



Dlaczego warto szacować ślad węglowy w chowie bydła mlecznego?

Barbara Golińska*, Piotr Goliński

Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

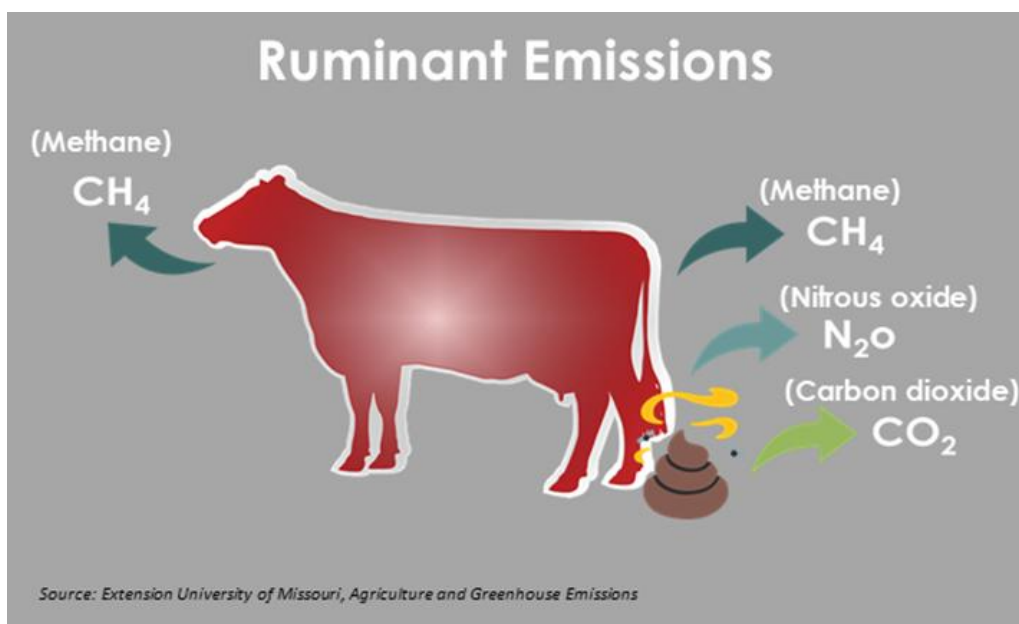
*Kontakt e-mail: barbara.golinska@up.poznan.pl

W Polsce rolnictwo odpowiedzialne jest za 8,8% globalnej emisji gazów cieplarnianych [5]. Do gazów cieplarnianych o największym znaczeniu dla globalnej emisji zalicza się dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4) i podtlenek azotu (N_2O), natomiast emisje pozostałych uznaje się jako mało istotne. Gazy te w różnym stopniu wpływają na efekt cieplarniany, mierzony w odniesieniu do jednej molekuly CO_2 . W metodyce badań nad emisjami gazów cieplarnianych przyjmuje się następujące wskaźniki: $\text{CO}_2=1$, $\text{CH}_4=25$, $\text{N}_2\text{O}=298$ [3]. W 2022 roku całkowitą emisję gazów cieplarnianych w Polsce szacowano na poziomie 33 297 kt ekw. CO_2 . Warto nadmienić, że w porównaniu do 1988 uległa ona zmniejszeniu o 33,5% [5]. W bezpośredniej emisji dwutlenku węgla rolnictwo posiada marginalny udział, który w 2022 roku szacowano na 0,4% ogólnej emisji w Polsce. Zdecydowanie większy udział rolnictwa stwierdza się w ogólnej emisji CH_4 , stanowiący 39,4%, z dominującą pozycją fermentacji jelitowej. Sektor rolny jest natomiast głównym emitentem N_2O z udziałem 80,2% w 2022 roku. Największą emisję szacowano z gleb użytków rolnych, w tym z nawożenia (67,8%) oraz z odchodów zwierzęcych (12,3%). Warto jednak zaznaczyć, że udział emisji N_2O w całkowitej emisji gazów cieplarnianych wyniósł w 2022 roku tylko 5,2% [5].

