

# SCI CELL

**ODBORNÝ MAGAZÍN**  
WWW.SCICELL.ORG

# 2024

ISSN 2585-9137  
Vydavateľstvo SciCell





## Mikrobiologický profil podstielky z recyklovaného maštalného hnoja a potenciálny vplyv na kvantitatívne a kvalitatívne parameter mlieka dojníc

Publikované 11. decembra 2023

Tomas Jambor<sup>a\*</sup>, Zdenek Drotar<sup>b</sup>, Jozef Bires<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav aplikovanej biológie. Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

<sup>b</sup> Veterinárna klinika, Sportova 4/27, 979 01 Rimavská Sobota, Slovenská republika

<sup>c</sup> Štátna veterinárna a potravinová správa, Botanická 17, 842 13 Bratislava, Slovenská republika.

[tomas.jambor@uniag.sk](mailto:tomas.jambor@uniag.sk)

### Úvod

Radikálny nárast nákladov vo všetkých segmentoch poľnohospodárstva prinútil mnohých farmárov hľadať nové, alternatívy, ktoré by dokázali ušetriť finančné prostriedky fariem a zároveň udržať ich ziskovosť. Predovšetkým v oblasti chovu hospodárskych zvierat boli zaznamenané zvýšené náklady na bežne dostupný podstielkový materiál ako je slama alebo piliny. Z tohto dôvodu začali farmári okamžite hľadať alternatívne zdroje podstielky, ktoré by boli finančne dostupné ale predovšetkým bezpečné pre zvieratá (Bacenetti a kol., 2016). Z praktického hľadiska je podstielka veľmi dôležitým atribútom v chove dojníc. Už v minulosti bolo dokázané, že používanie vhodnej podstielky v maštaliach môže dlhodobo udržiavať welfare kráv, podporovať ich zdravotný stav a reprodukciu, pozitívne stimulovať život jedinca, redukovať lézie päty, minimalizovať krívanie či výskyt zápalov vemena. Existujú mnohé dôkazy, že správna starostlivosť o podstielku hrá rozhodujúcu úlohu v každodennej produkcii mlieka na mliečnych farmách (Singh a kol., 2020; Trucker a Weary, 2004). Počas väčšiny dňa kravy uprednostňujú odpočinok a ležia 8 až 16 hodín. Ich správanie pri ležaní ovplyvňuje mnoho faktorov, pričom jedným z najdôležitejších je typ podstielky. Zvieratám musí poskytnúť tepelný komfort a správnu mäkkosť. Okrem toho musí byť podstielka odolná aby umožnila zdvihnutie z akéhokoľvek typu ležania bez pošmyknutia. Podstielka síce výrazne ovplyvňuje správanie pri ležaní, ale v niektorých prípadoch môže predstavovať riziko pre celkové zdravie kráv. Jednotlivé riziká sa líšia v závislosti od typu podstielky, keďže rôzne primárne zdroje sú nositeľom rôznych bakteriálnych záťaž (van Gastelen a kol., 2011; Lombard a kol., 2010; Fregonesi a kol., 2007; Kull a kol., 2017; Trucker a kol., 2009; Reich a kol., 2010). Ako sme už uviedli, väčšina

chovateľov dojníc si uvedomuje nevyhnutnosť starostlivosti o podstielku a preto sa usilujú o zabezpečenie jej dostatočného prísunu v dostatočnej kvalite s ohľadom na zabezpečenie welfare dojníc. Každá podstielka sa vyznačuje špecifickými parametrami, ako je veľkosť častíc a schopnosť zadržiavať vodu. To závisí aj od ďalších fyzikálnych vlastností materiálu podstielky, ktoré určujú spôsoby manipulácie, skladovania, prípadne následnej likvidácie. Uvedené fyzikálne a biochemické vlastnosti môžu priamo podporovať rast patogénnych baktérií a tým ovplyvniť celkovú kvalitu podstielky (Godden a kol., 2008; Leso a kol., 2018). V prípade používania organickej podstielky sa zvyšuje riziko mastitídy u kráv. Naopak, anorganické materiály nepodporujú rast patogénnych baktérií a preto je riziko zápalu vemena nižšie (Leso a kol., 2020; Oliveira a kol., 2019). Ako už bolo spomenuté, zvyšujúce sa náklady v chove dojníc a zodpovednosť farmárov za znižovanie negatívnych dopadov na životné prostredie prinútili manažment fariem hľadať alternatívne zdroje podstielky. Manažment mliečnych fariem preto prechádza rôznymi zmenami z praktických či ekonomických dôvodov s cieľom zachovania kvality a bezpečnosti potravín (Gagnon a kol., 2020). Napríklad, slama hybridu pšenice Tritikale sa nedávno začala používať ako podstielkový materiál (Ferreira a kol., 2020). Brazílski farmári použili napríklad materiály, ako sú škrupiny arašidov, kávové škrupiny a ryžová slama, podľa ich dostupnosti v ich jednotlivých regiónoch. Okrem toho, používanie pšeničných šupiek zaznamenalo v poslednom období rastúcu popularitu, ale stále je dôležité úplne pochopiť vlastnosti týkajúce sa ich použitia a manipulácie ako podstielkového materiálu (Agnew a Leonard, 2003). Prehľad ďalších alternatívnych zdrojov ako aj konvenčných zdrojov podstielky pre dojnice je zhrnutý v Tabuľke 1.

