

Alina Syp*, Anita Gębka, Artur Żukiewicz****

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach,

**Powiatowy Zespół Doradztwa Rolniczego w Łęcznej,

***Biuro Powiatowe Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Łęcznej

EMISJE N₂O W GOSPODARSTWIE SPECJALIZUJĄCYM SIĘ W PRODUKCJI ROŚLINNEJ

N₂O EMISSIONS IN ARABLE FARM

Słowa kluczowe: emisja podtlenku azotu (N₂O), kalkulator BioGrace, kalkulator Global Nitrous Oxide Calculator (GNOC)

Key words: nitrous oxide emission (N₂O), BioGrace calculator, Global Nitrous Oxide Calculator (GNOC)

JEL codes: Q580

Abstrakt. Nawozy azotowe są głównym źródłem emisji podtlenku azotu (N₂O) z gleb użytkowanych rolniczo. Celem badań było obliczenie emisji N₂O z wykorzystaniem metodyki IPCC na poziomie pierwszym (Tier 1) i drugim (Tier 2) w gospodarstwie specjalizującym się w produkcji roślinnej. Obliczenia emisji na poziomie Tier 1 wykonano przy użyciu kalkulatora BioGrace, a na poziomie Tier 2 kalkulatora Global Nitrous Oxide Calculator (GNOC). Emisje N₂O w analizowanym gospodarstwie obliczone według Tier 1 wyrażone w kg N na ha uprawy były następujące: pszenica ozima – 4,6, pszenica jara – 3,63, rzepak ozimy – 4,34, burak cukrowy – 4,52 i kukurydza – 4,08. Wielkości emisji N₂O obliczone według Tier 2 były dwukrotnie mniejsze. Emisja N₂O w całym gospodarstwie liczona według metodyki Tier 1 była o 84% większa niż liczona według Tier 2. Emisje bezpośrednie N₂O pochodzące ze stosowanych nawozów azotowych i resztek poźniowych w BioGrace stanowiły 78%, a w GNOC – 73%. Pozostałe 22 i 27% to emisje pośrednie pochodzące z wymywania i pochłaniania azotu. Uzyskane dane pokazują, że wykorzystanie kalkulatora GNOC, który uwzględni zmienność lokalną pozwala dokładniej oszacować emisję N₂O.

Wstęp

Podtlenek azotu (N₂O) jest jednym z głównych gazów cieplarnianych, który ma 8% udział w antropogenicznym potencjale ocieplenia [IPCC 2007]. Globalna koncentracja tego gazu w atmosferze wzrosła z 275 ppb od początku ery przemysłowej do 319 ppb w 2005 roku [IPCC 2007]. Gleby użytkowane rolniczo są źródłem bezpośredniej i pośredniej emisji N₂O [Sheehy i in. 2012]. Emisje N₂O są wynikiem mikrobiologicznych procesów nityfikacji i denityfikacji zachodzących w glebie. Stosowne dawki nawożenia azotowego są podstawą do szacowania emisji N₂O [Shcherbak i in. 2014]. Zgodnie z metodyką opracowaną przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu – IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), szacownie emisji N₂O w zależności od ilości posiadanych danych może być wykonywane na trzech poziomach – Tier 1, 2 i 3 [IPCC 2006].

Celem badań było obliczenie: emisji N₂O z uprawy pszenicy ozimej i jarej, rzepaku, buraka cukrowego i kukurydzy z wykorzystaniem metodyki IPCC na poziomie Tier 1 i 2 oraz pokazanie struktury emisji N₂O w gospodarstwie specjalizującym się w produkcji roślinnej.

Materiał i metodyka badań

Kalkulacja emisji N₂O została wykonana na podstawie ankiety przeprowadzonej w gospodarstwie rolnym na podstawie danych za rok 2015. Gospodarstwo położone jest w miejscowości Zakrzów w powiecie łęczyńskim w województwie lubelskim (rys. 1). Powierzchnia gospodarstwa wynosi 57,35 ha, z tego 28,37 ha to grunty dzierżawione. Dane dotyczące uprawy poszczególnych roślin w gospodarstwie przedstawiono w tabeli 1, a na rysunku 2 przedstawiono udział poszczególnych roślin w strukturze upraw. Poszczególne rośliny uprawiane były zgodnie z Kodeksem Dobrej

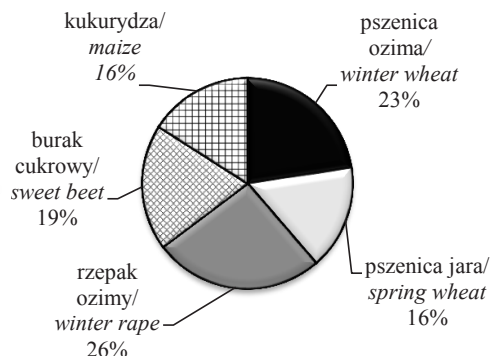


Rysunek 1. Lokalizacja gospodarstwa

Figure 1. Farm location

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rysunek 2. Struktura upraw w gospodarstwie

