

Mariusz Matyka, Agata Witorożec-Piechnik

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

PROGNOZOWANE ZNACZENIE POFERMENTU Z BIOGAZOWNI
ROLNICZYCH W KONTEKŚCIE REALIZACJI CELÓW EUROPEJSKIEGO
ZIELONEGO ŁADU*

Słowa kluczowe: poferment, biogazownia rolnicza, Europejski Zielony Ład, gospodarka nawozowa

Wstęp

Mając na uwadze realizację zobowiązań polityk UE, należy stwierdzić, że w Polsce istnieje pilna potrzeba zintensyfikowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE), które stanowią alternatywę dla paliw kopalnych. Pozyskanie energii z OZE wpisuje się również w założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) (2, 11, 12). W ramach „Polityki energetycznej dla Polski do 2040 roku” jako cel określono zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych do 23% ogółu produkcji energii w Polsce do 2030 roku (13, 16). Dodatkowo w polityce EZŁ wyznaczone zostały cele ochrony klimatu, m.in. w aspekcie ograniczenia zużycia nawozów mineralnych (6). Zgodnie z ustawą Prawo energetyczne biogazownie są zaliczane do instalacji produkujących energię odnawialną (15). W Polsce podejmowane są liczne działania na rzecz szerszego wprowadzenia OZE jako źródła zaspokojenia potrzeb energetycznych kraju.

Udział poszczególnych rodzajów źródeł energii odnawialnej, w tym biogazowni, jest determinowany warunkami lokalnymi oraz potencjałem zasobów koniecznych do ich funkcjonowania. Biogazownie pełnią szereg ważnych funkcji, m.in.: są źródłem odnawialnej energii elektrycznej i cieplnej, służą do utylizacji produktów ubocznych i odpadów z produkcji rolnej oraz przetwórstwa rolno-spożywczego. Są również ważnym elementem dywersyfikacji produkcji rolnej. Przy założeniu, że głównymi substratami do produkcji biogazu będą substraty z produktów ubocznych pochodzą-

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.1 pt. „Nawożenie użytków rolnych” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2022 r.

cych z produkcji rolniczej, szacuje się, że wytwarzanie energii z biogazowni mogłoby stanowić 18% obecnej produkcji energii elektrycznej w Polsce (5).

Nierozłącznym elementem produkcji biogazu jest wytwarzanie pofermentu, określanego również jako osad pofermentacyjny, pulpa pofermentacyjna, substancja pofermentacyjna lub dygestat. Jego ilość jest na ogół o kilka procent niższa od masy substratów użytych w procesie wytwarzania biogazu (ubytek związany jest z masą wytwarzanego biogazu). W niektórych biogazowniach ilość pofermentu może być jednak znacząco mniejsza od masy substratów, jeśli część wody technologicznej zostanie zawrócona i wykorzystana ponownie w procesie fermentacji metanowej. Poferment składa się głównie z nierozłożonych związków organicznych (zwłaszcza ligniny), składników mineralnych oraz biomasy bakterii metanowych. Skład chemiczny pofermentu zależy od rodzaju i proporcji substratów biorących udział w procesie fermentacji beztlenowej. Wartość nawozowa pofermentu uzależniona jest od jego składu chemicznego. Istotne jest, że w trakcie prawidłowo prowadzonego procesu fermentacji następuje znaczne obniżenie odoru powodowanego przez substancje zapachowe, które występują w niektórych substratach, np. w gnojowicy. Dodatkowo w czasie beztlenowej fermentacji metanowej następuje eliminacja nasion chwastów oraz patogenów w masie pofermentacyjnej. Jakość pofermentu, a także lokalne uwarunkowania oraz obowiązujące regulacje prawne są aspektami mającymi decydujący wpływ na sposób jego wykorzystania (3). Poferment może być wykorzystywany do nawożenia zarówno na gruntach ornych, jak i na użytkach zielonych. Wśród korzyści wynikających ze stosowania pofermentu w nawożeniu należy wymienić:

- zwiększenie plonów roślin uprawnych i polepszenie ich jakości,
- poprawa właściwości gleby,
- lepsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny (14).

Zdaniem Kowalczyk-Jusko i Szymańskiej (9) oraz Podkówki (14) wykorzystanie pofermentu wiąże się również z szeregiem korzyści środowiskowych, do których możemy zaliczyć:

- zamknięcie obiegu składników nawozowych,
- ograniczenie emisji odorów związanych ze składowaniem i stosowaniem nawozów naturalnych,
- zmniejszenie ryzyka zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych,
- zmniejszenie wydobycia naturalnych kopalin, głównie fosforytów i soli potasowej,
- ograniczenie zużycia nawozów mineralnych, w tym głównie azotowych, co przekłada się na zmniejszenie wykorzystania paliw kopalnych i w efekcie ograniczenie emisji gazów cieplarnianych.

