

ЕМИСИЈА ЕНТЕРИЧНОГ МЕТАНА ДИВЉИХ ПРЕЖИВАРА

АЛЕКСАНДРА ИВЕТИЋ¹
МИЛИВОЈЕ ЋОСИЋ²
СТАМЕН РАДУЛОВИЋ³
МЕРСИДА ЈАНДРИЋ⁴

Извод: Метан је гас који има 28 пута већи негативан утицај на глобално загревање од угљен-диоксида. Удео ентеричног метана у глобалној емисији метана износи 27%. Настаје као нуспроизвод варења хране, првенствено код преживара, у процесу ентеричне ферментације. Преживари (гајени или дивљи) емитују метан путем ентеричне ферментације у бурагу, највећим делом еруктацијом. Произведен ентерични метан представља губитак енергије хране код животиња. Количина ентеричног метана, која се ослобађа, зависи од типа дигестивног тракта, старости и тежине животиње, као и од квалитета и количине унесене хране. Данас постоји скоро 200 живих врста дивљих преживара. Међутим, гајени преживари (говеда, овце) главни су извори ентеричног метана. Емисија ентеричног метана од дивљих преживара (бизона, лосова и јелена) износи мање од 5% емисија гајених преживара. У циљу одрживе исхране људи и заштите животне средине (митигација климатских промена, које изазива метан), препоручљиво је да потрошачи своја традиционална јела од меса замене месом дивљачи.

Кључне речи: ентерични метан, дивљи преживари, исхрана преживара, гасови са ефектом стаклене баште

ENTERIC METHANE EMISSION FROM WILD RUMINANTS

Abstract: Methane is a gas that has 28 times more negative impact on global warming than carbon dioxide. The share of enteric methane in total global methane emissions is 27%. It is formed as a by-product of digestion of feed, primarily at ruminants by enteric fermentation. Ruminants (farmed or wild) emit methane by enteric fermentation in the rumen, mostly by 87% eructation. The enteric methane produced represents the energy loss of feed in animals. The amount of enteric methane released depends on the type of digestive tract, the age and weight of the animal, as well as the quality and quantity of food ingested. Today, there are almost 200 living species of wild ruminants, but farmed ruminants (cattle, sheep) are the main sources of enteric methane. Enteric methane emissions from wild ruminants (bison,

1 др Александра Иветић, научни сарадник, Универзитет у Београду Пољопривредни факултет, Београд

2 др Миливоје Ћосић, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд

3 др Стамен Радуловић, доцент, Универзитет у Београду Ветеринарски факултет, Београд

4 др Мерсида Јандрић, доцент, Универзитет „Бијељина“ Пољопривредни факултет, Бијељина, Република Српска

elk and deer) account for about 4.3% of farmed ruminant emissions. In order to sustain human nutrition and protect the environment (mitigation climate change caused by methane), it is recommended that consumers consume their traditional meat dishes substitutes for game meat.

Keywords: enteric methane, wild ruminants, ruminant nutrition, greenhouse gases

1. УВОД

Метан (CH_4), угљен-диоксид (CO_2), азот-оксид (N_2O) и халоугљеници су гасови са ефектом стаклене баште (GHG), који појачавају ефекте сунчевог и топлотног зрачења на површинске и атмосферске температуре и често се изражавају у односу на CO_2 еквивалент (CO_2eq) (Knapp, J.R. *et al.*, 2014). Метан се производи анаеробном ферментацијом органске материје у бурагу и дебелом цреву домаћих и дивљих животиња (Crutzen, P.J. *et al.*, 1986). Ентерични метан (ECH_4) представља нуспроизвод и настаје током дигестивног процеса којим микроорганизми разлажу угљене хидрате у једноставне молекуле (IPCC, 2006). Количина ECH_4 која се ослобађа, зависи од типа дигестивног тракта, старости и тежине животиње, као и од квалитета и количине унесене хране (Ivetić, A., Ćosić, M., 2021). Ентерични метан се избацује 99% из уста и ноздрва, од чега се већина (87%) ослобађа еруктацијом (Murray, R. *et al.*, 1976).

