

Zuzanna Jarosz, Antoni Faber

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WPLYW ZMIAN W METODYCE SZACOWANIA NA EMISJE METANU Z ROLNICTWA W POLSCE*

Słowa kluczowe: emisja, metan, wytyczne IPCC

Wstęp

Międzynarodowe zobowiązania Polski w zakresie polityki klimatycznej opierają się na trzech umowach: Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych (UNFCCC) w sprawie zmian klimatu z 1992 r., Protokołu z Kioto z 1997 r. i Porozumienia paryskiego, które weszło w życie 4 listopada 2016 r. W Porozumieniu paryskim określono ogólnosiwiatowy plan działania obejmujący:

- utrzymanie wzrostu średniej temperatury na świecie znacznie niższego niż 2°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej,
- dążenia do ograniczenia wzrostu temperatury do 1,5°C, co znacznie obniżyłoby ryzyko i skutki zmiany klimatu,
- konieczność jak najszybszego osiągnięcia w skali świata punktu zwrotnego maksymalnego poziomu emisji – przy założeniu, że krajom rozwijającym się zajmie to dłużej,
- doprowadzenie do szybkiej redukcji emisji, aby do 2050 r. osiągnąć neutralność klimatyczną.

W październiku 2014 r. Rada Europy zatwierdziła porozumienie w sprawie ram polityki klimatycznej do 2030 r. (Pakiet klimatyczno-energetyczny 2030). Zgodnie z porozumieniem emisje gazów cieplarnianych (GHG) w Unii Europejskiej powinny zostać ograniczone o co najmniej 40% w porównaniu z rokiem 1990 (1). Jednocześnie w działania dotyczące ochrony klimatu i ograniczania emisji gazów cieplarnianych

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.1 pt. „Nawożenie użytków rolnych” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2021 r.

włączone zostały sektory nieobjęte systemem handlu emisjami (non-ETS). Dla sektorów (w tym rolnictwa) nieobjętych systemem handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych ustalono redukcję emisji na poziomie 30% w stosunku do roku 2005, a w przypadku Polski ograniczenie to ma wynosić 7% (10). Aktualnie w ramach Europejskiego Zielonego Ładu Komisja zaproponowała zwiększenie docelowego poziomu redukcji GHG do co najmniej 55% do 2030 r. w stosunku do poziomu z 1990 r. Nowy cel oznacza, że UE przyspiesza na swojej drodze do neutralności klimatycznej, którą zamierza osiągnąć do roku 2050. Do osiągnięcia tego celu będą musiały przyczynić się wszystkie kraje i wszystkie sektory gospodarki. W tej perspektywie przeciwdziałanie zmianom klimatu będzie również udziałem rolnictwa, a zwłaszcza produkcji zwierzęcej.

Polska jako strona Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu ma obowiązek raportowania Konferencji Stron wielkości emisji gazów cieplarnianych (9). Jednostką odpowiedzialną za wykonywanie inwentaryzacji gazów cieplarnianych, obliczanie wartości emisji, dobór i rozwój metodyki zgodny z wytycznymi, wybór aktywności będących źródłem emisji oraz określanie współczynników, jest Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE). Metodyka szacowania emisji gazów cieplarnianych wykorzystywana przez KOBiZE została opracowana przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu – IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) i opisana w dokumencie *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (2). Zgodnie z metodyką szacunki można wykonywać na różnym poziomie szczegółowości (poziom 1, 2 i 3), a za najbardziej szczegółową uważa się metodę 3 – zastosowanie modeli.

W związku ze wzrostem poziomu ambicji w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. i 2050 r. powstaje pytanie o możliwości technologiczne zwiększenia udziału polskiego sektora rolnego w realizacji krajowych i unijnych celów w tym zakresie. Niestety metodyki stosowane przez KOBiZE nie zawierają algorytmów pozwalających na udzielenie bezpośredniej odpowiedzi na tak zadane pytanie. Bazując na podręczniku IPCC 2006 (2), uwzględniają one jedynie zmiany populacyjne, surowcowe, obszarowe, a w nikłym stopniu technologiczne i produkcyjne.

