

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

**ZBORNİK PREDAVANJA XLV SEMINARA
ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA**

Beograd, 2024.

XLV SEMINAR ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA

Beograd, 23.02.2024.

Organizator:

Fakultet veterinarske medicine
Univerzitet u Beogradu

Organizacioni odbor:

Počasní predsednik: Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

Predsednik: Prof. dr Danijela Kirovski

Članovi: prof. dr Slobodanka Vakanjac, prof. dr Milan Maletić, prof. dr Slađan Nešić,
doc. dr Ljubomir Jovanović, doc. dr Branislav Vejnović, Maja Gabrić, teh. sekretar

Programski odbor:

Predsednik: Prof. dr Jakov Nišavić

Članovi: prof. dr Ivan B Jovanović, prof. dr Nedeljko Karabasil, prof. dr Sanja Aleksić Kovačević,
prof. dr Dragan Šefer, prof. dr Sonja Radojičić, prof. dr Radiša Prodanović, prof. dr Miloš Vučićević



Izdavač:

Fakultet veterinarske medicine, Beograd
Centar za izdavačku delatnost i promet učila



Za izdavača:

Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

Urednik:

Prof. dr Dragan Gvozdić

Lektura i korektura:

Prof. dr Ivan B. Jovanović

Prof. dr Jakov Nišavić

Prof. dr Dragan Gvozdić

Dizajn korica:

Prof. dr Ivan B. Jovanović

Grafička obrada:

Gordana Lazarević

Štampa:

Naučna KMD, Beograd, 2024.

Tiraž: 450 primeraka

ISBN 978-86-80446-68-4

SADRŽAJ

SAOPŠTENJE UPRAVE ZA VETERINU

- ◆ **Bošković Tamara, Ostojić Saša, Andrijašević Maja:**
Unapređenje sistema zdravlja životinja i bezbednosti hrane –
uloga Uprave za veterinu i

PLENARNA PREDAVANJA

- ◆ **Slijepčević Predrag:**
Kognitivne sposobnosti životinja: potencijal za
inovacije u veterinarskoj medicini 3
- ◆ **Trailović M. Saša, Milovanović Mirjana, Marjanović S. Đorđe,
Medić Dragana, Marinković Darko, Aničić Milan, Stojković Maja:**
Prezentacija projekta programa PRIZMA 2023
Fonda za nauku Republike Srbije:
Proučavanje ciljnih mesta delovanja antihelmintika u
neuromuskularnom sistemu parazitskih nematoda u cilju
poboljšanja farmakoterapije i razvoja novih lekova 15
- ◆ **Grdović Svetlana, Perić Dejan, Marković Radmila, Šefer Dragan:**
Ukrasne kućne biljke, moguća opasnost za kućne ljubimce 21
- ◆ **Lužajić Božinovski Tijana, Nikolić Anja, Milošević Ivan,
Prokić Bogomir Bolka, Mišković Stanković Vesna, Marković Danica:**
Hidrogelni zavoji u tretmanima rana sa odloženim zarastanjem:
prednosti, karakteristike materijala, evaluacija, aktuelni trendovi 37
- ◆ **Ilić Tamara, Aleksić Nevenka, Bogunović Danica, Rajković Milan,
Stepanović Predrag, Jovanović M. Nemanja:**
Urinarne parazitoze mesojeda – dijagnostički pristup i
značaj za veterinarsku praksu 55
- ◆ **Nedeljković-Trailović Jelena, Jovanović Dragoljub, Petrujkić Branko:**
Pojava dioksina, furana i polihlorovanih bifenila u hrani za životinje
kao posledica narušenih ekoloških principa 69
- ◆ **Aksentijević Ksenija, Marković Maja:**
Akvarijumske ribe pacijenti male prakse – osnovna oprema i veštine 83
- ◆ **Radojičić Sonja i Stević Nataša:**
Uticaj klimatskih promena na epizootičke determinante,
pojavu i širenje zaraznih bolesti 99