Глобалну производњу CH_4 од дивљих преживара тешко је проценити због недостатка довољних података о животињским популацијама и уносу хране (Crutzen, P.J. *et al.*, 1986). Међудржавни панел за климатске промене, *The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*, представља научно тело задужено за процену ризика од климатских промена изазваних људским активностима. Панел је основала Светска метеоролошка организација, 1988. године (WMO) и Програм Уједињених нација за животну средину (UNEP). IPCC методе обезбеђују основу за процену емисија GHG, развијене су са базама података користећи статистику на националном нивоу, али нису у потпуности погодне за употребу на локалном или регионалном нивоу (Ominski, K.X. *et al.*, 2007). Пошто мерење на целокупној националној популацији преживара није могуће, неопходна је примена одређених мера процене за национално извештавање о емисији ECH_4 (Niu, P. *et al.*, 2021).

Концепт потенцијала глобалног загревања (GWP) развијен је да би се упоредиле способности сваког гаса стаклене баште да задржи топлоту у атмосфери у односу на други гас. Потенцијал глобалног загревања развијен је, истот ако, у циљу поређења утицаја различитих гасова на глобално загревање. Конкретно, то је мера колико енергије емисија 1 тоне гаса може бити апсорбована током датог временског периода, у односу на емисију 1 тоне CO_2 , ЕПА, IPCC. Дефиниција GWP за одређени GHG представља однос топлоте, заробљене од стране једне јединице масе GHG, према топлоти једне јединице масе CO_2 , током одређеног временског периода (Dick, J. *et al.*, 2008).

2. МЕТАН

Процењује се да метан има потенцијал глобалног загревања (*Global Warming Potential – GWP*), 28–30 пута више од угљен-диоксида, током стогодишњег периода (Агенција за заштиту животне средине Сједињених Држава – ЕПА). Метан, који се данас емитује, траје у просеку око деценију, што је много мање од CO₂. Међутим, CH₄ апсорбује много више енергије од CO₂. Нето-ефекат краћег животног века и веће апсорпције енергије огледа се у GWP. ЕПА извештава да процена CH₄ GWP указује и на индиректне ефекте, као што је чињеница да је CH₄ прекурсор озона, а озон је, сам по себи, GHG. Гас који има већи GWP изазива више загревања. На пример, 100-годишњи GWP за CH₄ не-фосилног порекла износи 27,2, што значи да ће метан изазвати 27,2 пута више загревања од еквивалентне масе CO₂, током 100-годишњег временског периода (табела 1). Односно, емисија од 1 милиона метричких тона метана еквивалентна је емисији од 27,2 милиона метричких тона угљен-диоксида (*Eurostat*).

Табела 1. IPCC Шести извештај о процени Потенцијала глобалног загревања GWP, 2021

Table 1 IPCC Sixth Assessment Report Global Warming Potentials, 2021

Гас са ефектом стаклене баште	Временски период 100 година			Временски период 20 година		
	AR4* 2007	AR5 2014	AR6** 2021	AR4 2007	AR5 2014	AR6 2021
CO ₂	1	1	1	1	1	1
CH ₄ фосилног порекла	25	28	29.8	72	84	82.5
CH ₄ не-фосилног порекла			27.2			80.8
N ₂ O	298	265	273	289	264	273

*AR- assessment report- извештај о процени

**У извештају AR 6, додатни GWP за CH₄ је укључен да би се направила разлика између CH₄ фосилног порекла и CH₄ не-фосилних порекла, као што је пољопривреда