W celu zapewnienia zaktualizowanej i solidnej podstawy naukowej wspierającej przygotowywanie i ciągłe doskonalenie krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych w 2019 r. IPCC przyjęło udoskonaloną metodykę szacowania GHG (4). Zaproponowano także zmianę współczynników globalnego ocieplenia (GWP) służących do ilościowej oceny wpływu danej substancji na efekt cieplarniany, a stosowanych do przeliczenia emisji danego gazu na ekwiwalent CO₂ (3). Należy się więc spodziewać, że od 2023 r. (czyli dla inwentaryzacji za 2021 r.) zalecane będzie stosowanie nowych wytycznych i współczynników GWP.

Celem opracowania było przedstawienie zmian (aktualizacji wzorów, wskaźników, parametrów) w metodyce szacowania emisji metanu oraz wykazanie wpływu nowych wytycznych na wielkość emisji tego gazu z sektora rolnego.

Zmiany w metodyce szacowania emisji metanu

Jednym z gazów objętych raportowaniem przez KOBiZE jest metan. Całkowita emisja metanu z sektora rolnego w Polsce w 2018 r. wyniosła 583,53 kt. Głównym źródłem tej emisji jest fermentacja jelitowa, a jej udział wyniósł 89,5% (522,34 kt). Pozostała emisja związana była z odchodami zwierzęcymi – 60,20 kt (10,3%) oraz 0,98 kt (0,2%) ze spalaniem resztek poźniwnych (7).

Podstawowym źródłem metanu pochodzenia rolniczego jest fermentacja jelitowa, a jego ilość zależy od układu pokarmowego zwierząt oraz rodzaju i składu dawki paszowej. Najwięcej metanu wytwarzają zwierzęta przeżuwające (z wielokomorowym żołądkiem, np. krowy, kozy), w żołądkach których bytuje duża liczba mikroorganizmów rozkładających beztlenowo włókno roślinne, odporne na działanie enzymów trawiennych. W mniejszym stopniu metan wytwarzają zwierzęta z żołądkiem jednokomorowym (np. trzoda chlewna, konie). Szczególnie istotne jest zatem wprowadzanie odpowiednich praktyk żywieniowych: zwiększenie koncentracji dawki pokarmowej przeżuwaczy, zastąpienie kiszzonek zbożowych (kukurydza) kiszonkami z traw, zmiana żywienia, poprawa jakości pastwiska (11). Hamowanie emisji metanu wpływa na wzrost wykorzystania paszy przez zwierzęta. Stanowi to korzyść zarówno dla opłacalności produkcji, jak i dla środowiska. W przypadku emisji CH_4 pochodzącej z hodowli krów nie bez znaczenia pozostaje wydajność mleka. Ze wzrostem produkcji mleka maleje wielkość uwalnianego CH_4 (8, 12).

Jak wspomniano, szacunki emisji można wykonywać na różnym poziomie szczegółowości. Do oszacowania emisji metanu z fermentacji jelitowej zwierząt zastosowano 2 typy metod. Do obliczania emisji CH_4 dla koni, owiec, kóz i świń wykorzystano najbardziej uproszczoną metodę Tier 1, a do jej wykonania niezbędne są tylko informacje o wielkości pogłowia poszczególnych kategorii zwierząt i odpowiednie wskaźniki emisji (2). W nowych wytycznych IPCC 2019 Ref. wskaźniki te zostały zaktualizowane (5). Wzrosły wskaźniki wykorzystywane w szacunkach dla kóz i owiec (tab. 1)

