dynamics during early lactation in Polish Holstein-Friesian cows. Milk samples ( $n = 3,867,390$ ) were collected within 6 to 60 DIM over a 4-yr period (April 1, 2013, to March 31, 2017) from approximately 21,300 dairy herds. Published hyperketolactia mACE ( $\geq 0.15$  mmol/L) and mBHB ( $\geq 0.10$  mmol/L) threshold concentrations were used to classify study milk samples into ketolactia groups of normal (mACE  $< 0.15$  mmol/L and mBHB  $< 0.10$  mmol/L) and hyperketolactia (HYKL; either mACE  $\geq 0.15$  mmol/L or mBHB  $\geq 0.10$  mmol/L). Additionally, HYKL samples were categorized into subpopulations as having elevated mBHB and mACE (HYKLACEBHB; mACE  $\geq 0.15$  mmol/L and mBHB  $\geq 0.10$  mmol/L), only elevated mBHB (HYKLBHB; mACE  $< 0.15$  mmol/L and mBHB  $\geq 0.10$  mmol/L), or only elevated mACE (HYKLACE; mACE  $\geq 0.15$  mmol/L and mBHB  $< 0.10$  mmol/L).

For all samples, mACE and mBHB concentrations decreased with increasing DIM, with mACE concentration declining more rapidly compared with mBHB. Among HYKL samples, mACE was elevated soon after calving and declined over time. In contrast, mBHB started lower after calving and increased reaching peak concentrations around 30 DIM, and then decreased.

The prevalence of HYKL depends on the threshold values used for mBHB and mACE. When mACE  $\geq 0.15$  mmol/L or mBHB  $\geq 0.01$  mmol/L are considered, 67.7 and 32.3 % of all milk samples (about 3.8 M) may be defined as normal (NKL) and HYKL, respectively. The percentage of samples defined as HYKL in 6–21 DIM was greater than in 22–60 DIM milk samples (43.0 vs. 27.6 %, respectively). Within 6–60 DIM, HYKL samples originated from 30.2, 28.2, and 35.4 % of 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, and  $\geq 3^{\text{rd}}$  lactation cows, respectively. Among all HYKL milk samples, 50.8, 41.2, and 7.9 % were categorized as HYKLACEBHB, HYKLBHB, and HYKLACE, respectively. The numbers of HYKL milk samples originating from primiparous cows were especially high within 6–21 DIM, whereas for older cows reasonable numbers were found within 22–60 DIM. Between 6 and 21 DIM, 11.3 % of HYKL were classified as HYKLACE. Primiparous cows had greater (14.8 %) HYKLACE samples in this period. In conclusion, it was intriguing to identify a unique population of samples having elevated mACE without mBHB in early lactation, especially in primiparous cows.

In the 2<sup>nd</sup> study based on over 7 M milk samples, the effects of HYKL and different categories of HYKL (HYKLACEBHB, HYKLBHB, and HYKLACE) on milk yield and composition (on 1., 2. and 3. TD, 305 d lactation), and on some reproduction parameters were studied. The effect of time of detecting HYKL was also considered (1. or 2. TD). NKL cows produced daily 31.7, 33.2 and 31.8 kg of milk on 1., 2., and 3. TD, respectively, whereas HYKL cows diagnosed on 1.TD produced 29.8, 32.8, and 31.1 kg/d, HYKL cows diagnosed on 2.TD produced 31.0, 30.1 and 30.1 kg/d, and HYKL cows diagnosed on 1.TD and 2.TD produced 29.2, 29.7 and 29.2 kg/d. The worst production consequences were found for cows diagnosed as HYKLACEBHB on both TD (1.TD and 2.TD), i.e. 28.2, 27.9, and 28.8 kg/d. HYKL reduced milk yield in 305d lactation. NKL cows produced 7928 kg of milk, and HYKL cows on either 1.TD, 2.TD or 1.TD and 2.TD 7697, 7364 or 7216 kg, respectively. Again, the worst production consequences were found for cows diagnosed as HYKLACEBHB on 1.TD and 2.TD, i.e. 7026 kg/d (about 900 kg less than NKL). Either HYKL or different categories of HYKL decreased reproduction outcomes. In conclusion, hyperketolactia among Polish dairy cows is a very important economic problem.