Емисија GHG може се изразити у виду еквивалената угљеника, тако што ће се помножити CO₂ еквиваленти са 0,273, да би се претворили у еквиваленте угљеника (Seq) (Dick, J. *et al.*, 2008). Угљенични трагови изражавају допринос емисија ECH₄ животиња (а самим тим и потенцијалне стратегије ублажавања климатских промена), у контексту фарме, региона или ланаца снабдевања (Dillon, J.A. *et al.*, 2021). Процена животног циклуса (*life-cycle assessment- LCA*), дефинише широк спектар еколошких проблема (климатске промене, токсични ефекти на људе и екосистеме, исцрпљивање земљишних ресурса итд.) (Wolf, M. *et al.*, 2012). LCA је рачуноводствена методологија и користи се, између осталог, и за израчунавање угљеничног трага (Dillon, J.A. *et al.*, 2021). Оцењивање животног циклуса аналитички је и систематични алат, који служи за оцењивање негативних утицаја на животну средину

од стране неког производа или процеса током целокупног животног циклуса (Милановић, Б., 2010).

3. НАСТАЈАЊЕ ЕНТЕРИЧНОГ МЕТАНА

Преживари (гајени или дивљи) емитују метан путем ентеричне ферментације у свом дигестивном тракту и разлагањем стајњака током складиштења. Ови процеси главни су извори емисија GHG животиња (Hristov, A. N. *et al.*, 2015). Без обзира на врсту, највећи извор емисије GHG код преживара је метан, при чему више од 90% овог једињења потиче од ентеричне ферментације (остатак од стајњака), односно, емисија ECH_4 износи 2 448 милиона тона $\text{CO}_2\text{eq.}$, од чега 76% емитују говеда (Gerber, P. *at al.*, 2010).

Количина ECH_4 , која се ослобађа, зависи од типа дигестивног тракта, старости и тежине животиње, као и од квалитета и количине унесене хране, (Ivetić, A., Ćosić, M., 2021). Начин варења хране код преживара, (Иветић, А., 2017), подстиче ентеричну ферментацију (Ivetić, A., Ćosić, M., 2021). У сточарству, смањење емисије метана од преживара је главни циљ за одрживу и ефикасну производњу. За животиње, производња ECH_4 представља губитак енергије хране (Muñoz-Tamayo, R., Ramírez Agudelo, J., Dewhurst, R., Miller, G., Vernon, T., Kettle, H., 2019). Унос хране позитивно је повезан са величином животиње, стопом раста и производњом (Ivetić, A., Grubić, G., 2007). Количина метана, коју производи преживар, повезана је са количином органске материје, која се вари у бурагу, посебно фракцијом влакана, а самим тим и количином произведеног ацетата и метаболичког водоника (Garnsworthy, Ph.C. *et al.*, 2019). Због сложеног односа између количине хране и процента приноса ECH_4 , фактори емисије и директне једначине емисије могу се користити само за опште апроксимације (EPA, 1998).



Графикон 1. Емисија метана према изворима у САД-у, ЕПА, 2019
Graph 1. US Methane emissions, by source, EPA, 2019

У укупној глобалној емисији CH_4 , са 27% учествује ECH_4 (графикон 1). Домаћи преживари (нпр., говеда, овце) главни су извори ECH_4 , док су умерене количине произведене од домаћих непреживара (нпр. свиње, коњи). Емисије метана износе око 2% до 12% бруто уноса енергије у зависности од, на пример, односа грубе хране и концентрата у храни, састава угљених хидрата и употребе суплемената и адитива (Johnson, K.A., Johnson, D.E., 1995). Преживари су развили систем за варење, како би ефикасно варили биљни материјал (Ivetić, A., 2018). Као и код већине сисара, преживарима недостаје ензим целулаза потребан за разбијање веза бета-глукозе у целулози, али су домаћини различитим популацијама микроба бурага који могу да варе целулозу и друге биљне састојке (Garnsworthy, Ph.C. *et al*, 2019). ECH_4 је нуспродукт ферментације бурага коју производе метаногене археје које комбинују метаболички водоник са CO_2 да би произвеле метан и воду (Naque, M., 2018). Истраживања у областима генетике, здравља, микробиологије, исхране и физиологије и примена резултата у производњи млека, довели су до огромног побољшања у перформансама животиња, током прошлог века. Ова побољшања обезбеђују растуће снабдевање млеком и минимизирање утицаја емисија од стране млечних говеда (GHG), на животну средину (Knapp, J.R. *et al.*, 2014).