Należy zwrócić uwagę, że w latach 2011–2020 nie obserwowano dynamicznego rozwoju instalacji do produkcji biogazu. W skali kraju średnio na rok przybywało 12 biogazowni rolniczych.

Celem niniejszego opracowania jest oszacowanie ilości makroskładników nawozowych z pofermentu możliwych do zastosowania na użytkach rolnych jako substytut nawożenia mineralnego.

Material i metody

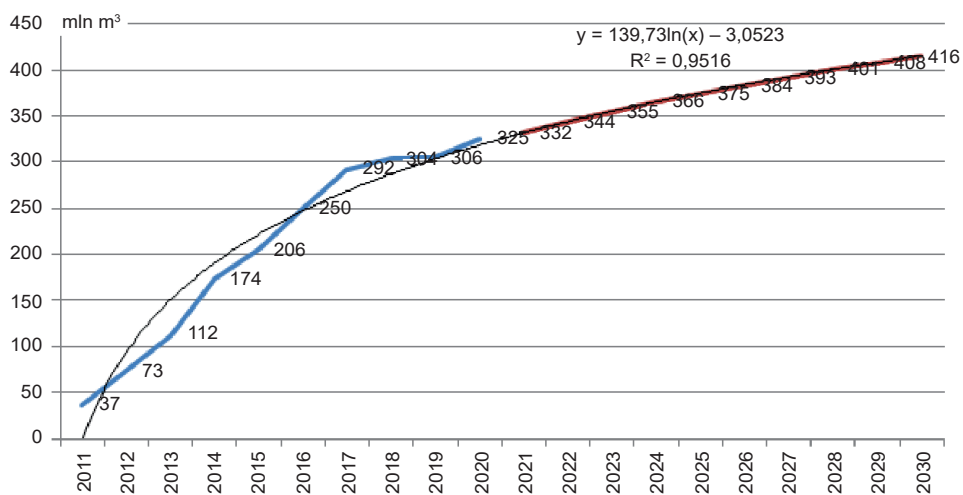
Analizy przeprowadzono na podstawie danych z rejestru wytwórców biogazu rolniczego KOWR z lat 2011–2020. Na podstawie analizy trendu wykonano predykcję produkcji biogazu oraz ilości zużytych surowców i wytworzonego pofermentu do 2030 r. Kryterium doboru rodzaju równania trendu była najwyższa wartość wskaźnika determinacji (R^2), który określa stopień dopasowania modelu. Dla wszystkich analizowanych parametrów najlepszym dopasowaniem (ok. 95%) cechowało się logarytmiczne równanie trendu.

Na potrzeby analizy przyjęto następujący skład substratu poddawanego procesowi fermentacji: gnojowica – 27%, wywar gorzelniany – 21%, pozostałości po owocach i warzywach – 21%, kiszonka z kukurydzy – 16%, wysłodki buraczane – 6%, odpady z przemysłu rolno-spożywczego – 4%, odpady z przemysłu mleczarskiego – 3%, obornik – 2% (8, 10).

Na podstawie danych literaturowych ilość pofermentu warunkowaną składem surowcowym określono na 84% masy fermentowanego surowca. Zawartość poszczególnych składników nawozowych w $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ przyjęto na następującym poziomie: N – 4,4; $\text{NH}_3\text{-N}$ – 2,6; P_2O_5 – 1,9; K_2O – 5,0 (14).