## Izzivi slovenske živinoreje na področju zmanjševanja njenih vplivov na okolje

Jože Verbič

*Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija*

V Sloveniji prispeva živinoreja k skupnim izpustom 61,1 % metana, 9,9 % didušikovega oksida, 42,5 % amonijaka, 12,7 % nemetanovih hlapnih organskih spojin (NMVOC), 0,4 % dušikovih oksidov (NOX), 2,6 % drobnih prašnih delcev PM10 in 1,0 % drobnih prašnih delcev PM2,5. Preračunano v ekvivalente CO<sub>2</sub>, prispevata metan in didušikov oksid iz živinoreje 7,4 % vseh toplogrednih plinov v državi. Z živinorejo so povezani tudi izpusti, ki jih formalno vodimo kot izpuste iz kmetijskih zemljišč, ukrepi za zmanjšanje pa so rokah živinorejcev (npr. gnojenje z živinskimi gnojili in paša). Pri zmanjševanju izpustov smo bili v preteklosti uspešni. Izpusti TGP v živinoreji so se od leta 1986 zmanjšali za 10,6 % (metana za 10,1 in didušikovega oksida za 17,0 %), izpusti amonijaka, NOX, PM10 in PM2,5 pa od leta 1990 za 32,9, 39,6, 30,7 in 30,1 %. Povečali so se le izpusti NMVOC (za 7,1 %). Živinoreja povzroča tudi onesnaževanje podzemnih voda z nitrati. V tem primeru prispevek živinoreje ni kvantificiran.

Prikazovanje prispevka živinoreje k podnebnim spremembam na podlagi potenciala globalnega segrevanja za stoletni časovni horizont, ki je predpisano za poročanje Konvenciji Združenih narodov za podnebne spremembe, je v zadnjem obdobju deležno kritik. Te temeljijo predvsem na zanemarjanju obstojnosti plinov v ozračju. Za razliko od ogljikovega dioksida, ki ostane v ozračju do 1000 let, se metan relativno hitro oksidira (v približno 12 letih). Ob upoštevanju novejših rešitev za oceno toplogrednega učinka metana (Cain in sod., 2019), se v Sloveniji prispevek živinoreje k skupnim izpustom toplogrednih plinov več kot prepolovi (v povprečju zadnjih petih let od 7,1 na 2,5 % od skupnih izpustov). V posameznih letih obdobja 2005–2012 smo na področju živinoreje beležili celo ponor. V teh letih je v ozračju oksidiran metan iz preteklosti v celoti izničil toplogredni učinek na novo izpuščenega metana in didušikovega oksida. Nov pristop k ocenjevanju toplogrednega učinka metana pa ne zmanjšuje pomena ukrepov za zmanjšanje izpustov. V primeru, da bi se izpusti metana povečali, je namreč po novem konceptu ocenjen segrevalni učinek večji, kot ga ocenjujemo po trenutno veljavni metodiki.

Ključni izzivi slovenske živinoreje na področju zmanjševanja njenega vpliva na okolje so:

- zmanjšati izpuste toplogrednih plinov in onesnaževal zraka ob povečanju samoskrbe s hrano in sledenju drugim ciljem kmetovanja, kot so varovanje biotske raznovrstnosti, ohranjanje kulturne krajine in zagotavljanje dobrobiti živali,
- izboljšati izkoristek živinskih gnojil in s tem prispevati k povečanju obsega rastlinske pridelave, zmanjšanju obremenjevanja voda z nitrati in zmanjšanju porabe mineralnih gnojil,
- prek živinskih gnojil prispevati k povečanju zalog ogljika v kmetijskih tleh in s tem k izboljšanju rodovitnosti tal ter ponoru ogljikovega dioksida.