4. ЕМИСИЈА ЕНТЕРИЧНОГ МЕТАНА ДИВЉИХ ПРЕЖИВАРА

Дивљих преживара има у свету око 75 милиона јединки. Њихова телесна маса креће се од око 2 kg до више од 800 kg (Hackmann, T.J., Spain, J.N., 2010). Данас постоји скоро 200 живих врста преживара, класификованих у 6 породица, од који је само 9 врста одомаћено у последњих 10.000 година, (Hackmann, T.J., Spain, J.N., 2010). Подврста *Ruminantia* обухвата 176 врста, у распону тежине од око 1 kg, код малог јелена (*Tragulus javanicus*) до 1000 kg, код великог мужјака жирафе (*Giraffa camelopardis*) (Kay, R.N.B. *et.al.*, 1980).

Дивљи преживари живе искључиво од грубе хране и биља, близу нивоа одржавања. Crutzen, P.J. *et al.* (1986) процењују да се 9% бруто уноса енергије хране ослобођа у виду метана. Аутори претпостављају да укупна емисија износи 0,4 Tg (1 Tg = 10^{12} g) CH_4 , од стране дивљих преживара, у умереним регионима, углавном од јелена, а годишња производња CH_4 од дивљих преживара у свету може износити 24 Tg годишње, што је мање у поређењу са емисијом CH_4 од домаћих животиња.

Hristov, A.N. (2012) проучавао је историјске вредности (време преевропских досељеника) емисије ECH_4 од дивљих преживара (бизона, лосога и јелена), у Сједињеним Америчким Државама и упоређивао их са данашњим вредностима емисија ECH_4 од гајених преживара. Резултат истраживања била је процена емисије ECH_4 од дивљих преживара, у вредности од око 86% (под претпоставком да је број популације бизона износио 50 милиона) од садашњих емисија ECH_4 од гајених преживара у Сједињеним Америчким

Државама. Аутор процењује да су данашње емисије ECH_4 од дивљих преживара (бизона, лосова и јелена) у вредности од 0,28 Tg/год, односно 4,3% емисија гајених преживара. У свом истраживању, Pérez-Barbería, F.J. (2017) саопштава мање вредности емисије ECH_4 од дивљих преживара и неслагања у процени објашњава са неизвесности у тачном броју светске популације дивљих преживара као и примене једначина процене за гајена говеда у циљу предикције емисије од дивљих преживара. Hristov, A.N. (2012) истиче да је белорепи јелен, због величине популације (процењене на 25 милиона), најзначајнији данашњи дивљи преживар који доприноси емисији ECH_4 у суседним Сједињеним Америчким Државама. Међутим, од тог времена, услед загревања, атмосферска концентрација CH_4 у атмосфери повећана је за 2,5 пута, у односу на преиндустријски период, праћен са смањењем површина под шумама на Планети (Zicarelli, L., 2018).

Malik, P.K. *et al.* (2021), спровели су *in vivo* огледе, како би упоредили емисије ECH_4 и разноврсност метаногена из румена код говеда и бивола који се држе у истом окружењу и храњени су истом исхраном. У овом истраживању дневне емисије ECH_4 биле су значајно веће код говеда у односу на биволе; међутим, приноси метана се нису разликовали између ове две врсте. Аутори су објаснили да се ова разлика у дневним емисијама метана приписује значајно већем уносу суве материје и телесној тежини код говеда (BW 538 kg 538 kg; 10,5 kg DMI) у поређењу са биволима (BW 538 kg 284 kg; 6,86 kg DMI). Такође, огледи су спроведени да би се утврдили ефекти нивоа исхране на сварљивост хранљивих материја и емисију ECH_4 код гајених коза и сика јелена *Cervus nippon* (Na, Y. *et al.*, 2018). Ови аутори су установили да се емисија ECH_4 изражена као г/д и г/kg $\text{BW}^{0.75}$, линеарно повећава, са повећањем нивоа исхране коза и сика јелена.