W tej sytuacji nasuwa się pytanie o udział chowu bydła mlecznego w emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa i w odniesieniu do emisji ogółem całego kraju. W ostatnich latach sektor mleczarski w odbiorze społecznym jest często postrzegany jako jeden z głównych obszarów rolnictwa przyczyniających się do globalnego ocieplenia klimatu. Nie ulega wątpliwości, że produkcja mleka w gospodarstwach rolnych jest związana z emisjami i obciążeniami środowiskowymi.



Emisje te są przede wszystkim efektem fizjologii trawienia pasz objętościowych przez bydło, w szczególności fermentacji zachodzącej w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy. Największy udział w emisji gazów cieplarnianych w chowie krów mlecznych ma metan, co zobrazowano na rys. 1.



Rys. 1 Emisje gazów cieplarnianych w chowie krów mlecznych [10].

Warto więc kontrolować to zjawisko i wpływać na zmniejszenie emisji metanu [2]. Uniwersalnym wskaźnikiem ekologicznym, wyrażającym udział poszczególnych produktów, technologii czy organizacji w emisji gazów cieplarnianych jest ślad węglowy (Carbon Footprint – CF), który określa ilość gazów cieplarnianych (wyrażonych w postaci ekwiwalentu CO_2eq) wyemitowanych do atmosfery w trakcie wytwarzania jednostki funkcjonalnej produktu. Z perspektywy rolnika – producenta mleka – w szacowaniu śladu węglowego w chowie bydła należy skupić uwagę na emisjach generowanych w gospodarstwie mlecznym, w granicach od początku procesu produkcji do bramy gospodarstwa. Jest to kluczowy etap dla minimalizacji CF produktu końcowego dla konsumenta.

Narzędziem dla określenia wartości CF jest Analiza Cyklu Życia (LCA) oparta o normę ISO (14044) i zgodna z wytycznymi Międzynarodowej Federacji Mleczarskiej (IDF) dotyczącymi metodologii CF. W analizie ważną rolę odgrywają systemy chowu i żywienia bydła mlecznego, takie jak: 1/ intensywny oparty o żywienie zbilansowanymi dawkami złożonymi z kiszonek, głównie z kukurydzy oraz pasz treściwych w systemie żywienia TMR lub PMR; 2/ półintensywny/niskonakładowy oparty o większy udział użytków zielonych w bazie paszowej z wykorzystaniem pastwiska oraz sianokiszonek z runi łąkowej; 3/ pro-/ekologiczny oparty wyłącznie o pastwisko i pasze z mieszanek trawiasto-bobowatych [7, 9, 11]. Na wynik analizy mają wpływ różne zmienne (m.in. pobranie runi pastwiskowej i pasz treściwych, wydajność mleka na krowę, wydajność mleka na kg żywej wagi metabolicznej, nawożenie azotem mineralnym, efektywność biologiczna i ekonomiczna pasz).



Dla uzyskania wiarygodnych wyników ważne jest pozyskanie danych w oparciu o przygotowaną standaryzowaną ankietę oraz badanie próbek pasz, mleka i odchodów pobranych z gospodarstw mlecznych. W holistycznej analizie produkcji mleka na poziomie gospodarstwa uwzględniane są emisje gazów cieplarnianych związane z: 1/ środkami stosowanymi do produkcji rolnej, stanowiącymi element input, 2/ produkcją pasz w relacji gleba-roślina, 3/ chowem bydła, 4/ gospodarką odpadami i odchodami, 5/ zużyciem paliwa i energii, w tym wykorzystaniem własnej energii odnawialnej.