RADIONICE

- ◆ **Jovanović Ljubomir, Bošnjaković Dušan, Stojković Milica, Dražić Slavica, Vujanac Ivan, Prodanović Radiša, Arsić Sveta, Nedić Sreten, Kirovski Danijela:**
Procena održivosti i ekološke prihvatljivosti govedarske proizvodnje sa posebnim osvrtom na emisiju metana – metodološki pristup 109
- ◆ **Vujanac Ivan, Prodanović Radiša, Nedić Sreten, Arsić Sveta, Mitrović Aleksandra, Bojkovski Jovan, Simić Aleksandar, Jovanović Ljubomir, Bošnjaković Dušan, Kirovski Danijela:**
Hromost – zdravstveni i ekonomski problem na farmama visokomlečnih krava 119
- ◆ **Đorđević Jasna, Ledina Tijana, Grković Nevena, Vičić Ivan:**
Procena rizika i komunikacija rizikom u lancu hrane 127
- ◆ **Radalj Andrea, Milić Nenad, Krnjić Dejan, Prošić Isidora, Ilić Milica, Nikšić Aleksandar, Nišavić Jakov:**
Primena molekularnih metoda u dijagnostici infekcija izazvanih adenovirusima pasa 133
- ◆ **Vakanjac Slobodanka, Maletić Milan, Magaš Vladimir, Nedić Svetlana:**
Analiza parametara pokretljivosti i kinetike spermatozoida između rasa nerastova 141
- ◆ **Stepanović Predrag, Lazarević Macanović Mirjana, Karić Lazar, Tojić Aleksa, Krstić Nikola:**
Torakalna radiografija i ehokardiografija pasa sa kardiorespiratornim i digestivnim poremećajima 149
- ◆ **Vejnović Branislav, Janjić Jelena, Đurić Spomenka, Vujanac Tihana, Nedić Drago, Mirilović Milorad**
Statistička analiza laboratorijskih rezultata i njihova prezentacija na interaktivnoj tabli 161
- ◆ **Trailović Saša, Milovanović Mirjana, Ivanović Saša, Marjanović Đorđe, Medić Dragana:**
Novine u veterinarskoj farmakoterapiji, propisivanje lekova na recept i stručno usavršavanje iz farmakologije i toksikologije 171
- INDEKS AUTORA 179
- SPONZORI 181

PROCENA ODRŽIVOSTI I EKOLOŠKE PRIHVATLJIVOSTI GOVEDARSKE PROIZVODNJE SA POSEBNIM OSVRTOM NA EMISIJU METANA – METODOLOŠKI PRISTUP

Ljubomir Jovanović, Dušan Bošnjaković, Milica Stojković,
Slavica Dražić, Ivan Vujanac, Radiša Prodanović,
Sveta Arsić, Sreten Nedić, Danijela Kirovski*

Govedarska proizvodnja je značajan izvor gasova sa efektom staklene bašte, prevashodno metana, s obzirom da preko 20 % ukupne globalne emisije ovog gasa potiče iz govedarske proizvodnje. U proceni mogućnosti za smanjenje emisije metana sa farmi mora se uzeti u obzir i proizvodnja. Zato se emisija metana najčešće izražava po jedinici proizvoda, odnosno kilogramu dobijenog mesa ili mleka. Preporučljivo je da se u obzir uzme i nutritivna vrednost proizvoda i tada se emisija metana izražava po kilogramu otkoštenog mesa ili kilogramu mleka korigovanog na standardan sadržaj masti i proteina u mleku (3,5% i 3,02%, pojedinačno). Metodološki, procena emisije metana od strane individualne životinje povezana je sa razvojem osetljivih, specifičnih i pouzdanih metoda. Budući da najveći deo emisije metana na govedarskim farmama čini enterički metan, razvoj metodologije je napredovao u pravcu njegove detekcije i kvantifikacije u izdahnutom ili podignutom vazduhu. Na enteričku emisiju metana utiče veliki broj faktora kao što su ishrana, genetika, zdravstveno stanje, menadžment farme, što sugeriše da je strategije za smanjenje emisije metana neophodno prilagoditi uslovima koji su karakteristični za određenu farmu. Za veterinare praktičare je neophodno poznavanje ovih faktora i primena metoda za njihovu manipulaciju i korekciju u cilju uspostavljanja održive i ekološki prihvatljive govedarske proizvodnje.

Ključne reči: enterički metan, klimatske promene, laserski detektor metana, održiva govedarska proizvodnja

* Ljubomir Jovanović, Dušan Bošnjaković, Slavica Dražić, Danijela Kirovski, Univerzitet u Beogradu – Fakultet veterinarske medicine, Katedra za fiziologiju i biohemiju, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Srbija; Ivan Vujanac, Radiša Prodanović, Sveta Arsić, Sreten Nedić, Univerzitet u Beogradu – Fakultet veterinarske medicine, Katedra za bolesti papkara, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Srbija