Tabela 1

Wskaźniki emisji CH_4 stosowane w szacowaniu emisji z fermentacji jelitowej

Zwierzęta	IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.
Owce	8,0 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (kraje rozwinięte)	9,0 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (systemy wysokoprodukcyjne)
Kozy	5,0 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (kraje rozwinięte)	9,0 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (systemy wysokoprodukcyjne)
Świnie	1,5 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (kraje rozwinięte)/(systemy wysokoprodukcyjne)	
Konie	18,0 kg $\text{CH}_4 \cdot \text{zwierzę}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$	

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2019 Ref. (5)

Emisję metanu z fermentacji jelitowej bydła oblicza się za pomocą bardziej szczegółowej metody Tier 2. W ramach tej metody, biorąc pod uwagę dzienne zapotrzebowanie na energię zwierząt, zostały opracowane krajowe wskaźniki emisji CH₄ na podstawie równania:

$$EF = GE \times (Y_m/100) \times 365/55,65$$

gdzie:

EF – wskaźnik emisji (kg CH₄·szt.⁻¹·rok⁻¹);

GE – zapotrzebowanie na energię (MJ·szt.⁻¹·dzień⁻¹);

Y_m – współczynnik konwersji do metanu (% GE w paszy przekształcony w CH₄);

55,65 – współczynnik określający zawartość energetyczną metanu (MJ·kg⁻¹ CH₄).

Określenie współczynnika konwersji (Y_m), czyli stopnia w jakim energia paszy jest przekształcana w CH₄ zależy od wzajemnie oddziałujących czynników paszowych (rodzaj i jakość) i zwierzęcych (rasa i genetyka). Wprowadzenie ulepszonych pasz i koncentratów do diet dla przeżuwaczy wpływa na zmniejszenie produkcji metanu (6, 13).

Współczynnik konwersji do metanu Y_m według nowych wytycznych (5) został bardziej zróżnicowany dla różnych kategorii bydła. Dla opasów i buhajów współczynnik wzrósł z 6,5% do 7,0% (tab. 2). Dla pozostałych kategorii współczynnik zmalał z 6,5% do 4,0 lub 6,3%.

Zmiana współczynników Y_m wpłynęła na wielkość obliczanych wskaźników emisji (tab. 3).

Tabela 2

Współczynniki konwersji do metanu Y_m

IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.
6,5% krowy mleczne z cielętami	6,3% krowy o wydajności 5–8,5 tys. kg mleka·rok ⁻¹
6,5% pozostałe bydło karmione głównie niską jakością pasz i pastwiskowane	4,0% przy DE ≥ 72 (cielęta do 1 roku) 6,3% przy DE 62–71 (młode bydło 1–2 lata, jałówki > 2 lat) 7,0% przy DE ≤ 62 (opasy i buhaje)

DE – strawność paszy wyrażona jako ułamek energii brutto (energia strawna/energia brutto)

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2019 Ref. (5)

Tabela 3

Współczynniki emisji metanu (EF) według obu wytycznych (kg CH₄·szt.⁻¹·rok⁻¹)

Podkategorie bydła	IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.
Krowy mleczne	126,608	122,712
Cielęta do 1 roku	32,109	19,759
Młode bydło 1–2 lata	67,288	65,217
Jałówki > 2 lat	48,650	47,154
Opasy i buhaje > 2 lat	75,593	81,408

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2019 Ref. (5)

Emisja metanu z fermentacji jelitowej drobiu nie jest szacowana ze względu na brak (w obu wytycznych) wskaźników emisji CH_4 .

Drugim istotnym źródłem metanu jest beztlenowy rozkład odchodów zwierzęcych. Ilość powstającego metanu zależy przede wszystkim od technologii odbioru i przechowywania odchodów (stałe, ciekłe, dostęp tlenu itd.). W zależności od rodzaju nawozu i jego przechowywania emitowane są różne ilości metanu i podtlenku azotu. Nawóz suchy emituje większe ilości N_2O , ciekły zaś – więcej CH_4 . Bieżące zagospodarowanie odchodów, zwłaszcza gnojowicy, zmniejsza zagrożenia dla środowiska. Nowe możliwości ekologiczne i ekonomiczne stwarza wykorzystanie gnojowicy do produkcji biogazu rolniczego.