**Tabuľka 1:** Alternatívne a konvenčne zdroje podstielkového materiálu pre dojnice

Materiál	Klasifikácia zdroja	Literatúra
piliny	konvenčný	Reich a kol., 2010
konopná slama	alternatívny	Arango a kol., 2023
Pšeničná slama	konvenčný	Kheravii a kol., 2017
Drevná štiepka	konvenčný	Van Dooren a kol., 2018
ozdobnica čínska - slama	alternatívny	Weyenberg a kol., 2015
ľanová slama	alternatívny	Dufourni a kol., 2018

Jedným zo súčasných trendov v materiáloch vhodných na podieľanie dojníc je recyklovaná sušina hnoja (RSH). Tento koncept bol prvýkrát popísaný v 70. rokoch minulého storočia v USA. Opis úpravy bol spočiatku náročný, ale metodický postup oddeľovania pevných a tekutých frakcií hnoja sa postupom času zlepšoval. Vzhľadom na rastúci počet fariem zameraných na chov dojníc, nadprodukcii hnoja a zvyšujúce sa vstupné náklady spôsobili, že metóda recyklácie hnoja naberá na popularite. Ako sme uviedli, súčasná doba priniesla zvýšenie nákladov na prevádzku fariem a šetrenie primárnych zdrojov ako slama, piliny a iné je veľmi dôležité. Metóda RSH by preto mohla ušetriť financie v manažmente podstielky, čo by sa dalo využiť aj v iných segmentoch poľnohospodárstva (Timms, 2008a, Feiken a van Laarhoven, 2012; Bradley a kol., 2014). Začali sa však objavovať obavy z vysokej bakteriálnej záťaže, ktorá môže nastať pri nedostatočnom vyzretí vstupného materiálu (Menear a Smith, 1973). Preto sa postupne realizovali ďalšie medzikroky tepelného spracovania, ktoré dokázali znížiť počet patogénnych mikroorganizmov a tým aj riziko nadmernej bakteriálnej záťaže. Zaviedli sa rôzne kombinácie separácie, kompostovania či aeróbnej digescie, ktoré pomáhajú využívať RSH počas celého roka, v rôznych regiónoch sveta. RSH je zároveň dostatočne stabilný pri priamom vplyve exogénnych faktorov (Carrol a Jasper, 1978, Timms 2008b). V oblasti využívania RSH sú súčasné právne predpisy mnohých krajín sveta odlišné. Zatiaľ čo niektoré z nich implementovali používanie RSH do bežnej praxe, iné politické authority očakávajú masívnejší výskum v tejto oblasti. Z vyššie uvedených dôvodov sa technologické spoločnosti v

oblasti poľnohospodárstva intenzívne zaoberajú vývojom vysokovýkonných strojov na oddeľovanie kalov od živočíšneho hnoja a tak vyrábajú produkt z pevných častíc s obsahom sušiny viac ako 30 % (Zähner a kol., 2009).

Na Slovensku je v tejto oblasti len obmedzené množstvo dôkazov a preto bolo cieľom našej štúdie: vykonať mikrobiologický skrining podstielkového materiálu slamy a RSH používaného na farme (Agroban - Bátka) a kvantifikovať jeho dopad na dojivosť a vlastnosti mlieka.

## **Materiál a metódy**

### ***Dizajn štúdie***

Spoločnosť AgroBan s.r.o. je farma pre hospodárske zvieratá na juhu Slovenskej republiky (Bátka, Rimavská Sobota), ktorá bola zapojená do tejto štúdie. V kotercoch (150 cm x 230 cm) bolo v jednej maštali od 80 do 105 dojníc s celkovým počtom 225 jedincov. Kravy boli kŕmené kŕmnou zmesou pozostávajúcou z kukuričnej siláže, sójového extraktu, repkového šrotu, melasy, pivovarského mláta a minerálnych doplnkov. Naša štúdia trvala od januára 2022 do júla 2023. V období od januára do októbra 2022 farma používala ako podstielku výlučne slamu. V tomto období sa sledoval zdravotný stav dojníc na základe rozborov mlieka (obsah tuku, obsah bielkovín). Od novembra 2023 farmári používali okrem podstielky zo slamy (SL) aj recyklovanú sušinu hnoja (RSH), ako alternatívnu podstielku (pre 50 % dojníc). RSH bola získaná z hygienického separátora. K rozborom mlieka boli pridané mikrobiologické rozbor použitej podstielky. Počas celého procesu štúdie sa samozrejme sledovala aj celková dojivosť.

### ***Odber a spracovanie vzoriek podstielky***

Od novembra 2022 do júla 2023 boli pravidelne štyrikrát mesačne navštevované maštale pre dojnice aby sa odobrali vzorky a pozorovali sa biologické vlastnosti použitej podstielky SL a RSH. Odber vzoriek sa uskutočňoval počas 9 mesiacov, keď boli kravy prítomné alebo neprítomné v kotercoch. Na analýzu prítomnosti mikroorganizmov v SL a RSH bolo vyšetrených viac ako dvetisíc vzoriek. Vo všeobecnosti sa tri vzorky SL na podlahe 10 kotercoch odobrali do sterilnej Petriho misky a zlúčili sa do jednej vzorky na mikrobiologické analýzy. Podobne sa odobrali tri vzorky RSH pochádzajúce z hygienického separátora a použili sa na mikrobiologickú kvantifikáciu. Reprezentatívne vzorky pozostávali z približne 100 g materiálu SL a rovnakého množstva podstielky RSH. Vzorky z maštali boli odobraté tesne pred pridaním novej podstielky. Ihneď po odbere boli vzorky ochladené a transportované v chladiči do laboratória, kde boli skladované pri -40 °C až do analýzy.