Figure 2. Crops structure

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 1. Dane dotyczące uprawianych roślin w gospodarstwie

Table 1. Data on the crops production on the farm

Wyszczególnienie/ Specification	Roślina/Crop				
	pszenica ozima/ winter wheat	pszenica jara/ spring wheat	rzepak ozimy/ rape seed	burak cukrowy/ sugar beet	kukurydza/ maize
Powierzchnia uprawy/Area [ha]	12,7	9,07	14,69	10,86	8,97
Plon/ Yield [dt/ha]	60	50	35	500	95
Termin siewu/Sowing date	18.09.2014	23.03.2015	20.08.2015	22.04.2015	20.04.2015
Norma wysiewu/Sowing	2,5 dt/ha	2,5 dt/ha	0,3 js/ha	1,25 js/ha	1 js/ha
Nawożenie N/Fertilization N [kg/ha]	149	114	136	138	141
Nawożenie P kg/ha Fertilization P [kg/ha]	70	40	80	100	110
Nawożenie K/Fertilization K [kg/ha]	105	60	120	150	135
Wykorzystanie resztek pożniwnych/Use of crop residues	95% przyoranie/ plowing	95% przyoranie/ plowing	przyoranie/ plowing	przyoranie/ plowing	przyoranie/ plowing
Wilgotność/Humidity [%]	15	15	9	75	72

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

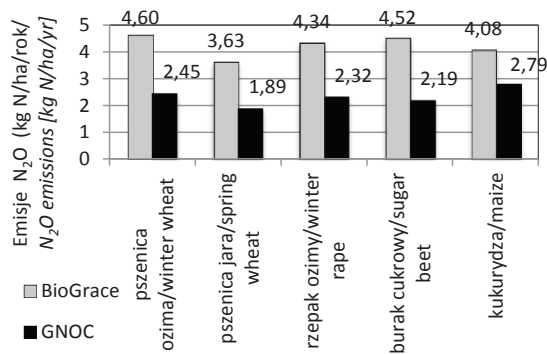
Praktyki Rolniczej. W gospodarstwie w badanym roku nie stosowano nawożenia organicznego.

Do obliczenia emisji N₂O na poziomie Tier 1 wykorzystano kalkulator BioGrace ver. 4d [BioGrace 2015]. Jest to narzędzie opracowane do obliczania emisji gazów cieplarnianych z gleb uprawnych zgodnie z kryteriami zrównoważonego rozwoju określonymi w dyrektywach Parlamentu Europejskiego [Dz. Urz. UE 147(46)]. Dane niezbędne do obliczenia emisji to: rodzaj uprawianej rośliny, plon ziarna i słomy, zawartość wody, sposób wykorzystania resztek poźniwnych oraz dawki stosowanych nawozów azotowych zarówno organicznych, jak i mineralnych. Na podstawie wprowadzonych danych oblicza się średnią emisję N₂O na hektar uprawy i kg plonu suchej masy. Według tej metody zmienność emisji waha się od 0,3 do 3%. Do obliczania emisji na poziomie Tier 2 wykorzystano kalkulator GNOC (*Global Nitrous Oxide Calculator*) [Köbke 2014]. Narzędzie to jest stosowane do obliczania emisji N₂O dla roślin wykorzystywanych jako

surowiec do produkcji biopaliw zgodnie z regulacjami unijnymi [Edwards i in. 2012]. Zostało ono opracowane na podstawie danych dotyczących produkcji dla roku 2000 pochodzących z bazy Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), a klasyfikacja gleb została dokonana na podstawie Ujednoliconej Bazy Glebowej Świata (*Harmonized World Soil Database*). Przy obliczaniu emisji w kalkulatorze GNOC poza danymi wymaganymi przez BioGrace niezbędne jest określenie rodzaju oraz pH gleby, zawartości w niej węgla organicznego (SOC) oraz strefy klimatycznej w jakiej znajduje się analizowana roślina.