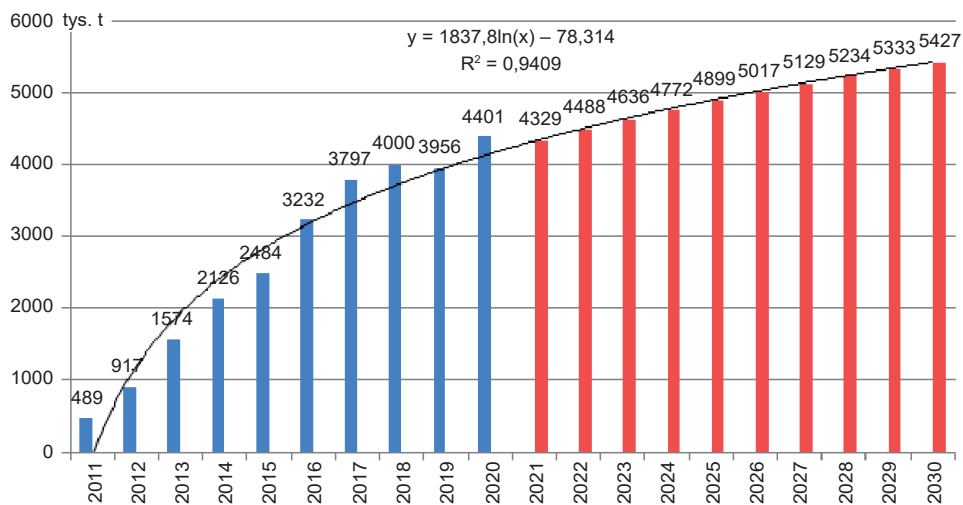
Wyniki

Średniookresowa prognoza rozwoju produkcji biogazu rolniczego wskazuje na utrzymanie tendencji wzrostowej. Przy założeniu, że tempo rozwoju biogazowni rolniczych będzie tożsame z tym z lat 2011–2020, oszacowano, że produkcja biogazu w 2030 r. będzie wynosić 416 mln m^3 i będzie wyższa o 28% w stosunku do wartości uzyskanej w 2020 r. (rys. 1). Naturalną konsekwencją rosnącej produkcji biogazu będzie wzrost ilości zużywanych do tego procesu substratów oraz wytworzonego pofermentu (rys. 2 i 3). Wartości tych parametrów wzrosną o 23% w 2030 r. w stosunku do roku 2020. Wytworzony poferment może być wykorzystany do nawożenia użytków rolnych. Z licznych badań wynika bowiem, że poferment jest wartościowym źródłem składników odżywczych dla roślin (1, 4, 7).



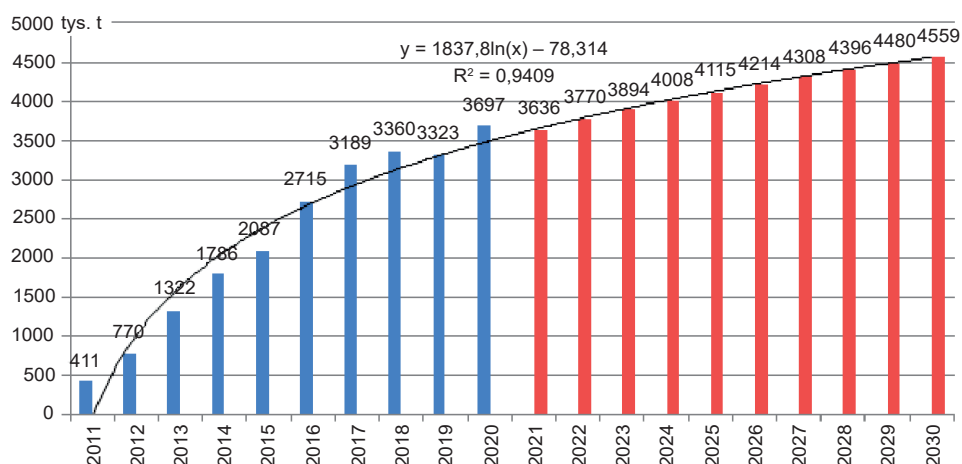
Rys. 1. Ilość wytworzonego biogazu rolniczego w latach 2011–2020 z prognozą do 2030 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KOWR (10)



Rys. 2. Łączna ilość surowców zużyta do produkcji biogazu w latach 2011–2020 z prognozą do 2030 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KOWR (10)



Rys. 3. Szacunkowa ilość wytworzonego pofermentu w latach 2011–2020 z prognozą do 2030 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KOWR (10) oraz Podkówa, 2012 (14)

Wraz ze wzrostem ilości wytwarzanego pofermentu zwiększeniu ulegać będzie również ilość makroskładników dostarczanych wraz z nim na pola (tab. 1).

Tabela 1

Szacunkowa ilość składników nawozowych pozyskana z pofermentu w latach 2011–2020 z prognozą do 2030 r.

Rok	Ilość składników nawozowych (t)			
	N	NH ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2011	1807	1068	780	2054
2012	3389	2003	1464	3851
2013	5818	3438	2512	6611
2014	7858	4643	3393	8929
2015	9181	5425	3964	10433
2016	11945	7059	5158	13574
2017	14034	8293	6060	15947
2018	14784	8736	6384	16800
2019	14621	8640	6314	16615
2020	16266	9612	7024	18484
2021	15998	9454	6908	18180
2022	16589	9803	7164	18851
2023	17133	10124	7398	19469
2024	17636	10421	7616	20041
2025	18105	10698	7818	20574

cd. tab. 1

Rok	Ilość składników nawozowych (t)			
	N	NH ₃ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2026	18543	10957	8007	21072
2027	18955	11201	8185	21540
2028	19343	11430	8353	21981
2029	19711	11647	8511	22398
2030	20059	11853	8662	22794

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych KOWR (10) oraz Podkówa, 2012 (14)

Podkreślić należy, że zarówno obecnie, jak i w perspektywie 2030 r., przy prognozowanym tempie rozwoju sektora, ilości makroskładników nawozowych z pofermentu, możliwych do zastosowania w rolnictwie, będą relatywnie niewielkie. W odniesieniu do ich zużycia w postaci nawozów mineralnych w 2021 r. stanowią one 1,5% dla azotu (N), 2% dla fosforu (P₂O₅) i 3% dla potasu (K₂O).