UVOD

Savremena govedarska proizvodnja se nalazi pred velikim izazovom da se, sa jedne strane poveća efikasnost i obim proizvodnje, a sa druge strane reši problem zagađenja sa govedarskih farmi. Naime, proizvodnja mleka i mesa, kao izvora visoko vrednih proteina za dramatično rastuću populaciju ljudi, praćena je emisijom gasova sa efektom staklene bašte (engl. Greenhouse Gases – GHG), prevashodno metana, sa farmi krava, tako da preko 20 % ukupne globalne emisije metana potiče upravo iz govedarske proizvodnje. Gasovi sa efektom staklene bašte, usled prekomernog nakupljanja u atmosferi, pojačano apsorbuju odbijenu toplotu sa zemljine površine a zatim, vraćaju tu toplotu nazad ka zemlji, izazivaju globalno zagrevanje i dovode do značajnih promena u ekosistemu, ugrožavajući biodiverzitet planete. Metan, u odnosu na ugljen-dioksid koji je najzastupljeniji gas sa efektom staklene bašte, ima 27,9 puta veći potencijal globalnog zagrevanja, što ga svrstava u opasne zagađivače životne sredine. Ovde treba napomenuti da je, u cilju lakšeg poređenja efekata različitih gasova staklene bašte na životnu sredinu, uveden termin ekvivalent CO_2 ($\text{CO}_2\text{-eq}$), koji predstavlja odnos toplote apsorbovane od strane jedinične mase ispitivanog gasa staklene bašte u odnosu na toplotu apsorbovanu od strane jedinične mase CO_2 u toku određenog perioda. Kao ilustraciju ozbiljnosti problema navešćemo najnovije podatke odnosno upozorenja sa poslednje Konferencije Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama (COP28, 2023) i Svetske meteorološke organizacije (VAMO, 2023) koji ukazuju da su globalne temperature za $1,4^\circ\text{C}$ više u odnosu na predindustrijski period. Dakle, 2023. godina je bila najtoplija godina u 174 godine istorije posmatranja, a Zemlja nikada nije bila bliža pragu od $1,5^\circ\text{C}$ povećanja temperature iznad predindustrijskih vrednosti, što može nepovratno oštetiti ekosisteme i biodiverzitet. Kako bi se navedeni izazovi rešili potrebno je angažovanje svih značajnih aktera. Naime, zadatak koji se postavlja naučnicima je da se osmisle i ispituju strategije koje bi istovremeno dovele do povećanja efikasnosti govedarske proizvodnje i smanjenja emisije metana, dok je zadatak veterinaru na terenu i državne uprave da osnaže kapacitete farmera da ovakve strategije primene. Takođe, neophodno je informisati i povezati sve aktere kako bi se pratili efekti korišćenih strategija i vršila njihova adaptacija u uslovima svake pojedinačne farme. Treba pomenuti da je poseban metodološki izazov da se proceni emisija metana pojedinačne životinje, što je povezano sa razvojem osetljivih, specifičnih i pouzdanih metoda. Budući da najveći deo emisije metana na govedarskim farmama čini enterički metan, razvoj metodologije je napredovao u pravcu njegovog otkrivanja i merenja u izdahnutom ili podignutom vazduhu kod goveda. Cilj ovog rada je da ukaže na značaj problema zagađenja sa govedarskih farmi, prikaže faktore povezane sa emisijom metana kao i povezanost stepena proizvodnje sa emisijom metana i na kraju da prikaže savremene metode za procenu emisije metana od strane pojedinačne životinje.

Savremeni izazovi i moguća rešenja za ekološki prihvatljivu govedarsku proizvodnju u svetu

Brojne zemlje u svetu, sa razvijenom stočarskom, a naročito govedarskom proizvodnjom, koncipiraju strategije, čijom primenom će biti postignuto smanjenje emisija metana iz ovog sektora. Pri tome, upadljive su razlike, između pojedinih zemalja, u pristupu razvoju i ciljevima strategija. Prema izveštaju Danskog saveta za klimatske promene (engl. The Danish Council on Climate Change), strateški planovi Kraljevine Danske podrazumevaju uvođenje taksi u vrednosti od 101 € po toni emisije CO₂-eq u govedarskoj proizvodnji, kao meru kojom se teži smanjenju populacije goveda i obima govedarske proizvodnje ili njenom preusmeravanju ka svinjarskoj proizvodnji, koja je praćena manjim oslobađanjem gasova staklene bašte. Međutim, postavlja se pitanje da li su ovakve mere, iako vode smanjenju emisije metana, održive s obzirom na očekivani rast svetske populacije i potreba za biološki vrednom hranom. Zbog toga, postoje pristupi u govedarskoj proizvodnji koji se zasnivaju na subvencioniranom uvođenju suplemenata u cilju smanjenja emisije enteričkog metana i povećanja efikasnosti proizvodnje, čime je moguće izbeći smanjenje populacije goveda i obima proizvodnje. Primer države sa ovakvim pristupom je Novi Zeland, koji će od 2025. godine započeti široku primenu nove strategije. Slično Novom Zelandu, Vlada Kanade je objavila strategiju kojom se predviđa smanjenje emisije metana za 40 do 45% do 2030. godine i zasniva se, između ostalog, na primeni suplemenata na bazi morskih algi u ishrani muznih krava i tovne junadi, za šta je obezbeđen budžet koji premašuje jednu milijardu kanadskih dolara. Takođe, strategija Vlade Republike Irske uključuje primenu suplemenata, kao jedne od mera za smanjenje emisije enteričkog metana u govedarskoj proizvodnji, pored modifikacije ishrane tovne junadi u cilju ranijeg dostizanja klanične mase, povećanja udela organske proizvodnje i sl.