### ***Mikrobiologická analýza***

Analýzy zamerané na mikrobiologické hodnotenie vzoriek boli realizované v laboratóriu Ústavu aplikovanej biológie Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Získané údaje boli doplnené analýzami, ktoré vykonal Štátny veterinárny a potravinový ústav v Dolnom Kubíne. Zmrazené vzorky podstielky sa pred analýzou nechali rozmraziť v chladničke. Najprv sa odobralo 50 g zozbieraného materiálu SL a RSH a umiestnili sa do sterilnej Petriho misky. Potom sa k podstielke pridalo 100 ml sterilnej destilovanej vody a nasledovalo horizontálne pretrepávanie počas 30 minút. Následne sa kvapalná časť vzorky odstránila pipetou a uskutočnilo sa sériové 10-násobné riedenie. Zriedené vzorky boli nanosené (200 ul) na Endov agar (ED, BioRad, Francúzsko). Celkové počty kolónií boli stanovené pre každú vzorku po 24 hodinách. Skrining bakteriálnych skupín bol zameraný na *Escherichia coli*, *Enterococcaceae*, *Enterobacteriaceae* (*Salmonella*), *Clostridiaceae*. Kolónie vykazujúce tmavofialovú farbu kultivované na Endovom agare pri 37 °C počas 24 hodín boli identifikované ako *E. coli* a kolónie so žltou-ružovou až červenou farbou boli identifikované ako koliformné. Počty baktérií boli vyjadrené ako jednotky tvoriace kolónie (CFU) na gram vzorky podstielky podľa predchádzajúcej štúdie Goddena a kol. (2008) a Husfeld a kol. (2012).

## **Odber a analýza vzoriek mlieka**

Dojnice boli dojnú pravidelne (trikrát denne) počas celého obdobia od januára 2022 do júla 2023 vyškolenými pracovníkmi. Aby sa predišlo vplyvu stravy na kvalitatívne parametre mlieka, boli kravy kŕmené rovnakou kŕmnom dávkou, ako je uvedené v „Materiál a metódy: „Dizajn štúdie“. Po očistení vemena sa odobralo 150 ml mlieka do sterilnej fľaše a potom sa cez noc uskladnilo pri 4 °C. Vzorky mlieka boli odobraté od 225 dojníc. V jednotlivých vzorkách mlieka boli merané základné kvalitatívne parametre mlieka – tuk a bielkoviny, prístrojom MILKOSCAN pomocou infračervenej absorpčnej spektroskopie.

## **Štatistická analýza**

Štatistická analýza sa uskutočnila pomocou štatistického softvéru GraphPad Prism 6.01 (GraphPad Software Incorporated, San Diego California, USA). Najprv sa hodnotili deskriptívne charakteristiky (minimum, maximum, priemer a štandardná chyba priemeru atď.). Na preskúmanie rozdielov medzi počtom baktérií prítomných vo vzorkách podstielky SL a vzorkách RSH sa použila jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a Dunnettove viacnásobné porovnávacie testy. P-hodnota <0,05 sa považovala za významnú.

## **Výsledky**

### **Mikrobiologický skrining podstielky SL a RSH**

Rozhodujúcim aspektom pri charakterizácii materiálov podstielky je mikrobiologická bezpečnosť. Získané výsledky naznačujú, že priemerný celkový počet *Escherichia coli*, *Enterococcaceae*, *Enterobacteriaceae* – *Salmonella*, *Clostridiaceae* vo vzorkách vzoriek slameného podstielkového materiálu sa od októbra 2022 do júla 2023 pohyboval od <10 do 340 000 CFU/g.

### **SL podstielka**

Prítomnosť *Salmonella* bola potvrdená vo februári 2023 (do 10 CFU/g (*Salmonella enterica ser typhimurium*) v podstielke zo slamy. Táto pozitívna vzorka odobratá počas zimy naznačuje, že kontaminácia mohla byť spôsobená prostredníctvom hlodavcami počas skladovania slamy. V ostatných mesiacoch sa žiadne baktérie z rodu *Samonella* nepotvrdili. Vo všetkých odobratých vzorkách bola 9-krát potvrdená prítomnosť kolónií *E. coli* v rozsahu od 4 300 CFU/g do 330 000 CFU/g. Korelácia kvalitatívneho vzhladu pozorovaných kolónií s ročným obdobím sa nepotvrdila. Podobný trend bol pozorovaný pri skriningu *Enterococcaceae*, kde počty kolónií kolísali medzi 2100 CFU/g a 300 000 CFU/g. Prítomnosť *Clostridiaceae* (<10 CFU/g) bola potvrdená trikrát z deviatich vyšetrení, čo sa považuje za negatívny výsledok. *Clostridiaceae* sa však potvrdilo od 1700 CFU/g do 311636 CFU/g v 6 vzorkách počas obdobia odberu vzoriek.

### **RSH podstielka**

V tomto prípade sa výskyt baktérií rodu *Salmonella* potvrdil v marci a apríli 2023, konkrétne *Salmonella infantis*. Zvyšné vzorky z 9-mesačného odberu boli negatívne. Zvýšený výskyt *E. coli* bol zistený v júni 2023 (65 000 CFU/g) a v júli 2023 (1300 CFU/g). Vo zvyšných vzorkách bol celkový počet kolónií <10 CFU/g. Podobne vyššia prítomnosť *Enterococcaceae* bola pozorovaná v júni 2023 (78 000 CFU/g), zatiaľ čo v zostávajúcich mesiacoch boli kolónie detegované pri <10 CFU/g. Všetky hodnotné RSH vzorky boli negatívne na prítomnosť *Clostridiaceae* pri <10 CFU/g. Implementácia hygienického separátora do každodennej praxe môžeme považovať za užitočnú. Clostridiové infekcie sa v chove vyskytujú pravidelne, čo je nutné riešiť pravidelnou vakcináciou stáda čo zťažuje chov zo zdravotného aj ekonomického hľadiska. Vo všeobecnosti aplikácia tepelného spracovania cez hygienický separátor viedla k významnému ( $P > 0,0001$ ) zníženiu celkového počtu všetkých

sledovaných mikroorganizmov počas celého obdobia experimentu. Tabuľky 2A a tabuľka 2B sumarizujú množstvo niektorých typov mikroorganizmov v SL podstielke a RSH podstielke.