Sočasno doseganje ciljev na področju varovanja okolja in prehranske varnosti je mogoče le z zmanjšanjem izpustov na enoto prirejenega mesa, mleka in jajc. S ciljem izboljšanja prehranske varnosti bi bilo smiselno v krmnih obrokih zmanjšati delež kmetijskih pridelkov, ki bi jih lahko namenili prehrani ljudi. Glede na stanje in cilje na področju ekološkega kmetovanja, bo treba posebno pozornost nameniti zmanjševanju toplogrednih plinov v ekološki živinoreji.

## **Možnosti prehrane prežvekovalcev za zmanjšanje vplivov na okolje**

Andrej Lavrenčič

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana, Slovenija*

Tvorba metana v predželodcih prežvekovalcev je največji posamični vir toplogrednih plinov v reji živali. Metanogeneza v predželodcih prežvekovalcev povzroča 6 do 10 % izgub zaužite bruto energije obroka, oziroma 8 do 14 % izgub prebavljive energije. V prispevku navajamo različne načine za zmanjševanje emisij metana iz prebavil prežvekovalcev, od tistih, s katerimi neposredno vplivamo na mikrobnou populacijo in njeno delovanje (npr. cepljenje, uporaba probiotikov, defaunacija) do načinov vodenja (managementa) same reje živali, vključno s selekcijo živali. Pomemben del prispevka posvečamo načinom, s katerimi spreminjamo pogoje v prebavilih prežvekovalcev. S prilagoditvami sestave obrokov ali z uporabo različnih sintetičnih ali naravnih snovi lahko inhibiramo delovanje metanogenih arhej ali pa močno spodbudimo delovanje nemetanogenih bakterij, kar se kaže v zmanjšani metanogenezi. Velik potencial pri zmanjševanju metanogeneze kažejo predvsem naravni krmni dodatki, pri čemer veliko pozornosti namenjamo zdravnim rastlinam in njihovim izvlečkom. Te smo uporabljali tudi v naših raziskavah, zato bomo te rezultate tudi podrobneje predstavili.

## Prehrana in zdravje prebavil

Tatjana Pirman

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana, Slovenija*

Učinkovito delovanje in zdravje prebavil sta pomembna dejavnika pri uspešni reji domačih živali. Poznavanje mehanizmov, ki so vključeni v optimalno delovanje prebavil, in interakcij med njimi je ključno za zagotavljanje živalim optimalnih pogojev, ki omogočajo funkcionalno delovanje in zdravje prebavil, celotnega organizma in nenazadnje uspešno rejo živali. Vendar pa še vedno ne znamo točno opredeliti, kaj pomenijo zdrava in funkcionalna prebavila ter kako to izmeriti. Želimo si optimalno delovanje prebavil, učinkovito prebavo in absorpcijo hranljivih snovi zaužite krme, učinkovito strukturo in pregradno funkcijo prebavil in učinkovit imunski sistem, kar vse pozitivno vpliva na proizvodnost, pa tudi na dobro počutje samih živali. Na delovanje prebavil pomembno vpliva prehrana, saj vpliva tudi na mikrobioto ter na interakcijo gostitelja z mikrobioto prebavil. Povezave med temi vplivi so zelo kompleksne in že samo z izbiro prehrane lahko izboljšamo ali poslabšamo zdravje prebavil. Velika vsebnost maščob v krmi, še posebej nasičenih maščobnih kislin ima negativen učinek na mikrobioto prebavil, dodatek večkrat nenasičenih maščobnih kislin pa ne. Čeprav je vlaknina nekdanj veljala za antinutritivni faktor v prehrani monogastričnih živali, pa ji sedaj pripisujemo vedno večji pomen, predvsem z vidika zdravja prebavil. Na drugi strani pa mikotoksini, ki so vedno bolj pogosto prisotni v krmi, delujejo negativno na zdravje prebavil, zmanjšajo preživetveno spodobnost celic, manjša je koncentracija hlapnih maščobnih kislin in manj koristnih mikroorganizmov. To vse vpliva na učinkovitost prebave in absorpcije hranil ter s tem povezano učinkovito prirejo.