W szacowaniu emisji gazów cieplarnianych stosuje się najczęściej metodologię IPCC Tier-2 [3, 8]. Oprócz funkcji szacowania emisji gazów cieplarnianych z chowu zwierząt, metoda ta obejmuje również iteracyjne etapy szacowania emisji z oddziaływania produkcji pasz na glebę. Wewnętrzne emisje z produkcji pasz dotyczą bezpośrednich i pośrednich emisji N₂O z każdej uprawianej rośliny pastewnej. W analizach prowadzonych w warunkach produkcyjnych konkretnych gospodarstw mlecznych należy także uwzględnić efekt sezonowości. W analizie CF szczególną uwagę należy zwrócić na zasoby materii organicznej w glebie, nieuwzględniane lub dostrzegane w bardzo małym zakresie w dotychczasowych badaniach z tego zakresu. Ta kwestia jest szczególnie istotna w gospodarstwach mlecznych posiadających w swoich zasobach użytki rolne na glebach torfowych. Ponadto ocena sekwestracji węgla w glebach pod uprawami pastewnymi jest niezwykle istotna dla oceny CF produkowanego mleka, a jednocześnie dla świadczenia przez producentów mleka tej istotnej funkcji ekosystemowej [1]. Okazuje się, że grunty orne emitują więcej gazów cieplarnianych niż użytki zielone. Tym samym użytki zielone mogą również pełnić ważną funkcję pochłaniacza dwutlenku węgla [12, 13].

Szacowanie śladu węglowego w chowie bydła mlecznego jest obecnie kluczowe z kilku powodów, obejmujących zarówno aspekty ekonomiczne, prawne, jak i społeczne:

- **optymalizacja zarządzania i efektywność produkcji mleka.** Dokładna ocena CF pozwala rolnikom na identyfikację słabych punktów w technologii produkcji mleka, co umożliwia wdrożenie konkretnych działań poprawiających aspekt środowiskowy i zrównoważony rozwój gospodarstwa mlecznego. Narzędzia cyfrowe szacowania śladu węglowego (np. NEU.rind), jak również aplikacja opracowywana w projekcie SUP-RIM MleCO₂, ułatwiają benchmarking, czyli porównywanie wyników własnego gospodarstwa ze średnimi krajowymi lub grupami innych producentów,
- **monitoring procesów fizjologicznych bydła mlecznego.** Emisja metanu może być wskaźnikiem efektywności żywienia krów. Jej poziom zależy m.in. od jakości paszy i indywidualnego metabolizmu zwierząt przeżuwiających. Szacowanie śladu węglowego pomaga dobrać odpowiednie strategie żywieniowe (np. dodatki paszowe lub specyficzne mieszanki trawiasto-motyłkowate z udziałem ziół do zakładania i renowacji pastwisk), które mogą obniżyć emisję metanu nawet o 20%,
- **wpływ na zdrowie i długowieczność bydła mlecznego.** Badania wykazują bezpośredni związek między kondycją krów mlecznych a środowiskiem – w stadach o największym poziomie zdrowotności krowy emitują o 4% mniej CO₂-eq na kg mleka. Wydłużenie okresu użytkowania krowy zmniejsza potrzebę utrzymywania jałówek na remont, co znacząco obniża całkowity ślad węglowy produkcji mleka,