**Tabuľka 2A:** Prehľad zastúpenia jednotlivých druhov baktérii v SL materiály.

Mikroorganizmy (CFU/g)	Slamený materiál								
	11/22	12/22	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23
<i>Escherichia coli</i>	20236	12909	100000	80000	4300	130000	1600	330000	340000
<i>Enterococcaceae</i>	2103	21272	300000	130000	6300	150000	28000	24000	56000
<i>Enterobacteriaceae - Salmonella</i>	neg	neg	neg	poz	neg	neg	neg	neg	neg
<i>Clostridiaceae</i>	311636	<10	7000	21000	4200	4500	1700	<10	<10

neg - negatívne, poz - pozitívne \*\*\*\* - štatisticky preukazný pokles celkového počtu baktérii ( $P < 0.0001$ )

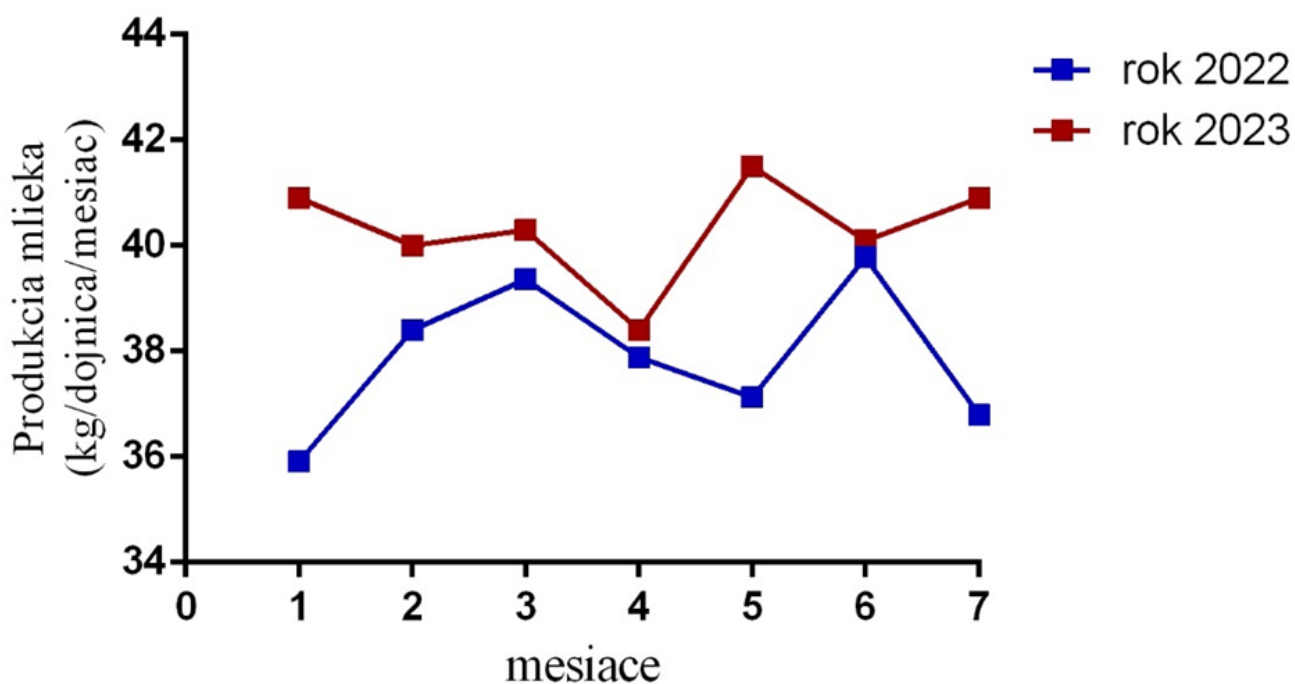
**Tabuľka 2B:** Prehľad zastúpenia jednotlivých druhov baktérii v RSH materiály.

Mikroorganizmy (CFU/g)	RSH materiál								
	11/2022 ****	12/2022 ****	01/2023 ****	02/2023 ****	03/2023 ****	04/2023 ****	05/2023 ****	06/2023 ****	07/2023 ****
<i>Escherichia coli</i>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	65000	1300
<i>Enterococcaceae</i>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	78000	<10
<i>Enterobacteriaceae - Salmonella</i>	neg	neg	neg	neg	poz	poz	neg	neg	neg
<i>Clostridiaceae</i>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