Do szacowania emisji metanu z odchodów zwierzęcych koni, owiec, kóz i drobiu proponuje się zastosowanie metody Tier 1a. W wytycznych IPCC 2019 Ref. równanie określające wielkość emisji CH_4 z odchodów zwierzęcych zostało zaktualizowane o nowe zmienne (5):

$$\text{CH}_{4(\text{mm})} = (\sum(\text{N}_{(\text{T,P})} \times \text{VS}_{(\text{T,P})} \times \text{AWMS}_{(\text{T,S,P})} \times \text{EF}_{(\text{T,S,P})})/1000)$$

gdzie:

$\text{CH}_{4(\text{mm})}$ – roczna emisja CH_4 z gospodarki odchodami ($\text{kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1}$);

$\text{N}_{(\text{T,P})}$ – pogłowie zwierząt dla gatunku/kategorii zwierząt T w systemie produkcyjnym P;

$\text{VS}_{(\text{T,P})}$ – średnia roczna ilość wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych dla kategorii zwierząt T w systemie produkcyjnym P ($\text{kg VS} \cdot \text{szt.}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$);

$\text{AWMS}_{(\text{T,S,P})}$ – udział systemu utrzymania zwierząt dla danego VS dla kategorii zwierząt T oraz systemu utrzymania zwierząt S w systemie produkcyjnym P;

$\text{EF}_{(\text{T,S,P})}$ – wskaźnik bezpośredniej emisji CH_4 z gospodarki odchodami dla kategorii zwierząt T oraz systemu utrzymania zwierząt S w systemie produkcyjnym P ($\text{g CH}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \text{VS}$);

S – system utrzymania zwierząt;

T – kategoria zwierząt;

P – wysoko- lub niskoprodukcyjny system stosowany w metodzie Tier 1a.

Do obliczania ilości wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych VS stosuje się równanie (5):

$$\text{VS}_{(\text{T,P})} = (\text{VS}_{\text{rate}(\text{T,P})} \times \text{TAM}_{\text{T,P}}/1000) \times 365$$

gdzie:

$\text{VS}_{(\text{T,P})}$ – średnia roczna ilość wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych dla kategorii zwierząt T w systemie produkcyjnym P ($\text{kg VS} \cdot \text{szt.}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$);

$\text{VS}_{\text{rate}(\text{T,P})}$ – domyślny współczynnik wydalania VS dla kategorii zwierząt T w systemie produkcyjnym P ($\text{kg VS} \cdot 1000 \text{ kg}^{-1}$ wagi zwierzęcia);

$\text{TAM}_{\text{T,P}}$ – typowa waga dla kategorii zwierząt T w systemie produkcyjnym P ($\text{kg} \cdot \text{szt.}^{-1}$).

W tabeli 3 przedstawiono ilość wydalanych lotnych substancji z odchodów zwierząt gospodarskich VS według obu metodyk, a stosowanych w szacowaniu emisji metanu.

Tabela 3

Ilość lotnych substancji wydalanych przez zwierzęta (Vs) według IPCC 2006 i IPCC 2019 Ref.

Zwierzęta	IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.	IPCC 2019 Ref.
	V _s (kg VS·szt. ⁻¹ ·dzień ⁻¹)	V _{s,rate} (kg VS·1000 kg ⁻¹ wagi zwierz. ⁻¹ ·dzień ⁻¹)	TAM waga (kg)
Krowy mleczne	4,5	6,7	550
Pozostałe bydło	2,7	7,6	389
Owce	0,4	8,2	40
Kozy	0,3	9,0	36
Konie	2,13	5,65	377
Świnie tuczniki	0,3	4,9	59
Świnie lochy	0,5	2,0	204
Drób nioski	0,2	9,4	1,9
Drób brojlery	0,1	16,0	1,1