Faktori koji utiču na emisiju metana sa govedarskih farmi

Emisija enteričkog metana kod visokomlečnih krava usko je povezana sa brojnim faktorima, uključujući ishranu, genetsku osnovu jedinke, proizvodne karakteristike, menadžment farme i zdravstveno stanje (Grešáková i sar., 2021). Emisija enteričkog metana zavisi od dnevnog unosa hrane, udela koncentrovanog i kabastog dela obroka, učestalosti obroka. Za veterinare na terenu posebno je značajno napomenuti da bolesne krave proizvode veću količinu metana, naročito ukoliko se njihova proizvodnja izrazi po jedinici (kilogramu ili litri) proizvoda mlecarske industrije (von Soosten i sar., 2020). O odnosu proizvodnje i emisije metana biće reči u sledećem poglavlju. Zapati krava sa visokom zastupljenošću i učestalošću različitih zaraznih bolesti, metaboličkih poremećaja i poremećaja lokomotornog aparata, narušavaju koncept održivog razvoja koji je imperativ u savremenoj govedarskoj proizvodnji (Monstert, 2018). Poznato je da krave sa supkliničkim mastitisom produkuju 2% više GHG-a u poređenju sa zdravim kravama, kao i da se smanjenjem broja somatskih ćelija u mleku sa 800 000 na 50 000 će-

lija/mL postiže i smanjenje emisije GHG-a za 3,7% (Özkan i sar., 2015). Dodatno, rezultati Mostert i sar. (2019) ukazuju da krave sa kliničkim mastitisom proizvode i za 6,2% više GHG-a nego zdrave krave. Ista grupa autora pokazala je da pojavu supkliničke ketoze kod visokomlečnih krava prati povećanje emisije GHG-a i za 2,3% u odnosu na zdrave krave (Mostert i sar. 2018). Pored toga, rezultati brojnih istraživanja koja su do danas sprovedena, ukazuju da različita patološka stanja lokomotornog aparata kod krava mogu povećati emisiju GHG-a. Sve navedeno ukazuje da ukoliko veterinari na terenu postupaju prema principima dobre veterinarske prakse i prevencije bolesti mogu značajno uticati i na zdravlje životinje i na smanjenje emisije metana.

Procena odnosa proizvodnje i ekološke prihvatljivosti govedarske proizvodnje

Kada se procenjuje potencijalna strategija za smanjenje emisije metana sa farmi mora se paralelno pratiti ekološka prihvatljivost ali i uticaj te strategije na proizvodnju i zdravlje životinje, dakle moraju se uzeti u obzir i načela održivosti proizvodnje.

Ugljenični otisak (engl. *Carbon Footprint – CF*) kravljeg mleka predstavlja ukupnu količinu gasova staklene bašte koja se oslobodi u procesu proizvodnje mleka ili u lancu snabdevanja tržišta mlekom, a izražava se u kilogramima ili tona- ma ekvivalenta ugljen-dioksida (CO₂-eq), kao osnovnim jedinicama (FAO, 2010).

Ugljenični otisak se može izraziti i u tzv. *funkcionalnim* jedinicama – kada se ukupna emisija GHG-a prikazuje u odnosu na jedinicu proizvoda, što je u novije vreme kilogram mleka korigovanog na standardan sadržaj lipida od 3,5% i proteina od 3,02% (engl. *Fat- and Protein-Corrected Milk – FPCM*) – CO₂-eq/kg FPCM (Hall, 2023), koji se određuje primenom sledeće formule (Todde i sar., 2018):

kg FPCM = kg mleka × ((0.1226 × % masti) + (0.0776 × % proteina) + 0.2534)

Kao što je navedeno, najveći udeo u ugljeničnom otisku kravljeg mleka ima enterički metan sa 35-70%, zbog čega se opravdano smatra da u tom domenu postoje najveće mogućnosti za smanjenje ugljeničnog otiska kravljeg mleka, i to kroz primenu različitih dodataka hrani koji će ublažiti emisiju enteričkog metana. Prema Međuvladinom panelu za klimatske promene (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) udeo u ugljeničnom otisku kravljeg mleka, pored enteričkog metana, imaju i metan koji se oslobađa iz stajnjaka i oksidi azota. Zbog toga smernice IPCC-a za preračunavanje ukupne emisije GHG-a sa farmi krava uključuju formule za određivanje emisije enteričkog metana, metana poreklom iz stajnjaka i oksida azota poreklom iz stajnjaka. Postoje tri nivoa složenosti ovih formula (*Tier 1, Tier 2 i Tier 3*), pri čemu viši nivoi zahtevaju veći broj ulaznih podataka, ali imaju i veću preciznost (IPCC, 2006). Podaci, kojima trenutno raspolažu proizvođači kravljeg mleka u Republici Srbiji, dovoljni su da zadovolje zah-

teve nivoa 1 (*Tier 1*) IPCC-a, u pogledu ulaznih podataka. Ipak, uvođenjem novih metodologija, poput laserske detekcije metana, moguće je dobiti tačne podatke o najznačajnijoj pojedinačnoj komponenti ugljeničnog otiska kravljeg mleka, a to je emisija enteričkog metana. Važno je, pri tome, napomenuti i da smernice IPCC-a ne predviđaju formule za određivanje emisije ugljen-dioksida sa farmi krava, jer postoji premisa da je neto količina ugljen-dioksida oslobođena od strane goveda ravna nuli (engl. *Net zero*). Imajući u vidu da je sam proces muže, hlađenja mleka i drugih procesa povezanih sa organizacijom proizvodnje mleka na farmama, poput sagorevanja fosilnih goriva, praćen potrošnjom električne struje do koje se dolazi emisijom ugljen-dioksida, definisani su konverzioni faktori koji omogućavaju da se utrošena količina električne struje ili fosilnih goriva preračuna u emisiju ugljen-dioksida sa farmi krava.