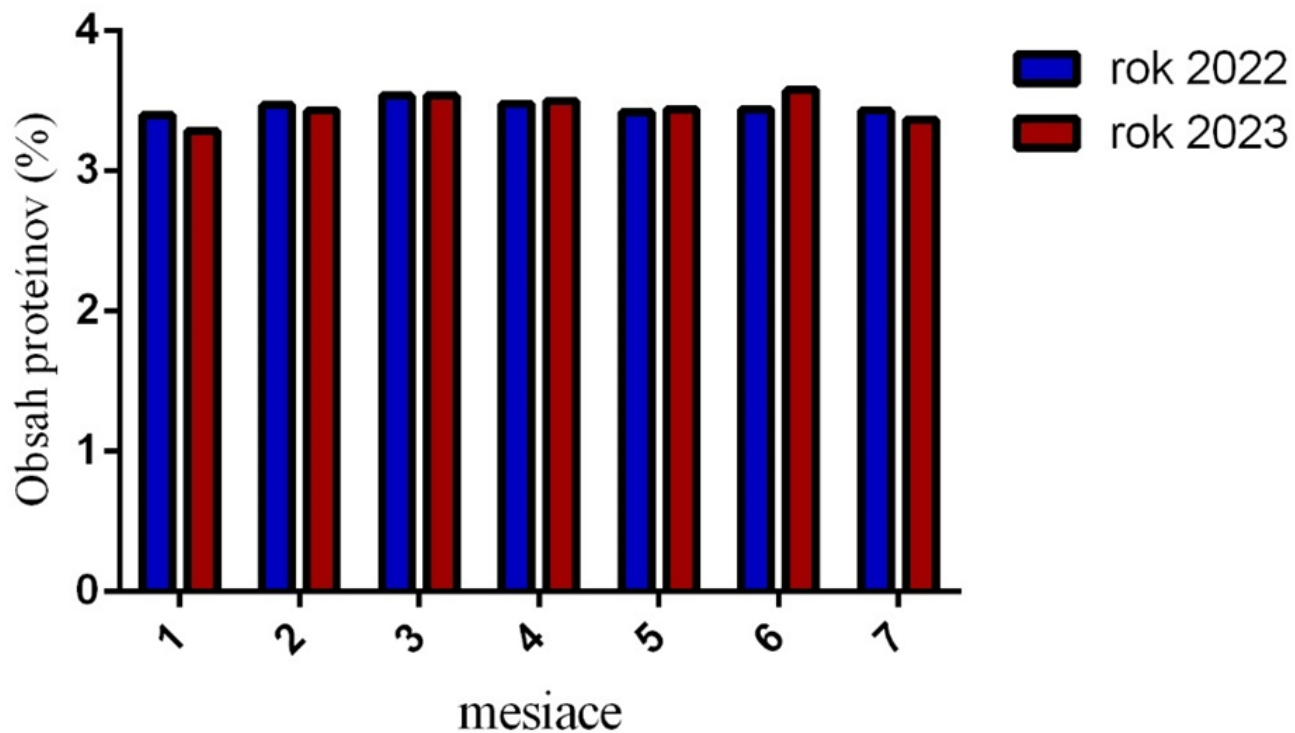
neg - negatívne, poz - pozitívne \*\*\*\* - štatisticky preukazný pokles celkového počtu baktérii ( $P < 0.0001$ )