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2019 Ref. (5)

Do obliczania krajowych wskaźników emisji metanu z odchodów bydła i trzody chlewnej wykorzystuje się bardziej szczegółową metodę Tier 2, stosując równanie (5):

$$EF_{(T)} = (VS_T \times 365) \times (BO_{(T)} \times 0,67 \times \Sigma MCF_{S,k} / 100 \times AWMS_{(T,S,k)})$$

gdzie:

$EF_{(T)}$ – wskaźnik emisji metanu dla kategorii zwierząt T (kg CH₄·szt.⁻¹·rok⁻¹);

VS_T – wskaźnik ilości wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych dla kategorii zwierząt T (kg s.m.·szt.⁻¹·dzień⁻¹);

$BO_{(T)}$ – wskaźnik maksymalnej emisji CH₄ z odchodów dla kategorii zwierząt T (m³ CH₄·kg⁻¹ VS);
0,67 – współczynnik konwersji metanu z m³·kg⁻¹ CH₄;

$MCF_{S,k}$ – współczynnik konwersji do metanu dla systemów przechowywania odchodów zwierząt S w klimacie k (%);

$AWMS_{(T,S,k)}$ – udział kategorii zwierząt T dla systemów przechowywania odchodów zwierząt S w klimacie k.

Natomiast do obliczania ilości wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych (wskaźnik VS wykorzystywany w powyższym wzorze) stosuje się zaktualizowane równanie (5):

$$VS = (GE \times (1 - DE/100) + (UE \times GE)) \times ((1 - ASH)/18,45)$$

gdzie:

VS – wskaźnik ilości wydalanych lotnych substancji z odchodów stałych na bazie suchej masy organicznej (kg VS·dzień⁻¹);

GE – zapotrzebowanie na energię (MJ·dzień⁻¹);

DE – strawność energii (np. 60%);

UE × GE – energia moczu wyrażona jako ułamek GE; dla większości przeżuwaczy GE = 0,04;

ASH – zawartość popiołu w paszy obliczona jako ułamek pobranej paszy wyrażonej w s.m.; dla bydła – 0,08, a dla loch – 0,06;

18,45 – współczynnik konwersji dla GE na kg s.m. (MJ·kg⁻¹); wielkość stosunkowo stała dla różnego typu paszy spożywanej przez zwierzęta.

Należy przy tym zwrócić uwagę, że został zweryfikowany współczynnik MCF (współczynnik konwersji do metanu dla systemów przechowywania odchodów). Porównanie współczynników według metodyk IPCC 2006 i IPCC 2019 Ref. przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Współczynniki MCF dla systemów utrzymania zwierząt

MCF	IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.
Płynny/gnojowica	10% (z naturalnym kożuchem)	12,6% (przykryte)
	17% (bez naturalnego kożucha)	21% (składowanie do 6 miesięcy)
Stały/obornik	2%	2%
Pastwisko	1%	0,47%
Drób – odchody ze ściółą i bez	1,5%	1,5%

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2019 Ref. (5)

Ostatnim, mało istotnym, źródłem metanu jest spalanie resztek poźniwnych. Jego udział w całkowitej emisji z rolnictwa wynosi około 0,2%.