Очекивано је да ће повећана сварљивост хране повећати производњу животиња и смањити емисију ECH_4 . Најбоља опција за ублажавање утицаја у овој категорији је повећање сварљивости хране како би се побољшао унос и продуктивност животиња, чиме се смањују укупне емисије GHG од ферментације бурага или ускладиштеног стајњака по јединици животињског производа, (Hristov, A.N. *et al.*, 2013). Пораст потражње за производима животињског порекла и недостатак обрадивих површина, условили су да сточарска индустрија постане главни узрок крчења шума и претварање у пашњаке, (Dopelt, K. *et al.*, 2019). Према Међународном центру за истраживања шума (CIFOR), током периода 1990–2000. године, област покривена шумама, двоструко већа од Португала, изгубљена је у корист пашњака (Pea, R.C., 2009). Сваки дан се изгуби до 137 врста биљака, животиња и јединствених инсеката због крчења шума, (Dopelt, K. *et al.*, 2019). Коришћење великих површина земље за производњу сточне хране може довести до великих губитака биодиверзитета (Pea, R.C., 2009). У истраживању у Европи (Fiala, M. *et al.*, 2019), саопштено је да, фокусирајући се на климатске промене, добијени резултати указују да је емисија GHG по функционалној јединици (4,85 kg CO_2 eq.), у великој мери под утицајем хипотезе која сматра да дивљи црве-

ни јелен *Cervus elaphus*, као део природног тока, улази у систем и не утиче на емисију ECH_4 . Аутори сугеришу да је ловљено месо црвеног јелена еколошки одржива алтернатива конвенционалној говедини. Источноевропски потрошачи су традиционални месоједи, од којих се, још увек, не очекује да своја традиционална јела од меса замене месом дивљачи. Две трећине потрошача источне Европе једе месо дивљачи мање од једном годишње (Томашевић, I. *et al.*, 2021). У циљу одрживе исхране људи, потребно је конзумирати, у комбинацији, месо од других дивљих копитара (нпр. срнећа дивљач, дивље свиње или дивокозе), како би се боље разумео значај традиционално уловљене дивљачи (Fiala, M. *et al.*, 2019). Првенствено зато што се процењује да ће до 2050. године укупна емисија CH_4 од гајених преживара значајно порастати (Gerber, P. *et al.*, 2013), због све веће потражње за млеком и месом ради снабдевања брзо растуће светске популације.

5. ЗАКЉУЧАК

Строжи прописи о загађењу ваздуха створили су сталну потребу за инвентаром емисија GHG, заснованом на поузданим и репрезентативним факторима емисије, као и стратегијама ублажавања. Концепт потенцијала глобалног загревања (GWP) развијен је у циљу поређења способности сваког гаса стаклене баште да задржи топлоту у атмосфери, у односу на други гас. Процењује се да метан има потенцијал глобалног загревања 28–30 више од угљен-диоксида, током стогодишњег периода. Метан који се данас емитује траје, у просеку, око деценију, што је много мање од угљен-диоксида. Међутим, метан апсорбује много више енергије од угљен-диоксида.

Са друге стране, ефикасност производње гајених животиња доприноси смањењу утицаја на животну средину по јединици производа. Врста дигестивног система има значајан утицај на емисију метана. Преживари имају експанзивну комору, бураг, у предњем делу свог дигестивног тракта који подржава интензивну микробну ферментацију њихове хране и омогућава нутритивне предности, укључујући способност варења целулозе у њиховој исхрани. Међутим, преживари су највећи произвођачи ECH_4 . Због тога, стратегије које повећавају ефикасност производње и штеде ресурсе побољшавају управљање спољашњом средином и представљају изврсну прилику за смањење емисија ECH_4 , по јединици производа од преживара.