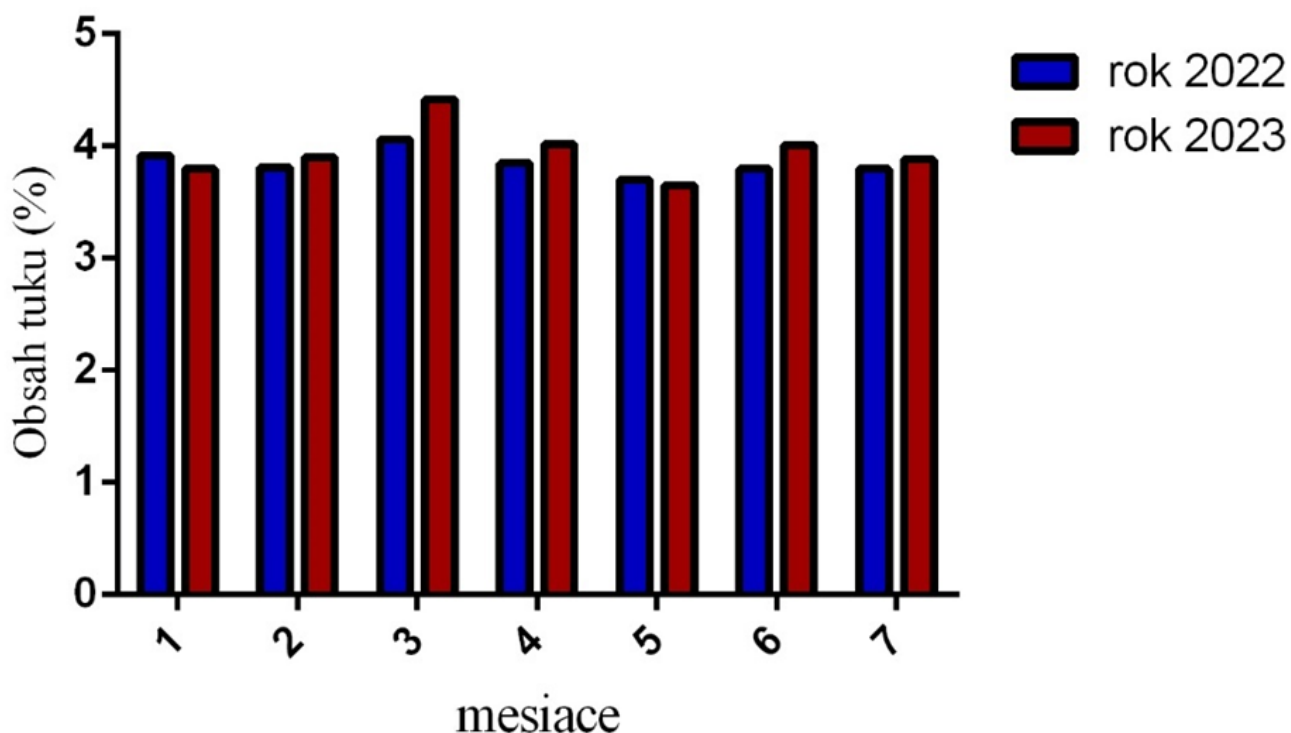
### Dojivosť a vlastnosti mlieka

Ako je znázornené v Grafe č. 1. produkcia mlieka počas prvých 7 mesiacov roku 2022 kolísala od 35,91 kg/dojnica/mesiac v januári do 39,78 kg/dojnica/mesiac v júni. Naopak, úroveň produkcie mlieka kolísala od 38,4 kg/dojnica/mesiac v apríli po 41,5 kg/dojnica/mesiac v priebehu roka 2023. Z porovnania rokov 2022 a 2023 vyplýva, že vyššia produkcia mlieka bola zaznamenaná v roku 2023, s priemerným prírastkom 2,40 kg/dojnica/mesiac. To naznačuje, že používanie podstielky RSH v roku 2023 nemalo negatívny vplyv na produkciu mlieka u dojného dobytku. Čo sa týka vybraných parametrov mlieka (obsah tuku a bielkovín), boli pozorované nasledovné zmeny. Percentuálne zastúpenie obsahu bielkovín vo vzorkách mlieka nevykazovalo za sledované obdobie významné rozdiely, pričom si udržalo priemernú hodnotu 3,45 %. Z hľadiska kvantifikácie percentuálneho obsahu tuku v rovnakých vzorkách bola úroveň 3,84 % (v roku 2022), v roku 2023 sa zvýšila na 3,95 %. Priemerný medziročný rozdiel bol v obsahu tuku 0,11 %. Výsledky sú zhrnuté na obrázkoch 2A a 2B



**Graf č.1:** Porovnanie priemerného množstva nadojeného mlieka v sledovanom období rokov 2022 a 2023





2B

**Graf č. 2A a 2B:** Charakteristika mlieka – percentuálny obsah proteínov a tuku v mlieku za sledované obdobie rokov 2022 a 2023

## Diskusia

Mliečni chovatelia hľadajú nové a prakticky využiteľné metódy na efektívne nakladanie s odpadmi hovädzieho dobytku, aby sa minimalizovali negatívne dopady na životné prostredie a aby sa ušetrili finančné zdroje (Bacchetti a kol., 2016). Transformácia použitej podstielky prostredníctvom hygienického separátora na následné použitie v novej podstielke pre kravy (RSH) je alternatívnou metódou recyklácie, ktorá spĺňa tieto požiadavky (Robles a kol., 2020). Naša štúdia sa zamerala na určenie výskytu patogénnych mikroorganizmov v RSH a sledovanie ich vplyvu na kvalitu mlieka a produkciu mlieka. Výsledky bakteriálneho profilovania poukazujú na vysoko efektívnu implementáciu hygienického separátora na AgroBan s.r.o. farma. V prípade sledovaných mikroorganizmov (*Escherichia coli*, *Enterococcaceae*, *Salmonella*, a *Clostridiaceae*) sa po tepelnej úprave v hygienickom separátore preukázalo výrazne ( $P > 0,0001$ ) zníženie počtu kolónií týchto patogénov ( $< 10$ ) v porovnaní so vstupným materiálom – použitá slamená podstielka. Za celé sledované obdobie boli zistené len dva prípady výskytu *Salmonella infantis*. Zehner a kol. (1986) sledovali výskyt rôznych typov patogénnych mikroorganizmov (*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *pneumoniae*, *Streptococcus uberis*) v rôznych sterilizovaných typoch podstielky (štiepky z tvrdého dreva, piliny, slama a RMS). Výsledky ukázali, že najvyššia úroveň výskytu patogénov bola zistená v RSH, nasledovala slama a štiepky z tvrdého dreva. V tejto súvislosti je nevyhnutné zdôrazniť neustály pokrok v technológii sterilizácie v priebehu času, čo naznačuje, že súčasná hygienická separácia by mohla byť preukázateľne efektívnejšia. Tento trend potvrdila štúdia Leacha a kol., 2015. Naše výsledky sú v súlade s tvrdením ich štúdie, kedy boli zaznamenané nižšie počty baktérií v RSH, najmä *Klebsiella spp.* a gramnegatívne baktérie v porovnaní so slamenou podstielkou. Rozdiely sa však nezistili v porovnaní RSH, recyklovaného piesku a hoblín (Godden a kol., 2008). Potenciál RSH

ako podstielky hodnotil aj Okamoto a kol. (2017), ktorý naznačuje, že hygienická úprava hnojovice kráv by mohla eliminovať prítomnosť patogénnych mikroorganizmov, ako sú *Escherichia coli*, streptokoky, enterokoky a iné koliformné baktérie. Vzájomným porovnaním týchto materiálov sa zistilo, že úroveň sledovaných mikroorganizmov sa znížila v priemere o 15,86 % (enterokoky) až 25,15 % (koliformné baktérie). Niekoľko ďalších výskumníkov preukázalo, že výskyt kolónií bakteriálnych patogénov sa medzi jednotlivými typmi podstielky výrazne líši (Zdanowicz a kol., 2004, Godden a kol., 2008, Bradly a kol., 2018). Rôznorodé výsledky týchto štúdií môžu byť spôsobené rozdielnym spôsobom separácie kravského hnoja určeného na podstielku. Ako uvádzajú vo svojich štúdiách Jorgensen a Jensen (2009), rôzne typy separačných systémov významne ovplyvňujú variácie v chemických, biologických a biochemických vlastnostiach RSH. Napriek viacerým štúdiám sú relevantné dôkazy o používaní RSH nejednoznačné a preto neexistujú v súčasnosti jednoznačné závery o bezpečnom používaní RSH ako podstielky pre dojnice. Ako sme už spomenuli, pre použitie kravského hnoja ako podstielky je nevyhnutný správny hygienický proces separácie, aby sa minimalizovalo riziko mastitídy, zabránilo sa zníženiu dojivosti a zachovala sa kvalita mlieka. Výsledky našich analýz ukázali, že používanie RSH významne neovplyvnilo produkciu mlieka na farme. Vďaka dostatočnej hygienickej separácii sa v priebehu roka 2023 preukázala vyrovnaná úroveň produkcie mlieka. Okrem toho neboli ovplyvnené nutričné parametre mlieka, ako je obsah tuku a bielkovín, čo je v súlade so štúdiou Schwarz a kol. (2010 a 2011), ktorí sledovali používanie RSH vo vzťahu ku kvalite mlieka. Dosiagnuté výsledky nepreukázali významný vplyv RSH na objem dojivosti ani kvalitatívne parametre. Podobné závery uvádzajú aj Husfeldt a Enders (2012). Táto štúdia sledovala využitie rôznych technologických postupov prípravy RSH na 34 mliečnych farmách počas 12 mesiacov. Vo vzťahu k úrovni produkcie mlieka neboli zaznamenané žiadne významné rozdiely v porovnaní s farmami, kde sa RSH nepoužíval. Hodnota produkcie kolísala od 34 kg/dojnica/deň do 45,5 kg/dojnica/deň. Autori zároveň zdôraznili, že produkciu mlieka môže ovplyvňovať viacero faktorov a jej používanie ako jediného parametra na hodnotenie welfare u dojníc sa neodporúča.