Prikaz formula za procenu ugljeničnog otiska kravljeg mleka nalazi se u nastavku teksta:

Izračunavanje emisije enteričkog metana

$$\text{CH}_4 \text{ (g/min)} = \text{CH}_4 \text{ pik} \times V \times R \times \alpha \times \beta \times 10^{-6}$$

$$\text{CH}_4 \text{ (g/dnevno)} = \text{CH}_4 \text{ (g/min)} \times 1440$$

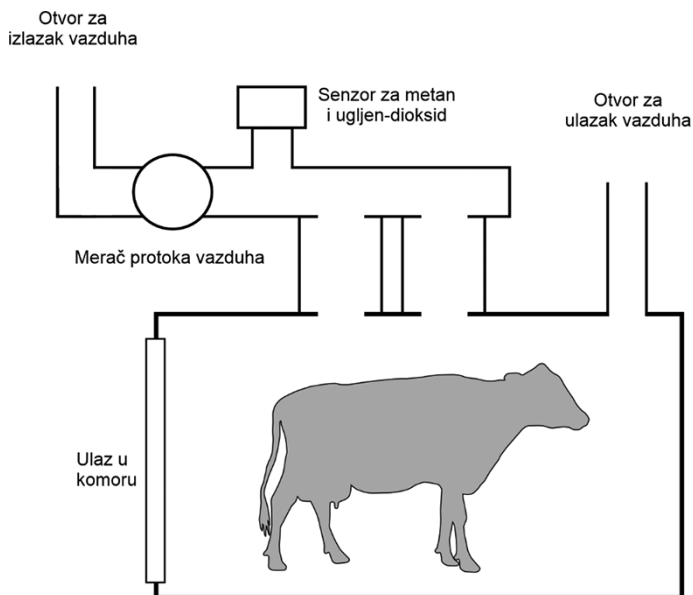
$$\text{CH}_4 \text{ (kg/godišnje)} = \text{CH}_4 \text{ (g/dnevno)} \times 365/1000$$

gde: **g** predstavlja grame; **CH₄ pik** predstavlja prosečnu vrednost pikova metana koji su zabeleženi laserskim detektorom i determinisani u programu MatLab; **V** predstavlja respiratorni volumen, odnosno, zapreminu vazduha koju goveda udahnu i izdahnu pri mirnom disanju, a standardizovana je na 3800 mL; **R** predstavlja učestalost disanja, koja je podrazumevana i iznosi 20/minuti; **α** je konverzioni faktor za prevođenje produkcije metana iz mL u g, a iznosi 0,000667 g/mL; **β** predstavlja faktor razblaženja koji iznosi 10.

Budući da su navedene informacije, u različitim formatima, sve dostupnije i velikom broju potrošača, došlo je i do oblikovanja njihove svesti o mogućem uticaju proizvodnje mleka na životnu sredinu, što je uticalo na obrazac potrošnje mleka i drugih proizvoda životinjskog porekla. U skladu sa time, na tržištu su počeli da se pojavljuju proizvodi koji sadrže etikete sa informacijama o ugljeničnom otisku (Canavari i sar., 2020). Jedna od prvih kompanija u svetu, koja je počela sa proizvodnjom i plasmanom mleka i proizvoda od mleka sa podatkom o ugljeničnom otisku je kompanija sa sedištem u Velikoj Britaniji. Spremnost i želja potrošača da podrže plasman ovakvih proizvoda na tržište prepoznati su i u drugim zemljama Evrope, poput Italije. Istraživanje koje su sproveli Canavari i sar. (2020) otkrilo je da su potrošači u Italiji spremni da izdvoje i veće novčane iznose za proizvode čiji je proces dobijanja manje doprineo globalnom zagrevanju. Shodno tome, širom sveta moguće je naći proizvode od mleka koji nose oznaku u ugljeničnom otisku, poput organskog jogurta u Nemačkoj i parmezana u Italiji. Slično je i sa kafom u Vijetnamu i kafom i pirinčem na Tajlandu, jagodama u Poljskoj, kobasicama u Mađarskoj, itd.

Metode za određivanje emisije enteričkog metana

Prema svemu navedenom procena enteričke emisije metana od strane pojedinačne životinje jako je značajna za ispitivanje učinka korišćenih strategija za smanjenje emisije metana i za računanje ugljeničnog otiska kravljeg mleka. Poseban izazov je metodologija određivanja emisije metana u izdahnutom ili podrignutom vazduhu. "Zlatni standard" za merenje emisije enteričkog metana predstavljaju respiracione komore (Slika 1). Iako daju najpreciznije podatke, respiracione komore nisu prirodni ambijent za boravak životinja, mogu se primeniti samo na manjem broju jedinki i zahtevaju angažovanje obučenog osoblja (Zhao i sar., 2020).