Wyniki badań

Dla każdej z uprawianych roślin emisje N_2O obliczone w kalkulatorze BioGrace w przeliczeniu na hektar uprawy i kg suchej masy są wyższe niż obliczone w GNOC (tab. 2, rys. 3). Wielkość średnich emisji N_2O na hektar uprawy od największej do najmniejszej według BioGrace przedstawia się następująco: pszenica ozima > burak cukrowy > rzepak ozimy > kukurydza > pszenica jara. Emisja N_2O dla pszenicy ozimej wynosiła 4,6 kg N/ha, a dla jarej 3,63 kg N/ha. Niższa emisja dla pszenicy jarej była wynikiem zastosowania niższych dawek nawożenia azotowego (N) w tej uprawie. Według kalkulatora GNOC najwyższą emisję N_2O wyrażoną w kg N na ha odnotowano dla kukurydzy – 2,79, a najniższą dla pszenicy jarej – 1,89. Emisje N_2O wyrażone w kg N na kg suchej masy obliczone z wykorzystaniem obu narzędzi były najwyższe dla rzepaku i wynosiły

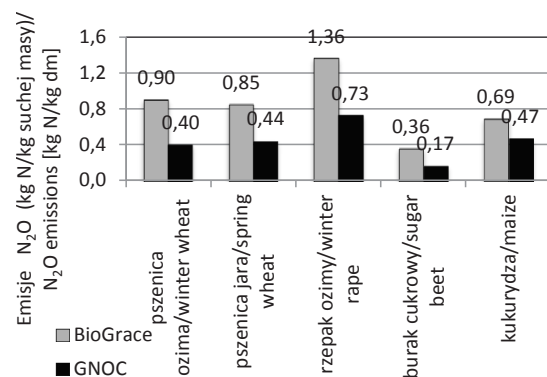


Rysunek 3. Emisje N_2O z uprawy poszczególnych roślin w kg N ha/rok

Figure 3. N_2O emissions from each crop in kg N/ha/year

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



odpowiednio: 1,36 i 0,73, a najniższe dla buraka cukrowego – 0,36 i 0,17 (rys. 4). Udział emisji bezpośrednich w emisji ogółem kształtował się na poziomie 78 i 73% odpowiednio dla kalkulatorów BioGrace i GNOC. W uprawie każdej rośliny emisje N_2O pochodzące ze stosowania nawożenia azotowego były wyższe niż emisje N_2O pochodzące z przyorania resztek poźniowych. Taka sama zależność wystąpiła w emisjach pośrednich N_2O pochodzących z wymywania N. Udział emisji pośrednich N_2O pochodzących z pochłaniania N z atmosfery stanowił najmniejszy udział w emisji ogółem i kształtował się na poziomie 5% dla kalkulatora BioGrace, a dla GNOC wahał się od 2 do 6%. Całkowita emisja N_2O w badanym gospodarstwie obliczona przy użyciu BioGrace, i GNOC wynosiła odpowiednio: 241 i 131 kg N (tab. 3). Struktura emisji N_2O z uprawy poszczególnych roślin obliczona według kalkulatora GNOC różniła się nieznacznie od struktury powierzchni upraw w gospodarstwie (tab. 3 i rys. 1).

Rysunek 4. Emisje N_2O z uprawy poszczególnych roślin w kg N na kg suchej masy

Figure 4. N_2O emissions from each crop in kg N/kg dry matter

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 2. Struktura emisji N₂O dla każdej rośliny w kg N/ha/rok obliczona według kalkulatorów BioGrace i GNOC
 Table 2. Structure of N₂O emissions for each plant in kg N/ha/yr calculated by BioGrace and GNOC

Wyszczególnienie/Specification	Pszenica ozima/ Winter wheat		Pszenica jara/ Spring wheat		Rzepak/ Rapeseed		Burak cukrowy/ Sugar beet		Kukurydza/ Maize	
	BioGrace	GNOC	BioGrace	GNOC	BioGrace	GNOC	BioGrace	GNOC	BioGrace	GNOC
Emisja bezpośrednia N ₂ O [kg N/ha/rok]/Direct N ₂ O emissions [kg N/ha/year]:	3,57	1,79	2,82	1,37	3,37	1,70	3,51	1,69	3,15	2,18
- z nawozów azotowych/from N fertilizers		1,03		0,74		0,92		1,46		1,50
- z resztek poźniwnych/from crop residues		0,76		0,64		0,78		0,23		0,68
Emisja pośrednia N ₂ O z wymywania N [kg N/ha/rok]/Indirect N ₂ O emissions from N leaching [kg N/ha/year]:	0,80	0,51	0,63	0,40	0,76	0,48	0,79	0,45	0,71	0,47
- z nawozów azotowych/from N fertilizers		0,34		0,26		0,31		0,31		0,32
- z resztek poźniwnych/from crop residues		0,17		0,14		0,18		0,14		0,15
Emisja pośrednia N ₂ O z pochłaniania N [kg N/ha/rok]/Indirect N ₂ O emissions from atmospheric deposition of N [kg N/ha/year]	0,23	0,15	0,18	0,11	0,21	0,14	0,22	0,05	0,22	0,14
Emisje N ₂ O ogółem [kg N/ha/rok]/Total N ₂ O emissions [kg N/ha/yr]	4,60	2,45	3,63	1,89	4,34	2,32	4,52	2,19	4,08	2,79