Wpływ wprowadzonych zmian w metodyce na szacunki emisji metanu

Do określenia wpływu wdrożenia zaktualizowanej metodyki IPCC 2019 Ref. na emisję metanu z rolnictwa oszacowaną według dotychczas stosowanych wytycznych IPCC 2006 wybrano rok 2018. Przeprowadzona analiza wykazała, że wprowadzenie

zmian w metodyce spowodowało zmniejszenie całkowitej emisji CH_4 z poziomu 583,53 do 557,29 kt, tj. o 4,5% (tab. 5). Aktualizacja i zróżnicowanie współczynnika konwersji do metanu Y_m spowodowało znaczne obniżenie wskaźników emisji CH_4 prawie dla wszystkich kategorii bydła (tab. 3). Wprawdzie współczynniki emisji metanu z fermentacji jelitowej dla kóz i owiec według nowych wytycznych zostały podwyższone, to jednak z powodu znacznie większego pogłowia bydła w porównaniu z pozostałymi kategoriami zwierząt, łączna emisja z fermentacji jelitowej zmniejszyła się z 533,34 do 489,29 kt, czyli o 6,3% (tab. 5). Natomiast emisja metanu z nawozów organicznych wzrosła o 11,3% (z 60,21 do 67,02 kt CH_4). Głównym powodem tego wzrostu była aktualizacja współczynników MCF dla systemów utrzymania zwierząt (tab. 4). W szacunkach CH_4 według wytycznych IPCC 2019 Ref. uwzględniono współczynniki dla zbiorników na gnojowicę z przykryciem oraz przyjęto składowanie do 6 miesięcy.

Tabela 5

Zmiany w wielkościach emisji metanu dla roku 2018 oszacowanych na podstawie metodyk IPCC 2006 i IPCC 2019 Ref.

2018 (kt)	N_2O	
	IPCC 2006	IPCC 2019 Ref.
Rolnictwo łącznie	583,53	557,29
Fermentacja jelitowa	522,34	489,29
Nawozy organiczne	60,21	67,02
Spalanie resztek roślinnych	0,98	0,98

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2006 (2), IPCC, 2019 Ref. (4)

Obecnie, zgodnie z decyzjami Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, do przeliczania emisji metanu na ekwiwalent CO_2 stosowany jest wskaźnik globalnego ocieplenia na poziomie $\text{GWP} = 25$. Jednak od pewnego czasu trwają przygotowania do wdrożenia zaktualizowanych wskaźników pochodzących z Piątego Raportu IPCC – AR5 (3). W AR5 wskaźnik GWP dla metanu został podwyższony z $\text{GWP} = 25$ do $\text{GWP} = 28$.

Analizując wyniki przedstawione w przeliczeniu na ekwiwalent CO_2 , należy stwierdzić, że wdrażając nowe wytyczne IPCC 2019 Ref., można spodziewać się redukcji metanu o 4,5%, zwłaszcza z fermentacji jelitowej, która jest głównym źródłem emisji tego gazu (spadek z 13058,5 do 12232,3 kt ekw. CO_2 , tj. o 6,3%) (tab. 6). Natomiast emisja metanu z nawozów organicznych zwiększyła się z 1505,3 do 1675,5 kt ekw. CO_2 , tj. o 11,3%. Zaktualizowanie wskaźnika globalnego ocieplenia GWP do wartości 28 powoduje wzrost emisji CH_4 i to zarówno w porównaniu z szacunkami wykonanymi według aktualnie obowiązującej metodyki IPCC 2006, jak i zaktualizowanej IPCC 2019 Ref. Reasumując, należy stwierdzić, że proponowane zmiany (wytycznych, GWP) przyczynią się do wzrostu całkowitej emisji metanu z sektora rolnego o 7%.

Tabela 6

Zmiany w wielkościach emisji metanu dla roku 2018 oszacowanych na podstawie metodyk IPCC 2006 i IPCC 2019 Ref. oraz z uwzględnieniem potencjałów GWP

kt ekw. CO ₂	IPCC 2006 GWP = 25	IPCC 2019 Ref. GWP = 25	IPCC 2019 Ref. GWP = 28
Rolnictwo łącznie	14588,3	13932,3	15604,1
Fermentacja jelitowa	13058,5	12232,3	13700,1
Nawozy organiczne	1505,3	1675,5	1876,6
Spalanie resztek roślinnych	24,5	24,5	27,4

Źródło: opracowano na podstawie IPCC, 2006 (2), IPCC, 2019 Ref. (4)

