

Magdalena Ossowska*

GOSPODAROWANIE NAWOZAMI AZOTOWYMI W EUROPIE W KONTEKŚCIE ICH WPLYWU NA ŚRODOWISKO

Streszczenie

Celem badań była analiza kierunku zmian zużycia nawozów azotowych w Europie w odniesieniu do ich oddziaływania na środowisko. Na podstawie danych statystycznych z bazy Eurostat dokonano oceny, iż w latach 2006-2015 nastąpił spadek zużycia mineralnych nawozów azotowych w Europie Zachodniej, przy jednoczesnym wzroście zużycia tych nawozów w krajach Europy Wschodniej i Środkowej. Ogólny trend dla 28 krajów Unii Europejskiej jest wzrostowy co może utrudnić osiągnięcie zamierzonych przez Unię Europejską celów środowiskowych i prowadzić do dalszego zwiększenia poziomu eutrofizacji i pogorszenia jakości wód oraz wzrostu zanieczyszczenia powietrza.

Słowa kluczowe: nawozy azotowe, zużycie nawozów, amoniak

WSTĘP

Według podstawowych prognoz Eurostatu, do roku 2050 nastąpi wzrost liczby ludności w Europie o 20 mln w porównaniu do stanu na rok 2015. Jednak jeśli poziom zewnętrznej imigracji utrzyma się na tym samym poziomie jaki był w 2016 roku, prognozowany jest nawet dwukrotnie wyższy przyrost liczby ludności w porównaniu z prognozą podstawową. Oznacza to, iż z 508,4 mln ludzi zamieszkujących Europę w 2015 roku, liczba ludności wzrośnie do 547,6 mln w 2050 roku [Eurostat]. Niezależnie od tego, która z prognoz okaże się bliższa faktycznej liczby ludności, należy przygotować sektor produkcji rolniczej, by był w stanie w jak największym stopniu pokryć zapotrzebowanie na podstawowe produkty rolnicze [Ladha i in. 2005]. Niezbędne, wobec tego jest utrzymanie wysokiego poziomu kultury rolnej w tym efektywne nawożenie upraw. Obecnie in-

* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny

tensywna produkcja roślinna w Europie jest uzależniona od zewnętrznego dostarczenia do gleby azotu w formie mineralnej [Zhang i in. 2015]. Pozwala to uzyskać od 20 do 30% wyższe plony w porównaniu do nawożenia nawozami naturalnymi [De Ponti i in. 2012] oraz nawet do 50% wyższe w porównaniu do upraw nienawożonych [Ladha i in. 2005]. Mimo niewątpliwych zysków ekonomicznych, jakie daje stosowanie mineralnych nawozów, należy wziąć pod uwagę również ich oddziaływanie na środowisko, gorszą jakość niektórych produktów rolnych na skutek gromadzenia się azotanów [Zalewski 2008] oraz koszty zwalczania skutków nadmiernego nawożenia. Zysk ze sprzedaży zbóż w 2015 roku w 28 krajach Unii Europejskiej był szacowany na 43,46 miliardy euro [Eurostat]. Z tej wartości za około 40% zysku odpowiada nawożenie azotem [Van Grinsven i in. 2014]. Jednak koszty, jakie Unia Europejska ponosi w związku ze stratami azotu do środowiska, są szacowane od 35 nawet do 350 miliardów euro rocznie, co powinno być brane pod uwagę przy ocenie korzyści ekonomicznych, jakie daje nawożenie [Van Grinsven i in. 2013].