- **zgodność z nowymi regulacjami prawnymi i konieczność raportowania.** Szacowanie emisji jest niezbędne do spełnienia nowych wymogów regulacyjnych, takich jak dyrektywa CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) oraz wytyczne dotyczące śladu środowiskowego produktu (PEF -*Product Environmental Footprint*). Unia Europejska dąży do osiągnięcia zeroemisyjności do 2050 roku, co nakłada na hodowców obowiązek monitorowania i redukcji gazów cieplarnianych. Choć rolnicy nie zawsze mają bezpośredni obowiązek raportowania, firmy w ich łańcuchu dostaw muszą wykazywać dane o emisjach, co przenosi potrzebę zbierania tych informacji na producentów rolnych,
- **ochrona klimatu i regeneracja gleby.** Hodowla bydła, mimo emisji metanu, odgrywa istotną rolę w procesach regeneracji gleb. Odpowiednie zarządzanie nawożeniem naturalnym (obornikiem) pozwala na sekwestrację (wiązaną) węgla w glebie, co częściowo równoważy emisje zwierzęce i poprawia strukturę oraz pojemność wodną gleb gruntów ornych,
- **oczekiwania konsumentów i przewaga rynkowa.** Współczesne społeczeństwo coraz częściej kieruje się kwestiami etycznymi i ekologicznymi przy zakupie nabiału, poszukując produktów o udokumentowanym, niskim śladzie węglowym. Gospodarstwa dbające o te parametry mogą budować silniejszą markę i uzyskiwać lepszą rozpoznawalność na rynku. Transparentna analiza śladu węglowego pomaga w budowaniu pozytywnego wizerunku branży i odpowiada na potrzeby świadomych ekologicznie nabywców,
- **możliwości finansowe i minimalizacja zagrożeń.** Rolnicy mogą uczestniczyć w korzyściach finansowych płynących z programów "rolnictwa węglowego" lub korzystać z niskooprocentowanych kredytów na modernizację (tzw. zielone finansowanie). Jednocześnie w niektórych krajach (np. Dania) planowane jest opodatkowanie hodowców za gazy cieplarniane emitowane przez ich zwierzęta, co sprawia, że wiedza o własnym śladzie węglowym staje się narzędziem zarządzania ryzykiem podatkowym.

Podsumowując, szacowanie śladu węglowego w chowie bydła mlecznego pozwala na holistyczną analizę procesu produkcji mleka, łącząc dbałość o klimat z poprawą dobrostanu zwierząt i rentownością gospodarstwa.

Literatura

1. Bai Y., Cotrufo M.F. (2022). Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. *Science* 377 (6606).
2. Basset-Mens C., Kelliher F.M., Ledgard S., Cox N. (2009). Uncertainty of global warming potential for milk production on a New Zealand farm and implications for decision making. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14, 630-638.
3. IPCC (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Genf.





4. IPCC (2007). IPCC fourth assessment report: climate change 2007: Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis. 2.10.2 Direct Global Warming Potentials, Genf.
5. KRI (2024). Poland's National Inventory Report 2024, Greenhouse Gas Inventory for 1988-2022, KOBiZE.
6. https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/NIR_2024_raport_syntetyczny_PL.pdf
7. Kozłowska M., Cieślak A., Józwiak A., El-Sherbiny M., Stochmal A., Oleszek W., Kowalczyk M., Filipiak W., Szumacher-Strabel M. (2020). The effect of total and individual alfalfa saponins on rumen methane production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (5), 1922-1930.
8. Lorenz H., Reinsch T., Hess S., Taube F. (2019). Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon footprints of different production systems. *Journal of Cleaner Production*, 211, 161-170.
9. Loza C., Reinsch T., Loges R., Taube F., Gere J.I., Kluß C., Hasler M., Malisch C.S. (2021). Methane emission and milk production from Jersey cows grazing perennial ryegrass-white clover and multispecies forage mixtures. *Agriculture*, 11, 175.
10. Massey R., Ulmer A. (2019). Agriculture and greenhouse gas emissions. University of Missouri: Columbia-Extension Publication, g 310, 1-5.
11. Orešković M., Golińska B., Sidoruk P., Cieślak A., Goliński P. (2025). Impact of multi-species swards on in vitro digestibility and methane production. *Grassland Science in Europe*, 30, 445-448.
12. Sairanen A., Kajava S. and Hietala S. (2024). Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on estimated milk carbon footprint. *Grassland Science in Europe*, 29, 169-172.
13. Taube F., Nyameasem J.K., Fenger F., Alderkamp L., Loges R. (2023). Eco-efficiency of leys in dairy farming systems. *Grassland Science in Europe*, 28, 42-53.



UNIwersytet
PRzyrodniczy
WE WROCLAWIU



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO



UNIwersytet
PRzyrodniczy
W POZNANIU