## Izzivi digitalnih tehnologij: trajnost pri krmljenju molznic

Jernej Poteko

*Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Grub-Poing, Nemčija*

Dandanes sta digitalizacija in trajnost neizogibna pojma javnih debat o zagotavljanju oskrbe s hrano. Digitalizacija kot četrta industrijska revolucija se sooča s problematiko okoljskih sprememb in omejenosti obdelovalnih površin ter išče rešitve za nove izzive, kot naprimer pomanjkanje delovne sile v pridelavi in vse višja pričakovanja potrošnikov do pridelane hrane. Vloga digitalizacije pri trajnostnem kmetovanju je neodvisno od kmetijske panoge optimiranje porabe razpoložljivih virov v pridelavi. Temu razvoju aktivno sledi tudi živinoreja.

Kakšen vpliv ima digitalizacija na trajnosten razvoj krmljenja moznic? Primer trajnostnega krmljenja lahko opredelimo z učinkovito pridelavo voluminozne krme na lastni kmetiji, zagotovljeno stalno oskrbo črede s polnovrednim obrokom in pokritjem trenutnih fizioloških potreb vsake posamezne živali v čredi. Za doseg tega lahko digitalne tehnologije z informacijami, ki jih v realnem času zbirajo različni senzorji, bodisi nameščeni na tehnologiji za spravilo krme, na strojih v hlevu ali neposredno na molznicah, podpirajo kmeta pri njegovem delu in njegovih odločitvah pri gospodarjenju.

Nove digitalne tehnologije omogočajo zbiranje informacij o voluminozni krmi že med njenim spravilom. Primer zanjo je senzor, vgrajen v silažnem kombajnu, ki s pomočjo bližnje infrardeče spektroskopije oceni vsebnosti posameznih hranljivih snovi v krmi. Kljub manjši natančnosti vrednosti v primerjavi z laboratorijsko analizo, so le-te pridobljene za celotno maso krme in ne iz številčno omejenih posameznih vzorcev krme. Poznavanje kakovosti lastne krme optimira izkoristek na kmetiji pridelane krme pri izračunu krmnih obrokov za molznice.

Celodnevni dostop do polnovredne krme na krmilni mizi je željeno trajno stanje dobre oskrbe molznic. Proces krmljenja je s sodobno tehniko že avtomatiziran. Krmljenje izbranega obroka posamezni skupini živali v hlevu poteka ob nastavljenem času, ki ga na podlagi svojih izkušenj o potrebah živali nastavi kmet. Vedno pametnejše naprave lahko same prepoznajo količino potrebne krme na krmilni mizi in same določijo čas ponovnega krmljenja. Takšne digitalizirane krmilne naprave poleg željene oskrbe živali zmanjšajo delovni čas, potreben za krmljenje in za svoje delovanje omogočijo uporabo obnovljivega vira električne energije, dostopnega na kmetiji.

Optimalnost krmnega obroka vsaka molznica izrazi kot individuum sama. V večjih čredah se lahko pregled nad posamezno molznico izgubi. Digitalne naprave, kot so senzorji na sami živali ali vgrajeni v avtomatskem molznem sistemu, lahko na podlagi meritev njenega obnašanja in proizvodnje informirajo kmeta o trenutnem stanju živali. Neposreden odziv kmeta na možna odstopanja od željenega naravnega obnašanja živali doprinesejo k dobrobiti živali in uspešnosti reje.