## Záver

Výsledky našej štúdie naznačujú, že kontrolovaná hygienická separácia vstupného kravského hnoja by mohla účinne eliminovať prítomnosť patogénnych mikroorganizmov. Okrem toho použitie RSH ako podstielky nemalo negatívny vplyv na produkčné a kvalitatívne parametre kravského mlieka. Znamená to, že aplikácia a používanie RSH by mohlo viesť k zníženiu nákladov na primárne zdroje ako seno alebo slama bez negatívneho vplyvu na pohodu a zdravie zvierat.

**Podakovanie:** Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Tvorba nukleových stád dojníc s požiadavkou na vysoký zdravotný status cestou využitia genomickej selekcie, inovatívnych biotechnologických metód a optimálneho manažmentu chovu, NUKLEUS 313011V387, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Použitá literatúra

- Agnew, J. M., & Leonard, J. J. (2003). The physical properties of compost. *Compost Science & Utilization*, 11(3), 238-264. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2003.10702132>
- Arango, S., Greco, R., Guzzo, N., Raffrenato, E., Montanari, M., & Bailoni, L. (2023). Physical Characterization of Ten Hemp Varieties to Use as Animal Bedding Material. *Animals*, 13(2), 284. <https://doi.org/10.3390/ani13020284>
- Bacenetti, J., Sala, C., Fusi, A., & Fiala, M. (2016). Agricultural anaerobic digestion plants: What LCA studies pointed out and what can be done to make them more environmentally sustainable. *Applied energy*, 179, 669-686. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.029>
- Bradley, A. J., Leach, K. A., Archer, S. C., Breen, J. E., Green, M. J., Ohnstad, I., & Tuer, S. (2014).

Scoping study on the potential risks (and benefits) of using recycled manure solids as bedding for dairy cattle. *Quality Milk Management Services Ltd.: Wells, UK.*

Bradley, A. J., Leach, K. A., Green, M. J., Gibbons, J., Ohnstad, I. C., Black, D. H., ... & Breen, J. E. (2018). The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk—A cross sectional study of UK farms. *International Journal of Food Microbiology*, 269, 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.022>

Carroll, E. J., & Jasper, D. E. (1978). Distribution of Enterobacteriaceae in recycled manure bedding on California dairies. *Journal of Dairy Science*, 61(10), 1498-1508. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83754-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83754-0)

Dufourni, A., Decloedt, A., De Clercq, D., Lefère, L., van Loon, G., & Deprez, P. (2018). The risk of flax versus straw bedding on ileal impaction in colic horses: Retrospective analysis of 2336 cases (2008-2017). *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 87(5), 255-262.

Feiken, M., & Van Laarhoven, W. (2012). Verslag van een praktijkonderzoek naar het gebruik van vaste fractie uit gescheiden mest als boxbeddingsmateriaal in ligboxen voor melkvee. Valacon Dairy. Available at <http://www.valacondairy.nl>.

Ferreira Ponciano Ferraz, P., Araújo e Silva Ferraz, G., Leso, L., Klopčič, M., Rossi, G., & Barbari, M. (2020). Evaluation of the physical properties of bedding materials for dairy cattle using fuzzy clustering analysis. *Animals*, 10(2), 351. <https://doi.org/10.3390/ani10020351>.

Fregonesi, J. A., Veira, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2007). Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *Journal of dairy science*, 90(12), 5468-5472. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0494>

Gagnon, M., Hamelin, L., Fréchette, A., Dufour, S., & Roy, D. (2020). Effect of recycled manure solids as bedding on bulk tank milk and implications for cheese microbiological quality. *Journal of dairy science*, 103(1), 128-140. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16812>

Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R., & Rapnicki, P. (2008). Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 151-159. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0415>

Husfeldt, A. W., & Endres, M. I. (2012). Association between stall surface and some animal welfare measurements in freestall dairy herds using recycled manure solids for bedding. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5626-5634. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5075>

Husfeldt, A. W., Endres, M. I., Salfer, J. A., & Janni, K. A. (2012). Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. *Journal of dairy science*, 95(4), 2195-2203. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5105>

Jørgensen, K., & Jensen, L. S. (2009). Chemical and biochemical variation in animal manure solids separated using different commercial separation technologies. *Bioresource Technology*, 100(12), 3088-3096. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.01.065>

Kheravii, S. K., Swick, R. A., Choct, M., & Wu, S. B. (2017). Potential of pelleted wheat straw as an alternative bedding material for broilers. *Poultry science*, 96(6), 1641-1647. <https://doi.org/10.3382/ps/pew473>

Kull, J. A., Ingle, H. D., Black, R. A., Eberhart, N. L., & Krawczel, P. D. (2017). Effects of bedding with recycled sand on lying behaviors, udder hygiene, and preference of lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7379-7389. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12307>