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę założenia Europejskiego Zielonego Ładu dotyczące ograniczenia o 50% strat składników pokarmowych i zmniejszenia o 20% ilości nawożenia mineralnego, zastosowanie w tym kontekście pofermentu będzie miało niewielkie znaczenie w skali kraju i może być istotne jedynie regionalnie. Wynika to głównie z niewielkiego wolumenu jego produkcji zarówno aktualnie, jak i w perspektywie najbliższych lat.

Literatura

1. Bustamante M.A., Moral R., Bonmatí A., Palatsí J., Solé-Mauri F., Bernal M.P.: Integrated waste management combining anaerobic and aerobic treatment: A case study. *Waste and Biomass Valorization*, 2014, **5(3)**: 481-490. DOI: 10.1007/s12649-013-9260-9
2. Cebula J.: Biogazownie w niewielkich gospodarstwach. W: *Odnawialne źródła energii i działania adaptacyjne do zmian klimatu w rolnictwie i na wsi – przykłady doświadczeń w UE*, A. Grzybek (red.). 2009, ss. 133.
3. Czekała W., Pilarski K., Dach J., Janczak D., Szymańska M.: Analiza możliwości zagospodarowania pofermentu z biogazowni. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna*, 2012, **4**: 13-15.
4. Dębowski M., Szwaja S., Zieliński M., Kisielewska M., Stańczyk-Mazanek E.: The influence of anaerobic digestion effluents (ADEs) used as the nutrient sources for *Chlorella* sp. cultivation on fermentative biogas production. *Waste and Biomass Valorization*, 2017, **8(4)**: 1153-1161. DOI: 10.1007/s12649-016-9667-1
5. Juszcak A., Maj M.: *Rozwój i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2020, ss. 33.
6. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejski Zielony Ład. Bruksela, dnia 11.12.2019 r. COM(2019) 640.

7. Koszeł M., Przywara A., Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A.: Evaluation of the Use of Biogas Plant Digestate as a Fertilizer in Field Cultivation Plant., 2017, s. 181-186. DOI: 10.24326/fmpmsa.2017.33
8. Kowalczyk-Juśko A.: Substraty do produkcji biogazu. Raport biogaz w Polsce, 2020, 202076-81, ss. 110.
9. Kowalczyk-Juśko A., Szymańska M.: Poferment nawozem dla rolnictwa. MRiRW, FDPA, Warszawa 2015, ss. 60.
10. KOWR. Dane dotyczące działalności wytwórców biogazu rolniczego w latach 2011–2020. <https://bip.kowr.gov.pl/informacje-publiczne/odnawialne-zrodla-energii/biogaz-rolniczy/dane-dotyczace-dzialalnosci-wytworcow-biogazu-rolniczego-w-latach-2011-2020>
11. Mieliński W.: Odnawialne źródła energii jako element Nowego Zielonego Ładu. *Academia. Magazyn Polskiej Akademii Nauk*, 2021, **1(65)**: 84-87. DOI: 10.24425/academiaPAN.2021.136853
12. Musiał K., Szumięc A.: Istota Zielonego Ładu we Wspólnej Polityce Rolnej 2021–2027 – wyzwania dla rolnictwa w aspekcie środowiska i przyrody. *Wiadomości Zootechniczne*, 2021, **3**: 3-14.
13. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r. (Dz.U z 2021 r. poz. 264).
14. Podkówa Z.: Substancja pofermentacyjna. W: *Biogaz rolniczy, odnawialne źródło energii. Teoria i praktyczne zastosowanie*, W. Podkówa (red.). Powszechnie Wydawnictwa Rolnicze i Leśne, Warszawa 2012, s. 112-118.
15. Ustawa a dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne. (Dz.U. 1997 nr 54, poz. 348).
16. Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021. *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.* Warszawa 2021.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Mariusz Matyka
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 4786 801
e-mail: Mariusz.Matyka@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Mariusz Matyka	0000-0001-6269-1175
Agata Witorożec-Piechnik	0000-0003-4071-3382