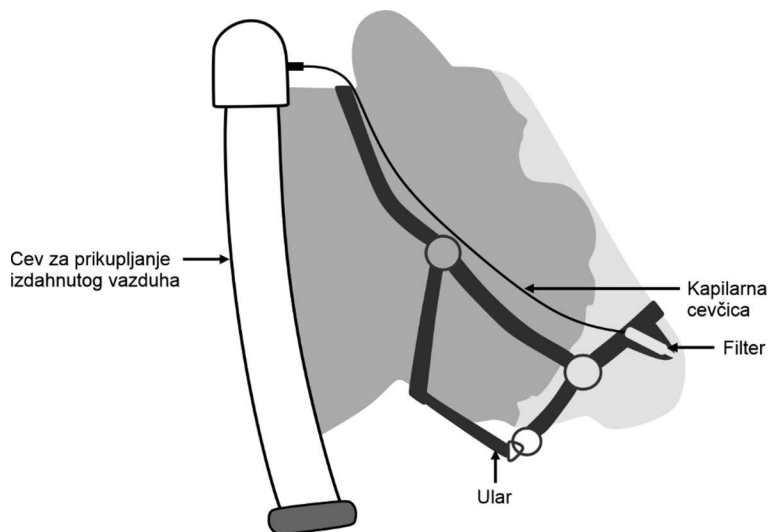


Slika 1. Respiracione komore za merenje emisije enteričkog metana (arhiv Katedre za fiziologiju i biohemiju, Fakulteta veterinarske medicine)

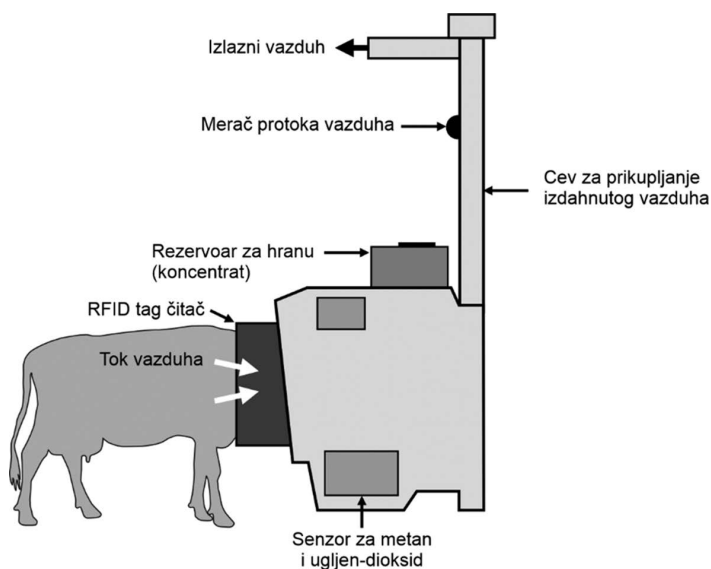
Dodatni nedostatak respiracionih komora je i nemogućnost njihove primene kod životinja na paši, što je podstaklo istraživače na razvoj nove metode praćenja emisije enteričkog metana, koja se zasniva na korišćenju sumpor heksafluorida – SF₆. Premda je primenom SF₆ metode rešeno pitanje merenja emisije enteričkog metana kod životinja na paši, ova metoda se ne može smatrati manje invazivnom i zahtevnom za primenu u odnosu na respiracione komore, jer podrazumeva instalaciju odgovarajućeg sistema (bolusa u buragu, cevčica i sabirača gasova). Iz ovih razloga, potrebno je obučeno osoblje za rad sa takvim životinjama, što takođe ograničava broj jedinki na kojima ova metoda može biti primenjena.

Da bi se obuhvatio veći broj životinja, razvijene su jednostavnije metode koje se zasnivaju na kratkotrajnim, ali višekratnim merenjima. Tako su dizajnirane

specijalne hranilice za koncentrat snabdevene gasnim analizatorom (GreenFeed) koji prikuplja izdahnuti vazduh dok životinja uzima hranu i u njemu određuje koncentraciju metana, za šta je zadužen nedisperzivni infracrveni senzor (Slika 3). Međutim, merenje emisije enteričkog metana je u ovom slučaju ograničeno samo na jednu aktivnost životinje – uzimanje koncentrata.