ЛИТЕРАТУРА

- Crutzen P.J., Aselmann I., Seiler W. (1986) : Methane production by domestic animals, wild ruminants, other herbivorous fauna, and humans, *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 38:3-4, 271-284, DOI: 10.3402/tellusb.v38i3-4.15135
- Dick J., Smith P., Smith R., Lilly A., Moxey A., Booth J., Campbell C., Coulter D. (2008): Calculating farm scale greenhouse gas emissions. [https:// www. Researchgate. Net/ publication/267383297](https://www.researchgate.net/publication/267383297)

- Dillon J. A., Stackhouse-Lawson K. R., Thoma G. J., Gunter S.A., Rotz C. A., Kebreab E., Riley D.G., Tedeschi L.O., Villalba J., Mitloehner F., Hristov A. N., Archibeque S.L., Ritten J. P., Mueller N. D. (2021): Current state of enteric methane and the carbon footprint of beef and dairy cattle in the United States, *Animal Frontiers*, Volume 11, Issue 4, Pages 57–68, <https://doi.org/10.1093/af/vfab043>
- Dopelt K., Radon P., Davidovitch N. (2019): The Relationship between Knowledge, Attitudes, and Behavior among Students in Israel, *Environmental Effects of the Livestock Industry*. *Int J Environ Res Public Health*, 16(8):1359. doi: 10.3390/ijerph16081359. PMID: 31014019; PMCID: PMC6518108.
- EPA US, the Environmental Protection Agency United States (1998), AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 14: Greenhouse Gas Biogenic Sources,
- EPA, State Workbook: Methodology For Estimating Greenhouse Gas Emissions, EPA 230-B-92-002, U. S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation, Washington, DC, 1995 Volume 81, Issue 5, 1998, Pages 1331-1344, ISSN 0022-0302, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75696-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75696-6).
- EPA, U. S. Environmental Protection Agency, (2019): Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- EPA, U. S. Environmental Protection Agency, (2021): Overview of Greenhouse Gases, <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
- Fiala M., Marveggio D., Viganò R, Demartini E., Nonini L., Gaviglio A, (2019): LCA and wild animals: Results from wild deer culled in a northern Italy hunting district, *Journal of Cleaner Production* doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118667>.
- Eurostat, Statistics Explained, EU https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent
- Garnsworthy, Ph.C., Gareth, F. Difford, Matthew J. Bell, Ali R. Bayat, Pekka Huhtanen, Kuhla, B., Lassen, J., Peiren, N., Pszczola, M., Sorg, D., Visker, M.H.P.W., Yan, T. (2019): Comparison of Methods to Measure Methane for Use in Genetic Evaluation of Dairy Cattle. *Animals* 9, no. 10: 837. <https://doi.org/10.3390/ani9100837>
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Henderson, B., Steinfeld, H. (2010): Greenhouse gas emissions from the dairy sector. *A life cycle assessment*, 1-94.FAO
- Hackmann T.J., Spain J.N. (2010): Invited review: Ruminant ecology and evolution: Perspectives useful to ruminant livestock research and production.
- Hristov, A.N. (2012): Historic, pre-European settlement, and present-day contribution of wild ruminants to enteric methane emissions in the United States. *J Anim Sci. Apr*; 90(4):1371-5. Doi: 10.2527/jas.2011-4539
- Hristov, A.N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T., Weeks, H., Zimmerman, P.R., Harper, M.T., Hristova, R.A., Zimmerman, R.S., Branco A.F. (2015): The Use of an Automated System (GreenFeed) to Monitor Enteric Methane and Carbon Dioxide Emissions from Ruminant Animals. *J Vis Exp*, (103):52904. doi: 10.3791/52904
- Haque, M. (2018): Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. *J Anim Sci Technol* 60, 15.
- Hristov, N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J, Kebreab, E., Waghorn, G., Makkar, H. P.S., Adesogan, A. T., Yang, W., Lee, C., Gerber, P. J., Henderson, B., Tricarico, J. M. (2013): SPECIAL TOPICS — Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options, *Journal of Animal Science*, Volume 91, Issue 11, Pages 5045–5069, <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6583>
- Hristov, A. N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T., Weeks, H., Zimmerman, P. R., Harper, M. T., Hristova, R. A., Zimmerman, R. S., Branco, A. F. (2015): The Use of an Automated System (GreenFeed) to Monitor Enteric Methane and Carbon Dioxide Emissions from Ruminant Animals. *J. Vis. Exp.* (103), e52904, doi: 10.3791/52904.