Leach, K. A., Archer, S. C., Breen, J. E., Green, M. J., Ohnstad, I. C., Tuer, S., & Bradley, A. J. (2015). Recycling manure as cow bedding: Potential benefits and risks for UK dairy farms. *The Veterinary Journal*, 206(2), 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.013>

- Leso, L., Barbari, M., Lopes, M. A., Damasceno, F. A., Galama, P., Taraba, J. L., & Kuipers, A. (2020). Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 1072-1099. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16864>
- Leso, L., Conti, L., Rossi, G., & Barbari, M. (2018). Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: A case study in Italy. *Agronomy. Research*. 16: 794-805. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.085>
- Lombard, J. E., Tucker, C. B., Von Keyserlingk, M. A. G., Koprak, C. A., & Weary, D. M. (2010). Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *Journal of dairy science*, 93(10), 4668-4676. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3225>
- Menear, J. R., & Smith, L. W. (1973). Dairy cattle manure liquid: Solid separation with a screw press. *Journal of Animal Science*, 36(4), 788-791. <https://doi.org/10.2527/jas1973.364788x>
- Okamoto, E., Miyanishi, H., Nakamura, A., Kobayashi, T., Kobayashi, N., Terawaki, Y., & Nagahata, H. (2018). Bacteriological evaluation of composted manure solids prepared from anaerobic digested slurry for hygienic recycled bedding materials for dairy cows. *Animal Science Journal*, 89(4), 727-732. <https://doi.org/10.1111/asj.12962>
- Oliveira, V. C., Damasceno, F. A., Oliveira, C. E. A., Ferraz, P. F. P., Ferraz, G. A. S., & Saraz, J. A. O. (2019). Compost-bedded pack barns in the state of Minas Gerais: architectural and technological characterization. *Agronomy Research*, 17(5), 2019-2028. <https://doi.org/10.15159/ar.19.179>
- Reich, L. J., Weary, D. M., Veira, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2010). Effects of sawdust bedding dry matter on lying behavior of dairy cows: A dose-dependent response. *Journal of dairy science*, 93(4), 1561-1565. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2713>
- Robles, I., Kelton, D. F., Barkema, H. W., Keefe, G. P., Roy, J. P., Von Keyserlingk, M. A. G., & DeVries, T. J. (2020). Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. *Animal*, 14(5), 1052-1066. <https://doi.org/10.1017/S1751731119002787>
- Shwarz, M., Bonhotal, J., & Staehr, A. E. (2011). How frequently should stalls be refreshed with new bedding? In *Progressive Dairyman*, (1), 57-58.
- Schwarz, M., Bonhotal, J., & Staehr, A. E. (2010). Use of Dried Manure Solids as Bedding for Dairy Cows. 9 pp.
- Singh, A. K., Kumari, T., Rajput, M. S., Baishya, A., Bhatt, N., & Roy, S. (2020). A review: Effect of bedding material on production, reproduction and health and behavior of dairy animals. *Int. J. Livest. Res*, 10(7), 11-20. <http://dx.doi.org/10.5455/ijlr.20200207073618>
- Timms, L. L. (2008). Characteristics and use of separated manure solids (following composting) for dairy freestall bedding, and effects on animal health and performance in an Iowa dairy herd. *Iowa State University Animal Industry Report*, 5(1). [https://doi.org/10.31274/ans\\_air-180814-800](https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-800)
- Timms, L. L. (2008). Preliminary evaluation of separated manure solids characteristics at the new ISU dairy. *Iowa State University Animal Industry Report*, 5(1). [https://doi.org/10.31274/ans\\_air-180814-27](https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-27)
- Tucker, C. B., & Weary, D. M. (2004). Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort?. *Journal of dairy science*, 87(9), 2889-2895. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73419-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73419-0)
- Tucker, C. B., Weary, D. M., Von Keyserlingk, M. A. G., & Beauchemin, K. A. (2009). Cow comfort in tie-stalls: Increased depth of shavings or straw bedding increases lying time. *Journal of dairy science*, 92(6), 2684-2690. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1926>
- Van Dooren, H. J., Sanderink, F., Hol, A., & Galama, P. (2018). Gaseous emissions of bedded pack barns with wood chips and compost as bedding material. In *Air Quality and Livestock Farming* (pp.

63-75). CRC Press. 412 pp. ISBN 9781138027039.

Van Gastelen, S., Westerlaan, B., Houwers, D. J., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2011). A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of dairy science*, 94(10), 4878-4888. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4019>

Van Weyenberg, S., Ulens, T., De Reu, K., Zwertvaegher, I., Demeyer, P., & Pluym, L. (2015). Feasibility of Miscanthus as alternative bedding for dairy cows. *Veterinární medicína*, 60(3). <https://doi.org/10.17221/8058-VETMED>

Vogt, M. A., Geiger, L. M. J., Härtel, T., Follert, P., Palme, R., & Chourbaji, S. (2021). Evaluation of Potential Sustainable Bedding Substrates Focusing on Preference, Behavior, and Stress Physiology in Rats—A Pilot Study. *Animals*, 11(5), 1375. <https://doi.org/10.3390/ani11051375>

Zähner, M., Schmidtko, J., Schrade, S., Schaeren, W., & Otten, S. (2009). Alternative einstreumaterialien in liegeboxe. In *Bautagung Rauberg - Gumpenstein*, 33-38. ISBN 978-3-902559-30-2.

Zdanowicz, M., Shelford, J. A., Tucker, C. B., Weary, D. M., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2004). Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of dairy science*, 87(6), 1694-1701. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73322-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73322-6)

Zehner, M. M., Farnsworth, R. J., Appleman, R. D., Larntz, K., & Springer, J. A. (1986). Growth of environmental mastitis pathogens in various bedding materials. *Journal of dairy science*, 69(7), 1932-1941. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80620-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80620-8)