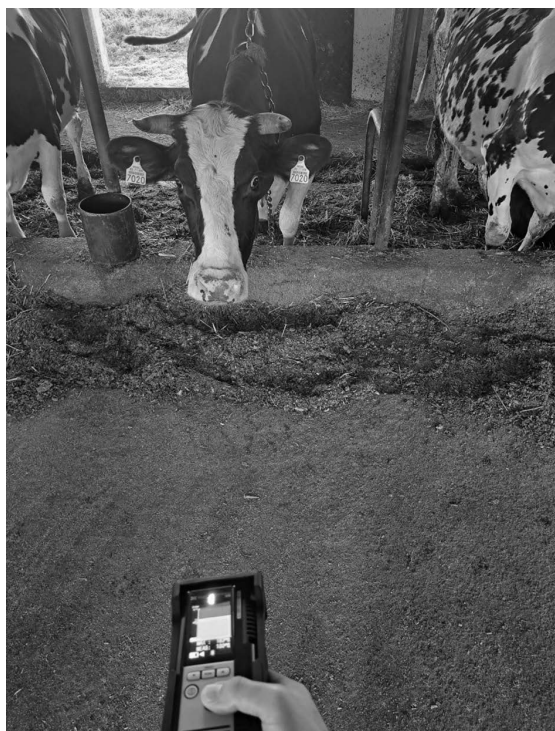


Slika 2. Sumpor heksafluorid – SF6 tehnika za merenje emisije enteričkog metana (arhiv Katedre za fiziologiju i biohemiju, Fakulteta veterinarske medicine)



Slika 3. GreenFeed tehnika za merenje emisije enteričkog metana (arhiv Katedre za fiziologiju i biohemiju, Fakulteta veterinarske medicine)

Ovaj nedostatak je prevaziđen razvojem gasnih analizatora čije se usisne cevčice stavljaju ispred nosnih i usnog otvora životinje, tako da se izdahnuti i podrignuti vazduh mogu prikupljati u bilo kom delu dana i različitim aktivnostima životinja (ležanje, stajanje, preživanje, muža, itd.) u zavisnosti od prethodno definisanog protokola. Nakon što gasni analizator prikupi izdahnuti ili podrignuti vazduh, koncentracija metana se očitava pomoću infracrvenog senzora koji je integralni deo uređaja. Inovacija u metodologiji merenja emisije enteričkog metana uvedena je primenom laserskih detektora, koji omogućavaju merenja sa distance 0,5 do 30 m (Slika 4). To daje slobodu ispitivanoj životinji da ispolji bilo koji oblik ponašanja ili aktivnosti, ali daje i mogućnost istraživaču da meri emisiju enteričkog metana u svim sistemima uzgoja, bez većih ograničenja (Bošnjaković i sar., 2023).



Slika 4. Tehnika za merenje emisije enteričkog metana laserskim detektorom (arhiv Katedre za fiziologiju i biohemiju, Fakulteta veterinarske medicine)

Pored toga, laserska detekcija metana važi za veoma specifičnu i osetljivu metodu, kojom se mogu detektovati koncentracije metana od svega 1 ppm u vazduhu, što je ispod praga detekcije većine gasnih analizatora. Ovi uređaji vrše očitavanja u veoma kratkim intervalima (0,5 s), tako da se tokom jednog merenja koje najčešće traje 5 minuta, može napraviti profil koncentracija metana sačinjenog od 600 pojedinačnih vrednosti.

ZAKLJUČAK

Savremena govedarska proizvodnja se nalazi pred velikim pritiskom da se intenzivira i poveća svoju efikasnost uz istovremeno smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte, prvenstveno metana. Kako bi odgovorile ovom izazovu različite zemlje razmatraju strategije koje se prilično razlikuju i kreću se od primene restriktivnih mera koje bi se nametnule farmama goveda do primene stimulativnih mera i preporuka za upotrebu suplemenata za smanjenje emisije metana. Ključ rešenja treba da pruže naučna istraživanja novih strategija ishrane za maksimalno povećanje proizvodnje uz značajno smanjenje emisije metana. U široj primeni ovih strategija od značaja će biti komunikacija naučne i stručne javnosti, farmera i sektora državne uprave. Poseban napredak predstavljaju savremene tehnike detekcije metana poreklom od pojedinačne životinje. Posmatranjem komparativnih prednosti i nedostataka opisanih metoda detekcije enteričke emisije metana, može se zaključiti da laserski detektori imaju dobru perspektivu u proceni emisije enteričkog metana zbog visoke specifičnosti i osetljivosti, jednostavnosti i mogućnosti primene na većem broju životinja.

Napomena:

Ovaj rad je podržan od strane Fonda za nauku Republike Srbije, broj projekta 7750295, engl. "Mitigation of methane production from dairy cattle farm by nutritive modulation of cow's metabolism-MitiMetCattle" i sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-47/2023-01/200143)

