

Emisja i pochłanianie metanu (CH₄) przez gleby łąk i pastwisk w warunkach powodzi i suszy

Adrianna Rafalska, Adam Kubaczyński, Anna Walkiewicz*

Zakład Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego, Instytut Agrofizyki, Polska Akademia Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland

*Autor korespondencyjny: a.walkiewicz@ipan.lublin.pl

WSTĘP

Formacje trawiaste zajmują ok. 40% lądowej powierzchni Ziemi [1]. Obszary te, obok ekosystemów leśnych, przyczyniają się do łagodzenia skutków zmian klimatu dzięki sekwestracji węgla oraz pochłanianiu atmosferycznego metanu (CH₄) przez gleby w wyniku aktywności metanotroficznej [2].

Metan jest jednym z kluczowych **gazów cieplarnianych (GHG)**, a wzrost jego stężenia w atmosferze wpływa na postępowanie zmian klimatycznych i coraz częstsze pojawianie się ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak **intensywne opady deszczu, powódzie czy susze** [2,3,4]. Zjawiska te mogą znacząco oddziaływać na funkcjonowanie ekosystemów lądowych oraz regulować wymianę GHG między glebą a atmosferą— m.in. poprzez modyfikację zawartości wody w glebie [2]. **Wilgotność gleby** jest jednym z głównych regulatorów emisji i pochłaniania CH₄ w glebach oraz dostępności i dyfuzyjności gazów (szczególnie O₂ i CH₄) w profilu glebowym [3,5].

Celem pracy było przybliżenie wpływu powodzi oraz suszy na wymianę metanu (CH₄) w glebach użytków zielonych z uwzględnieniem mechanizmów odpowiedzialnych za emisję i pochłanianie CH₄ w glebach o zwiększonej lub obniżonej wilgotności.

Procesy odpowiadające za produkcję i pochłanianie metanu w glebach:

- Metanotrofia** – proces utleniania CH₄ przez **bakterie metanotroficzne**, które wykorzystują go jako źródło energii i węgla [5]. Zachodzi zwłaszcza w wilgotnych i dobrze napowietrzonych glebach, w których panują **warunki tlenowe** [3]. Obok właściwości fizyko-chemicznych gleb, proces ten jest regulowany głównie przez wilgotność gleby, która wpływa na szybkość dyfuzji gazów [4, 5].
- Metanogeneza** – proces, w trakcie którego CH₄ jest wytwarzany w **warunkach beztlenowych** przez **metanogeny** należące głównie do domeny archeonów (*Archaea*) [4,5]. Proces ten zachodzi w glebach o dużej wilgotności, np. zalewanych czy zanurzonych pod wodą (np. uprawy ryżu, podmokłe łąki), a także w głębszych warstwach profilu glebowego [5].

Główne regulatory metanotrofii i metanogenezy w glebach:

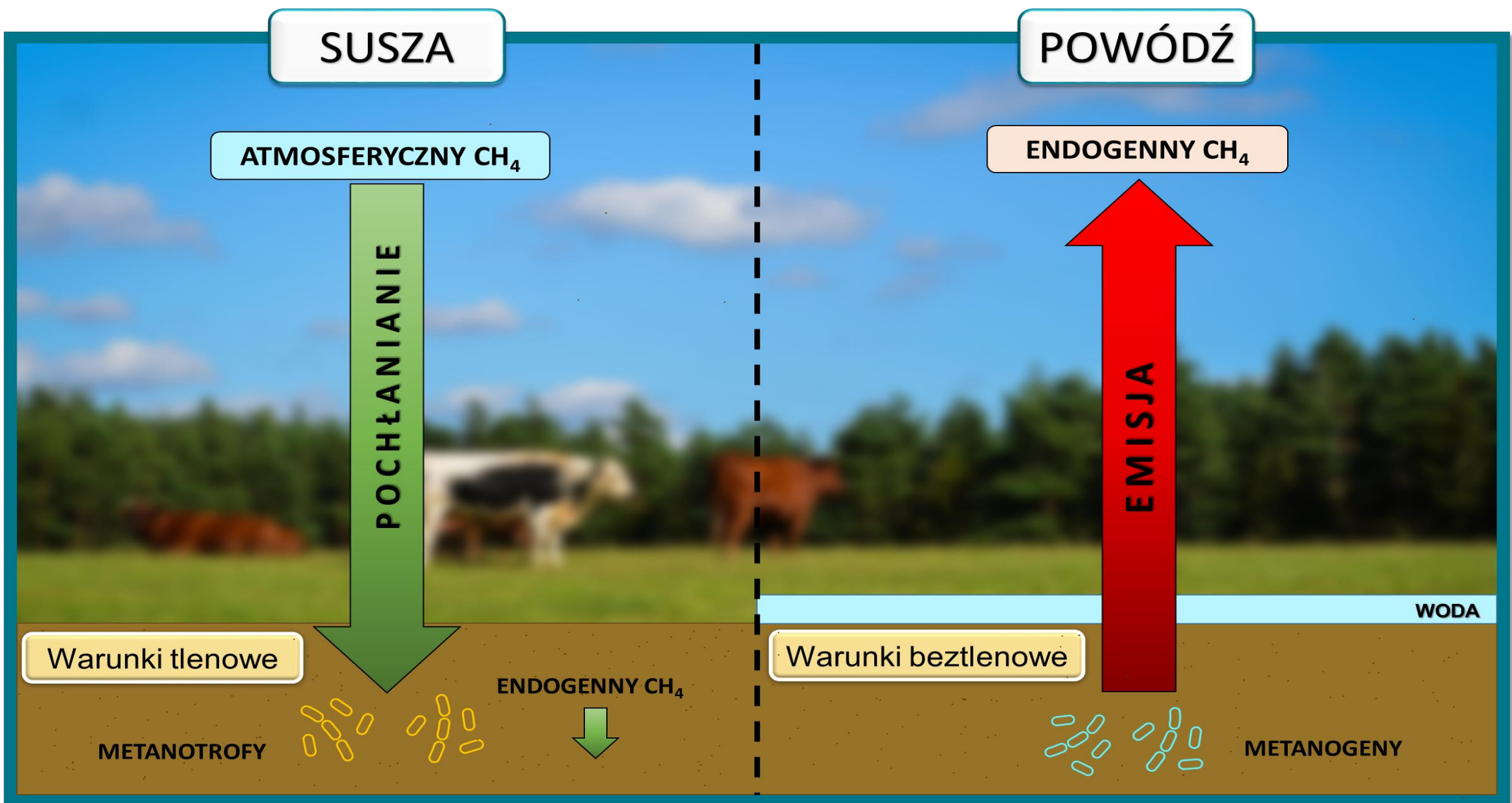
Metanotrofia i metanogeneza



WNIOSKI

- Gleby łąk i pastwisk mają istotny wkład w zmiany klimatyczne m.in. poprzez udział w obiegu metanu—jednego z kluczowych gazów cieplarnianych. W wyniku powodzi i okresowego zalewania gleby łąk i pastwisk mogą stać się źródłem CH₄, a wielkość emisji rośnie wraz z czasem trwania powodzi, po czym znacząco spada.
- Na wielu obszarach dotkniętych suszą utlenianie CH₄ nie ulega zmianie lub jest wyższe ze względu na zwiększoną dyfuzję gazów oraz niewrażliwość metanotrofów na stres wywołany spadkiem wilgotności gleby.
- Łąki i pastwiska mogą w przyszłości stać się źródłami metanu, jeżeli intensywność opadów i powodzi będzie się zwiększać.
- W warunkach suszy gleby łąk i pastwisk mogą zwiększyć zdolność do pochłaniania metanu, zwłaszcza na obszarach charakteryzujących się wyższą zawartością wody w glebie.

Praca realizowana w ramach projektu ReLive (Powrót do przyszłości: Reintegracja gruntów i hodowli zwierząt dla ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i cyrkularności) współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu ERA-NET 2021 Joint Call on Circularity.



POWÓDŹ / OKRESOWE ZALANIE		
Wpływ na strumień CH ₄	Mechanizm odpowiedzialny za emisję lub pochłanianie CH ₄	Źródło
Emisja	Wzrost wilgotności gleby; obniżenie potencjału redoks gleby	[6]
	Zwiększony dopływ świeżej materii organicznej; warunki beztlenowe w glebie	[7]
	Wzrost wilgotności gleby; warunki beztlenowe w glebie	[8, 9]
SUSZA		
Wpływ na strumień CH ₄	Mechanizm odpowiedzialny za emisję lub pochłanianie CH ₄	Źródło
Wzrost pochłaniania	Spadek wilgotności gleby; wzrost napowietrzenia i dostępności O ₂ dla metanotrofów	[10]
	Adaptacja i odporność metanotrofów na wysychanie	[11]
	Stres suszy na metanotrofy w wierzchniej warstwie gleby został zrównoważony przez zwiększone utlenianie CH ₄ w głębszych poziomach gleby	[3]
Brak	Adaptacja metanotrofów do mniej wilgotnego środowiska; zbyt niewielkie zmiany wilgotności gleby	[4, 12]

LITERATURA

- Stevens (2018). Recent advances in understanding grasslands. *F1000Research*, 7, F1000 Faculty Rev-1363.
- Oram et al. (2020). Can flooding-induced greenhouse gas emissions be mitigated by trait-based plant species choice? *Sci. Total Environ.*, 727, 138476.
- Hartmann et al. (2011). A study of soil methane sink regulation in two grasslands exposed to drought and N fertilization. *Plant Soil* 342, 265-275.
- Zhang et al. (2021). Warming and drought increase but wetness reduces the net sink of CH₄ in alpine meadow on the Tibetan Plateau. *Appl. Soil Ecol.*, 167, 104061.
- Serrano-Silva et al. (2014). Methanogenesis and methanotrophy in soil: A review. *Pedosphere* 24, 3, 291-307.
- Wang & Bettany (1997). Methane emission from Canadian prairie and forest soils under short term flooding conditions. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 49, 97-202.
- Desyatkin et al. (2014). Flood effect on CH₄ emission from the alas in Central Yakutia, East Siberia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 60, 242-253.
- Takakai et al. (2008). CH₄ and N₂O emissions from a forest-alas ecosystem in the permafrost taiga forest region, eastern Siberia, Russia. *J. Geophys. Res.* 113, G02002.
- Desyatkin et al. (2009). CH₄ emission from different stages of thermokarst formation in Central Yakutia, East Siberia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 55, 558-570
- Li et al. (2016). Responses of greenhouse gas fluxes to climate extremes in a semiarid grassland. *Atmos. Environ.* 142, 32-42.
- Qi et al. (2021). Microbial functional responses explain alpine soil carbon fluxes under future climate scenarios. *mBio* 12, e00761-20.
- Blankinship et al. (2010). Response of terrestrial CH₄ uptake to interactive changes in precipitation and temperature along a climatic gradient. *Ecosystems* 13, 1157-1170.



INSTYTUT
AGROFIZYKI
P A N