## Vpliv razredčevalca, temperature tajanja in časa po tajanju na kakovost odmrznjenega petelinjega semena

Marko Bizjak, Mojca Simčič, Dušan Terčič

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Domžale, Slovenija*

V raziskavi smo ugotavljali učinek dveh razredčevalcev ter dveh temperatur tavanja na oploditveno sposobnost globoko zamrznjenega in nato odtajanega petelinjega semena. Dodatno smo v laboratoriju analizirali učinke razredčevalca, temperature tavanja in časa po tajanju na vitalnost in gibljivost spermijev. V raziskavo smo vključili 163 živali (kokoši in petelinov), starih 71 tednov. Naključno smo oblikovali 5 skupin, v vsaki od njih je bilo 27 kokoši. Skupini 28 petelinov smo z metodo trebušne masaže odvzeli seme. Seme vseh petelinov smo združili, nato pa razdelili na dva dela. En del smo razredčili z osnovnim razredčevalcem HS1, drugi del z razredčevalcem HS1, ki smo mu dodali 20 % izvlečka aloe vere. Del semena, razredčenega z vsakim od obeh razredčevalcev, smo tajali pri 5 °C, drugi del pa pri 75 °C, kar pomeni, da smo dobili štiri skupine zamrznjenega in nato odtajanega semena. En del semena smo uporabili za laboratorijske analize, drugi del za osemenitev štirih skupin kokoši, medtem ko smo kokoši v peti, kontrolni skupini, osemenili z razredčenim, vendar ne zamrznjenim semenom. Po končanem valjenju smo zabeležili oplojenost jajc ter valilnost piščancev. Dodatek aloe vere v razredčevalcu je vplival negativno na kakovost petelinjega semena, saj sta bili oplojenost jajc in valilnost piščancev v tej skupini značilno ( $p < 0,0001$ ) manjši v primerjavi s skupino, pri kateri je bil za zamrzovanje semena uporabljen razredčevalac brez dodatka aloe vere. Prav tako sta bila v skupini z dodatkom aloe vere značilno manjša ( $p < 0,05$ ) deleža vitalnih ter progresivno gibljivih spermijev. Temperatura tavanja ni imela značilnega vpliva na oplojenost jajc, valilnost piščancev ter na gibljivost spermijev, medtem ko smo pri semenu, ki je bilo tajano pri 5 °C, ugotovili značilno ( $p < 0,05$ ) večji delež vitalnih spermijev v primerjavi s semenom, ki je bilo tajano pri 75 °C. Čas po tajanju semena (0 ur, 3 ure, 6 ur) je vplival na gibljivost in vitalnost spermijev. V vzorcih semena takoj po tajanju je bil prisoten značilno ( $p < 0,05$ ) večji delež progresivno gibljivih spermijev v primerjavi z vzorci tri in šest ur po tajanju. Šest ur po tajanju smo v vzorcih semena ugotovili značilno ( $p < 0,05$ ) manjši delež vitalnih spermijev kot takoj po tajanju ter tri ure po tajanju. Na podlagi rezultatov raziskave priporočamo, da se v postopku krioprezervacije petelinjega semena za razredčevanje uporabi razredčevalac HS1 brez dodatka aloe vere ter da se seme odtaja pri temperaturi 5 °C.

## Minimalni odmerek UV-B sevanja za povzročitev rdečine na koži goveda v kontekstu oskrbe z vitaminom D

Jaka Jakob Hodnik<sup>1</sup>, Marko Jankovec<sup>2</sup>, Jožica Ježek<sup>1</sup>, Žiga Krušič<sup>3</sup>, Stefan Mitterhofer<sup>2</sup>, Jože Starič<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Klinika za reprodukcijo in velike živali, Ljubljana, Slovenija*

<sup>2</sup> *Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za fotovoltaiiko in optoelektroniko, Ljubljana, Slovenija*