LITERATURA

1. Bačėninaitė D, Džermeikaitė K, Antanaitis R, 2022, Global Warming and Dairy Cattle: How to Control and Reduce Methane Emission, *Animals*, 12,19, 2687.
2. Bošnjaković D, Kirovski D, Prodanović R, Vujanac I, Arsić S, Stojković M, Dražić S, Nedić S, Jovanović Lj, 2023, Methane Emission and Metabolic Status in Peak Lactating Dairy Cows and Their Assessment Via Methane Concentration Profile, *Acta Vet*, 73,1,71-86.
3. Broucek J, 2014, Production of methane emissions from ruminant husbandry: a review, *Am. J. Environ. Prot.*, 5, 1482.
4. Canavari M, Coderon, S, 2020, Consumer stated preferences for dairy products with carbon footprint labels in Italy, *J. Agric. Econ*, 8,1, 1-16.
5. Change, I. P.O. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan.
6. COP28 – The UAE Consensus (<https://www.cop28.com/>).
7. Food and Agriculture Organization (FAO, 2010): chromeextension://efaidnbmnribpcajpcglclefindmkaj/<https://www.fao.org/3/k7930e/k7930e00.pdf>
8. Food and Agriculture Organization (FAO, 2019) (chrome-extension://efaidnbmnribpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)
9. Grešáková L, Holodová M, Szumacher-Strabel M, Huang H, Ślósarz P, Wojtczak J, Sowińska N, Cieślak A, 2021, Mineral status and enteric methane production in dairy cows during different stages of lactation, *BMC Vet. Res.*, 17,1, 1-9.

10. Hall MB, 2023, Invited review: Corrected milk: Reconsideration of common equations and milk energy estimates. *J. Dairy Sci*, 106,4, 2230-2246.
11. Hook SE, Wright ADG, McBride BW, 2010, Methanogens: methane producers of the rumen and Mitigation Strategies, *Archaea*, 2010, Article ID 945785.
12. Mostert PF, Van Middelaar CE, De Boer IJM, Bokkers EAM, 2018, The impact of foot lesions in dairy cows on greenhouse gas emissions of milk production, *Agric. Syst*, 167, 206-12.
13. Özkan S, Ahmadi BV; Bonesmo H, Østerås O, Stott A, Harstad OM, 2015, Impact of animal health on greenhouse gas emissions, *Adv. Anim. Biosci*, 6, 24–25.
14. Pirlo G, Carè S, 2013, A simplified tool for estimating carbon footprint of dairy cattle milk, *Anim. Sci. J*, 12,4, e81.
15. Todde G, Murgia L, Caria M, Pazzona A, 2018, A comprehensive energy analysis and related carbon footprint of dairy farms, part 1: Direct energy requirements, *Energies*, 11, 2, 451.
16. Von Soosten D, Meyer U, Flachowsky G, Dänicke S, 2020, Dairy cow health and greenhouse gas emission intensity, *Dairy*, 1,1, 20-9.
17. World Meteorological Organization (WMO). Provisional State of the Global Climate 2023
18. Zhao Y, Nan X, Yang L, Zheng S, Jiang L, Xiong B, 2020, A review of enteric methane emission measurement techniques in ruminants, *Animals*, 10,6, 1004.

ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL ACCEPTABILITY OF CATTLE PRODUCTION WITH SPECIAL REFERENCE TO METHANE EMISSIONS – METHODOLOGICAL APPROACH

Ljubomir Jovanović, Dušan Bošnjaković, Milica Stojković, Slavica Dražić, Ivan Vujanac, Radiša Prodanović, Sveta Arsić, Sreten Nedić, Danijela Kirovski

Cattle production is a significant source of greenhouse gases, primarily methane since over 20% of the total global emissions of this gas come from cattle production. Production must also be considered while assessing the possibility of reducing farm methane emissions. That is why methane emissions are most often expressed per product unit: a kilogram of meat or milk. It is also advisable to consider the product's nutritional value, then methane emissions are expressed per kilogram of deboned meat or a kilogram of energy corrected milk (fat and protein content 3.5% and 3.02%, respectively). Methodologically, assessing methane emissions by an individual animal is associated with developing sensitive, specific, and reliable methods. Since most methane emissions in cattle farms are enteric methane, the development of methodology has progressed towards its detection and quantification in exhaled or belched air. The enteric methane emission is influenced by several factors such as nutrition, genetics, health status, and farm management, suggesting that strategies for reducing methane emissions need to be adapted to the conditions characteristic for a particular farm. It is necessary for practicing veterinarians to understand these factors and apply methods for their manipulation and correction to establish sustainable and environmentally friendly cattle production.

Keywords: enteric methane, climate change, laser methane detector, sustainable cattle production.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.09(082)

СЕМИНАР ЗА ИНОВАЦИЈЕ ЗНАЊА ВЕТЕРИНАРА
(45 ; 2024 ; БЕОГРАД)

Zbornik predavanja XLV Seminara za inovacije znanja veterinarara /
[XLV Seminar za inovacije znanja veterinarara, Beograd, 23.02.2024.] ;
[organizator Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine] ;
[urednik Dragan Gvozdić]. - Beograd : Fakultet veterinarske medicine,
Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2024 (Beograd : Naučna
KMD). - [8], 181 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 450. - Str. [5]: Predgovor / Milorad Mirilović, Danijela
Kirovski. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries. - Registar.

ISBN 978-86-80446-68-4

а) Ветерина -- Зборници

COBISS.SR-ID 137687561