- Ilea, R. C. , (2009). Intensive Livestock Farming: Global Trends, Increased Environmental Concerns, and Ethical Solutions. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 22(2), 153–167. <https://doi.org/10.1007/S10806-008-9136-3>
- Intergovernmental Panel on Climate Change <https://www.ipcc.ch/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2006): Emissions from livestock and manure management. Chapter 10 in 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC, Geneva, Switzerland
- IPCC (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Ivetić, A. (2017): Uticaj mikrobioloških inokulanata na hranljivu vrednosti i aerobnu stabilnost silaže kukuruza i senaže lucerke. Doktorska disertacija u rukopisu. Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet. Beograd.
- Ivetić, A. (2018): New ensiling technology. World Intellectual Property Organization (WIPO), Geneva, Switzerland i Inventors Association of Vojvodina, Serbia ;
- Ivetić, A., Đorđević, N., Radin, D., Stojić, P., Grubić, G., Stojanović, B. (2013): Značaj aerobne stabilnosti silirane stočne hrane. Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik, Vol.19, Br. 3-4, str. 47-60.
- Ivetić, A., Grubić, G. (2007): The feeding behavior of dairy cows and their welfare. ISAH, XIII Congress, Tartu, Estonia, Vol.1, pp. 65-68.
- Ivetić, A., Grubić, G., Stojanović, B. (2009): Analyses of feeding behaviour of dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), pp. 669-676. *Journal of Dairy Science*, Volume 93, Issue 4, Pages 1320-1334, ISSN 0022-0302.
- Ivetić, A., Čosić, M. (2021): Enteric methane. 25. International Eco-Conference, Environmental protection of urban and suburban settlements. Proceedings, pp. 60-66. Novi Sad
- Johnson, K. A., Johnson, D. E., (1995): Methane emissions from cattle. *Journal of animal science*, 73(8), 2483-2492.
- Kay, R.N.B., v. Engelhardt W., White R.G. (1980):The digestive physiology of wild ruminants. In: Ruckebusch Y., Thivend P. (eds) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-8067-2_36
- Knapp, J.R., Laur, G.L., Vadas, P.A., Weiss, W.P., Tricarico, J.M. (2014) : Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions, *Journal of Dairy Science*, Volume 97, Issue 6, Pages 3231-3261, ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7234>.
- Malik P.K., Trivedi S., Mohapatra .A, Kolte A.P., Sejian V., Bhatta R., (2021): Comparison of enteric methane yield and diversity of ruminal methanogens in cattle and buffaloes fed on the same diet. *PLoS ONE* 16(8): e0256048. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256048>
- Милановић, Б. (2010): Развој хибридног модела за оцењивање животног циклуса производа и процеса. Докtorsка дисертација у рукопису. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Инжењерство заштите животне средине. Нови Сад.
- Muñoz-Tamayo, R., Ramírez Agudelo, J., Dewhurst, R., Miller, G., Vernon, T., & Kettle, H. (2019): A parsimonious software sensor for estimating the individual dynamic pattern of methane emissions from cattle. *Animal*, 13(6). pp. 1180-1187
- Murray, R., Bryant, A., Leng, R. (1976): Rates of production of methane in the rumen and large intestine of sheep. *British Journal of Nutrition*, 36(1), 1-14. doi:10.1079/BJN19760053
- Na, Y, Li, DH, Choi, Y, Kim, KH, Lee, SR. (2018): Effects of feeding level on nutrient digestibility and enteric methane production in growing goats (*Capra hircus hircus*) and Sika deer (*Cervus nippon hortulorum*). *Asian-Australas J Anim Sci*; 31(8):1238-1243. Doi: 10.5713/ajas.17.0708