<sup>3</sup> *Splošna bolnišnica Celje, Celje, Slovenija*

Krave na paši so izpostavljene naravnemu UV sevanju, ki se povezuje z različnimi pozitivnimi in negativnimi biološkimi učinki, kot so kožna sinteza vitamina D<sub>3</sub> in nastanek sončnih opeklin ter ploščato celičnega karcinoma. Minimalni odmerek UV-B sevanja za povzročitev rdečine (t.j. sončna opekline prve stopnje) (ang. minimal erythema dose-MED) je najmanjši odmerek UV-B sevanja, ki povzroči zaznavno rdečino ne mestu obsevanja. Pri kravah je MED slabo raziskan. Ker so krave na večini površine pokrite z gosto dlako, ta vpliva na odmerek, potreben za povzročitev rdečine. Cilj naše študije je bil ugotoviti potreben odmerek UV-B sevanja za povzročitev rdečine na odlakanih in obrutih področjih bele kože pri kravah črno-bele pasme. V študijo je bilo vključenih 21 krav in telic, ki smo jih s stopnjujočimi UV-B odmerki obsevali na osmih odlakanih in osmih obrutih mestih. Uporabljali smo UV-B luč ozkega spektra (vrh obsevanja pri 292 nm). Povprečen MED na obrutih in odlakanih mestih je bil 329 in 5595 J/m<sup>2</sup>. Takšne odmerke UV-B sevanja lahko na sončen poletni dan v Sloveniji doseže tudi sonce. MED na odlakanih mestih je bil odvisen od dolžine dlake na obsevanem mestu (Spearmanov rho koeficient = 0,76), in sicer je model linearne regresije pokazal, da je vsak milimeter dlake povečal MED za 316 J/m<sup>2</sup>. Kar pojasni, zakaj so imele telice (7600 J/m<sup>2</sup>), ki imajo daljšo dlako, tudi višji MED na odlakanih mestih od krav (4969 J/m<sup>2</sup>). Naš ugotovljen MED na obrutih in odlakanih mestih se ujema s podatki študij, ki so preučevale UV sevanje pri govedu črno-bele pasme.

Krave lahko vitamin D naravno pridobijo na dva načina, z zauživanjem v krmi ali z lastno sintezo v koži pod vplivom UV-B sevanja. Za zagotavljanje vitamina D v krmi se zlahka odmeri potrebno količino dodatka. Odmerjanje zadostnega in tudi varnega odmerka UV-B sevanja pa je pri govedu slabo raziskano. Za ljudi obstaja priporočilo za varno izpostavljanje sončnemu sevanju za pokritje dnevni potrebe po vitaminu D<sub>3</sub>, t.i. Holickovo pravilo. Slednje priporoča izpostavljanje ene četrtine površine kože eni četrtini MED. Ko smo naš MED primerjali s študijami o kožni sintezi vitamina D<sub>3</sub> pri govedu, smo ugotovili, da so bili odmerki ene tretjine ali ene četrtine našega MED na odlakanih mestih dovolj za vzdrževanje koncentracije vitamina D v krvi krav. Kar nakazuje, da bi lahko podobno pravilo veljalo tudi pri govedu, vendar so za potrditev te hipoteze potrebne nadaljnje raziskave.



## Vsebnost sečnine v kozjem mleku

Gregor Šen, Mojca Simčič

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Domžale, Slovenija*

Ustrezna oskrba rejnih živali z energijo, beljakovinami, vitamini, rudninskimi snovmi in drugimi potrebnimi učinkovinami je med pomembnejšimi izzivi živinoreje. Primerno oskrbo lahko zagotovimo z ustreznimi krmnimi obroki, ki jih sprti prilagajamo glede na potrebe. Pri kozah se pogosto srečamo s prebiranjem krme, zato se dejansko zaužiti obrok lahko precej razlikuje od izračunanega. Vsebnost sečnine v krvi je posredni kazalnik oskrbljenosti živali z beljakovinami, zato nam je lahko vsebnost sečnine v mleku v veliko pomoč pri preverjanju ustreznosti sestave krmnega obroka. Zaradi prepletenosti presnove beljakovin in energije, večja odstopanja od priporočene vrednosti (20–40 mg/dl) kažejo na morebitne težave pri oskrbi živali. Vsebnost sečnine v krvi je povezana z vsebnostjo sečnine v mleku. Presežki sečnine v krvi lahko vodijo do plodnostnih motenj in večje verjetnosti pojava abortusa. Slaba oskrba s hranljivimi snovmi vodi do manjše mlečnosti in manjše vsebnosti beljakovin v mleku. Poveča se tveganje za pojav bolezni. Na dolgi rok z neustrezno prehrano škodujemo živalim. Poleg prehrane živali na vsebnost sečnine v mleku vplivajo še ne-prehranski dejavniki. V namen preverjanja kako ne-prehranski dejavniki vplivajo na vsebnost sečnine v mleku, smo analizirali vsebnost sečnine v mleku pri kozah slovenske srnaste pasme, ki jih redimo na Pedagoško raziskovalnem centru (PRC) Logatec. V analizo smo vključili podatke o kontroli mlečnosti v letih od 2015 do 2019. Uporabili smo 1.531 zapisov o kontroli mlečnosti s podatki o dnevni količini mleka, vsebnosti maščobe, beljakovin, laktoze in sečnine. Povprečna dnevna količina mleka pri kozah je bila 1.962,52 g, s povprečno vsebnostjo beljakovin 3,3 %, maščobe 3,3 %, laktoze 4,31 % in vsebnostjo sečnine 37,81 mg/dl. V statistični model smo vključili sistematske vplive zaporedne jaritve in zaporedne kontrole mlečnosti ter dnevno količino mleka kot linearno regresijo. Najvišja povprečna vsebnost sečnine je bila po prvi zaporedni jaritvi, do tretje zaporedne jaritve se je vsebnost zmanjševala, v četrti in peti se je ponovno povečala. Vsebnost sečnine je od prve do pete zaporedne kontrole mlečnosti nihala, pri šesti in sedmi zaporedni kontroli se je vsebnost sečnine v mleku zvišala. S povečevanjem dnevne količine mleka se je vsebnost sečnine zmanjševala. Povprečna vsebnost sečnine v kozjem mleku pri kozah na PRC Logatec je bila večino laktacije znotraj optimalnih vrednosti, kar pomeni, da je bil krmni obrok ustrezen.