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 3. Emisje N₂O dla upraw w gospodarstwie w kg N/rok obliczona według kalkulatorów BioGrace i GNOC
 Table 3. N₂O emissions for each crop in kg N/yr calculated by BioGrace and GNOC

Wyszczególnienie/Specification	Pszenica ozima/ Winter wheat		Pszenica jara/ Spring wheat		Rzepak/ Rapeseed		Burak cukrowy/ Sugar beet		Kukurydza/ Maize		Ogółem/ Total	
	kg N/rok/ kg N/year	%	kg N/rok/ kg N/year	%	kg N/rok/ kg N/year	%	kg N/rok/ kg N/year	%	kg N/rok/ kg N/year	%	kg N/rok/ kg N/year	%
BioGrace	58	24	33	14	64	26	49	20	37	15	241	100
GNOC	31	24	17	13	34	26	24	18	25	19	131	100

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Wnioski

Otrzymane wyniki potwierdzają, że uwzględnienie danych lokalnych ma decydujący wpływ na wielkość emisji N_2O . Metoda Tier 1 jest prosta, ale pomija warunki meteorologiczne, glebowe oraz sposób zarządzania w gospodarstwie. Ma to bezpośredni wpływ na duży zakres zmienności obliczonych emisji N_2O . Metoda Tier 2 przez uwzględnienie zmienności lokalnej umożliwia dokładniejsze obliczenie emisji N_2O z uprawy poszczególnych roślin.

Literatura

- BioGrace. 2015. *BioGrace calculation rules – version 4d*. <http://biograce.net/home>.
- Decyzja Wykonawcza Komisji z dnia 30 maja 2013 r. w sprawie zatwierdzenia systemu „narzędzie do obliczania emisji gazów cieplarnianych BioGrace” w odniesieniu do wykazania zgodności z kryteriami zrównoważonego rozwoju zgodnie z dyrektywami Parlamentu Europejskiego i Rady 98/70/WE oraz 2009/28/WE. Dz.Urz. UE, 147(46).
- Edwards Robert, Declan Mulligan, Jacopo Giuntoli, Alessandro Agostini, Aikaterini Boulamanti, Renate Koeble, Luisa Marelli, Alberto Moro, Monica Padella. 2012. *Assessing GHG default emissions from biofuels in EU legislation*. EC: Joint Research Centre of the European Commission, doi. 10.2788/66442.
- IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan, Hayama: Intergovernmental Panel on Climate Change, IGES.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1-104.
- Köble Renate. 2014. *Global Nitrous Oxide Calculator – GNOC – Online Tool Manual*. Joint Research Centre of the European Commission, www.gnoc.jrc.ec.europa.eu.
- Shcherbak Iurii, Neville Millar, Philip Robertson. 2014. “Global metaanalysis of the nonlinear response of soil nitrous oxide (N_2O) emissions to fertilizer nitrogen”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (25): 9199-9204.
- Sheehy Jatta, Johan Six, Laura Alakukku, Kristiina Regina. 2012. “Fluxes of nitrous oxide in tilled and no-tilled boreal arable soils”. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164: 190-199.

Summary

Nitrate fertilizers are the main source of nitrous oxide (N_2O) emissions from agricultural soils. The purpose of this research was to calculate N_2O fluxes based on Tier 1 and 2 IPCC methodology in arable farms. The N_2O emissions on Tier 1 level were performed by using BioGrace tool, whereas on Tier 2 using Global Nitrous Oxide Calculator (GNOC). N_2O emissions in tested farm on Tier 1 expressed in kg N per hectare were as follows: winter wheat – 4,6; spring wheat – 3,63 kg; rapeseed – 4,34 kg; sugar beets – 4,52 kg and maize – 4,08 kg. N_2O emissions calculated according to Tier 2 were twice smaller. N_2O emission in whole farm calculated according to the methodology Tier 1 was 84% higher than calculated according to Tier 2. Direct N_2O emissions from the use of nitrogen fertilizers and crop residues in BioGrace accounted for 78%, and in GNOC – 73%. The remaining 22 and 27% were indirect emissions from nitrogen leaching and absorption. The results show that the use of the GNOC calculator, which takes into account the local variability improves the estimation accuracy of N_2O emissions.

Adres do korespondencji
dr hab. Alina Syp
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 81 478 67 62, e-mail: asyp@iung.pulawy.pl

mgr. inż. Anita Gębka
Powiatowy Zespół Doradztwa Rolniczego w Łęcznej
Al. Jana Pawła II 95, 21-010 Łęczna
email: agebka@wodr.konskowola.pl

mgr. inż. Artur Żukiewicz
Biuro Powiatowe Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w Łęcznej
ul. Krasnystawska 54, 21-010 Łęczna
e-mail: arturzukiewicz1975@wp.pl