- Na, Y., Li, D. H., Choi, Y., Kim, K. H., Lee, S. R. (2018). Effects of feeding level on nutrient digestibility and enteric methane production in growing goats (*Capra hircus hircus*) and Sika deer (*Cervus nippon hortulorum*). Asian-Australasian journal of animal sciences, 31(8), 1238–1243. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0708>
- Niu, P., Schwarm, A.; Bonesmo, H., Kidane, A.; Aspehølen Åby, B., Storlien, T.M., Kreuzer, M., Alvarez, C., Sommerseth, J.K., Prestløkken, E. (2021): A Basic Model to Predict Enteric Methane Emission from Dairy Cows and Its Application to Update Operational Models for the National Inventory in Norway. Animals 11, 1891. <https://doi.org/10.3390/ani11071891>
- Ominski, K. H., Boadi, D. A., Wittenberg, K. M., Fulawka, D. L., Basarab, J. A. (2007): Estimates of enteric methane emissions from cattle in Canada using the IPCC Tier-2 methodology. Canadian Journal of Animal Science 87(3):459-467 Proceedings of the National Academy of Sciences Aug 2015, 112 (34) 10663-10668; DOI: 10.1073/pnas.1504124112 Pages 1572-1580, ISSN 0048-9697, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.175.
- Pérez-Barbería F.J., (2017): Scaling methane emissions in ruminants and global estimates in wild populations. Science of The Total Environment, Volume 579,
- Tomašević, I., Solowiej, B.G., Đorđević, V., Vujadinović, D., Đekić, I. (2021): Attitudes and beliefs of Eastern European meat consumers – a review. 61. st International Meat Industry Conference. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 854. [doi:10.1088/1755-1315/854/1/012098](https://doi.org/10.1088/1755-1315/854/1/012098)
- Wolf, M., Pant, R., Chomkamsri, K., Sala, S., Pennington, D., (2012): The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Towards more sustainable production and consumption for a resource-efficient Europe . EUR 24982 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union;. JRC66506
- Zicarelli, L., (2018): The Role of Ruminants on Environmental Pollution and Possible Solution to Reduce Global Warming. Journal of Agricultural Science and Technology A 8 (2018) 239-252 [doi: 10.17265/2161-6256/2018.04.007](https://doi.org/10.17265/2161-6256/2018.04.007)

ENTERIC METHANE EMISSION FROM WILD RUMINANTS

*Aleksandra Ivetić
Milivoje Čosić
Stamen Radulović
Mersida Jandrić*

Summary

Stricter regulations on air pollution have created a constant need for an inventory of GHG emissions based on reliable and representative emission factors, as well as mitigation strategies. On the other hand, production efficiency contributes to the reduction of environmental impact per unit of product. It is estimated that methane has a global warming potential of 28-30 more than carbon dioxide over a hundred-year period. The CH₄ emitted today lasts on average about a decade, which is much less than CO₂. However, CH₄ absorbs much more energy than CO₂. The share of enteric methane in total global methane emissions is 27%. It is formed as a by-product of digestion of feed, primarily at ruminants by enteric fermentation. Ruminants (farmed or wild) emit methane by enteric fermentation in the rumen, mostly by eructation. The enteric methane produced represents the energy loss of feed in animals. The amount of enteric methane released depends on the type of digestive tract, the age and weight of the animal, as well as the quality and quantity of food ingested.

Today, there are almost 200 living species of wild ruminants, but farmed ruminants (cattle, sheep) are the main sources of enteric methane. Enteric methane emissions from wild ruminants (bison, elk and deer) account less than 5% of farmed ruminant emissions. In order to sustain human nutrition and protect the environment (mitigation of climate change caused by methane), it is recommended that consumers replace one part of their traditional meat diets with game meat as substitutes. Strategies that increase production efficiency and save resources improve the management of the external environment and represent an excellent opportunity to reduce ECH₄ emissions per unit of ruminant's products.