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wykazała, że jednoczesne wdrożenie zaktualizowanej metodyki (5) oraz zmiana współczynników globalnego ocieplenia spowoduje wzrost emisji CH₄ z rolnictwa. Dotychczas głównym powodem redukcji metanu z produkcji rolniczej było zmniejszenie pogłowia zwierząt gospodarskich. Jednak liczne badania wskazują, że sposobem na ograniczanie emisji CH₄ może być wdrażanie praktyk żywieniowych (wprowadzanie udziału roślin bobowatych w dawkach pokarmowych bydła i zwierząt monogastrycznych, wzrost udziału pasz treściwych itp.), odpowiednie utrzymanie zwierząt gospodarskich (szybkie usuwanie gnojowicy z budynków inwentarskich, systemy rusztowe) oraz właściwe przechowywanie i stosowanie nawozów naturalnych (przykrywanie miejsc przechowywania, bezrozbrzygowa aplikacja). Inną możliwością ograniczenia emisji metanu jest bezpośrednie wykorzystanie gnojowicy jako surowca do produkcji biogazu.

Literatura

1. European Commission, 2016: Proposal for an Effort Sharing Regulation 2021–2030. https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/regulation_en
2. IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. A report prepared by the Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (TFI) of the IPCC. 2006, Hayama, Japan: IGES.
3. IPCC, 2014. AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
4. IPCC, 2019. <https://www.ipcc.ch/2019/05/13/ipcc-2019-refinement/>
5. IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: EMISSIONS FROM LIVESTOCK AND MANURE MANAGEMENT. https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch10_Livestock.pdf
6. Kebrab E., Tedeschi L., Dijkstra J., Ellis J.L., Bannink A., France J.: Modeling Greenhouse Gas Emissions from Enteric Fermentation. Synthesis and Modeling of Greenhouse Gas Emissions and Carbon Storage in Agricultural and Forest Systems to Guide Mitigation and Adaptation, 2016, 6: 173-195.
7. NIR 2020 PL. Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych dla lat 1988–2018. Raport syntetyczny wykonany na potrzeby Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto. KOBiZE IOS-PIB. Warszawa 2020.

8. Richardson C., Baes C., Amer P., Quinton C., Martin P., Osborne V., Pryce J.E., Miglior F.: Determining the economic value of daily dry matter intake and associated methane emissions in dairy cattle. *Animal*, 2020, **14**: 171-179.
9. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z dnia 15 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013 w odniesieniu do technicznego wykonania Protokołu z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Dz.U.L 189/155 z 27.06.2014.
10. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie wiążących rocznych redukcji emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie od 2021 r. do 2030 r. przyczyniających się do działań na rzecz klimatu w celu wywiązania się z zobowiązań wynikających z Porozumienia paryskiego oraz zmieniające rozporządzenie (UE) nr 525/2013. Dz.U.L 156/26 z 19.06.2019.
11. Walczak J.: Precyzyjny chów zwierząt, a środowisko naturalne. *Przegląd Hodowlany*, 2019, **5**: 1-6.
12. Winnicki S., Jugowar J.L., Karłowski J.: Monitorowanie gospodarstw rolnych jako źródeł emisji rolniczych. Raport z realizacji umowy pomiędzy Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi a Instytutem Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach, Poznań 2010.
13. Zeitz J.O., Soliva C.R., Kreuzer M.: Swiss diet types for cattle: how accurately are they reflected by the Intergovernmental Panel on Climate Change default values? *Journal of Integrative Environmental Science*, 2012, **9**: 199-216.

Adres do korespondencji:

dr Zuzanna Jarosz; prof. dr hab. Antoni Faber
Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8,
24-100 Puławy
tel.: 81 47 86 766; 81 47 86 767
e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl,
faber@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Zuzanna Jarosz	0000-0002-3428-5804
Antoni Faber	0000-0002-3055-1968