## **Vpliv krmne mešanice z večjo vsebnostjo maščobe na sestavo telesa pri mišjih linijah FLI in FHI**

Ana Brunčič, Špela Mikec, Tanja Kunej, Tatjana Pirman, Simon Horvat

*Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Domžale, Slovenija*

Debelost pri ljudeh oziroma prekomerno nalaganje maščobnega tkiva pri rejnih in družnih živalih ni zaželen lastnost. Nanjo vpliva veliko število genov in okoljskih dejavnikov, kot je na primer prehrana. V študiji smo na edinstvenem modelu miši za debelost (linija FLI) in vitkost (linija FHI) zbirali in analizirali vpliv krmljenja s popolno krmno mešanico (PKM) različne sestave na prirast miši in maso maščobnih depojev v odvisnosti od genotipa. V postopku smo uporabili 42 samcev linij FHI in FLI. V postopek so bili vključeni pri starosti 21–25 dni, krmili smo jih 11 tednov. Znotraj vsake linije je ena skupina miši dobivala PKM, ki je imela večino kalorij iz ogljikovih hidratov (LFD), druga skupina pa PKM, ki je imela večino kalorij iz maščob (HFD). PKM sta bili sicer izokalorični in sestavljeni iz definiranih komponent (npr. ne iz žit), ki jih izdeluje podjetje Research diets. Tedensko smo beležili zauživanje vode, krme in prirast miši. Po zaključku postopka na živalih smo odvzeli tkiva, med drugim anatomsko najbolj ločljive maščobne depoje: abdominalno, epididimalno in femoralno maščobno tkivo. Podatke smo statistično obdelali s programskim paketom SAS/STAT. Med linijama miši smo našli statistično značilne razlike v prirastu, linija FLI je priraščala znotraj obeh skupin bolj kot linija FHI, v povprečju pri skupini krmljeni z LFD za 12,33 g pri skupini, krmljeni s HFD pa za 16,87 g v celotnem postopku. Razlik ni bilo v zauživanju krme in vode. Masa posameznih maščobnih depojev je bila statistično značilno večja pri liniji FLI v primerjavi z linijo FHI pri krmljenju s HFD. Pri skupinah živali, ki so zauživale LFD je bila statistično značilno večja masa abdominalne maščevja pri FLI liniji, medtem, ko pri ostalih dveh maščobnih depojih ni bilo statistično značilnih razlik med linijama. Naša študija je pokazala, da linija FHI kaže statistično značilno genetsko odpornost na prirast vseh analiziranih maščobnih depojev na krmo HFD in na prirast abdominalnega maščevja na krmi LFD in je tako odličen model za iskanje genetskih dejavnikov za odpornost na razvoj debelostia.

## Zapiski