W latach 1960 – 1980, w ramach wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej, która obejmowała wówczas 15 krajów, promowano stosowanie nawozów mineralnych czego konsekwencją był znaczny wzrost ich zużycia [van Grinsven 2014, Zhang i in. 2015]. Pogorszyło to jednocześnie efektywność ich wykorzystania, ponieważ znacznie więcej azotu uległo wymyciu niż pobraniu przez rośliny uprawne. Niestety niska efektywność nawozów przyczynia się m.in. do eutrofizacji i zanieczyszczenia azotanami wód, zanieczyszczenia powietrza, oraz niszczenia siedlisk oligo i mezotroficznym [Zhang 2015]. Z tego powodu powołano do życia dyrektywy środowiskowe takie jak Dyrektywa Azotanowa czy też Ramowa Dyrektywa Wodna, które spowodowały ograniczenie zużycia nawozów w państwach Europy Zachodniej. Natomiast w państwach Europy Centralnej i Wschodniej duży wpływ na ich zużycie miały przemiany gospodarcze, czyli upadek komunizmu w roku '89 i rok później rozpad Związku Radzieckiego, co spowodowało drastyczny spadek zużycia nawozów [Van Grinsven i in. 2012]. Przykładowo w Polsce w roku 1989 zużycie nawozów azotowych wynosiło 1,52 Mt, a dwa lata później już tylko 0,73 Mt i aż do roku 2007 nie przekroczyło 1 Mt [Eurostat]. Obecnie zarówno wewnętrzna polityka Unii Europejskiej, jak i zobowiązania związane z realizacją celów Organizacji Narodów Zjednoczonych, zobowiązują państwa Europejskie do działania na rzecz ograniczenia negatywnych skutków zużycia nawozów jednocześnie działając w kierunku utrzymania lub zwiększenia produkcji rolnej. Jest to główna przyczyna zmian w gospodarowaniu nawozami w Europie Zachodniej, która wg FAO jest jedynym regionem, w którym zużycie nawozów azotowych będzie spadać [Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016].

Do najważniejszych zanieczyszczeń wynikających z produkcji rolnej należą: eutrofizacja wód oraz emisja amoniaku i tlenków azotu do atmosfery [Bieńkowski 2010]. Głównym źródłem tych zanieczyszczeń nie są jednak zabiegi związane

z nawożeniem, ale emisje z produkcji zwierzęcej (80%) [Krupa 2003]. Zabiegi związane z nawożeniem mineralnym stanowią jedynie 20% emisji amoniaku ze źródeł rolniczych, którego ilość szacowana była na 3 750,96 tys. ton w 2015 roku z obszaru 28 krajów Unii Europejskiej [Eurostat]. Negatywny wpływ emisji amoniaku na środowisko taki jak zakwaszenie gleb i eutrofizacja wód [Bieńkowski 2010] oraz wpływ na zmiany klimatyczne poprzez emisję tlenków azotu [Bobrecka-Jamro i Janowska-Miąsik 2014] spowodował przyjęcie w 2001 roku Dyrektywy o krajowych pułapach zanieczyszczeń (NEC Directive), oraz jej nowelizację, która weszła w życie 31 grudnia 2016 roku [Directive 2016/2284/EU]. Wedle przyjętej nowelizacji każdy z krajów Unii ma obowiązek zmniejszyć emisję o ustalony procent w stosunku do jej wielkości w 2005 roku, inny dla każdego kraju. Przykładowo emisja tlenków azotu ogółem ma być zmniejszona o 30% w Polsce, 41% w Belgii i 56% w Danii od 2020 do 2029. Emisja amoniaku w tym samym okresie ma być zmniejszona w większości państw unii o kilka procent np. Estonia 1%, Belgia 2%. Wyjątek stanowią Dania, która wedle swoich zobowiązań musi zredukować emisję amoniaku aż o 24% oraz inne kraje Europy Północnej jak Finlandia (redukcja o 20%), czy Szwecja (redukcja o 15%). Dla osiągnięcia zamierzonych celów w dyrektywie wskazywane są proponowane zmiany w zarządzaniu mineralnymi nawozami azotowymi takie jak zastąpienie nawozów na bazie mocznika nawozami na bazie azotanu amonu oraz propagowanie zastępowania nawozów mineralnych organicznymi [Directive 2016/2284/EU]. Dotychczasowe tendencje były jednak odwrotne i np. w Polsce udział saletry amonowej i nawozów naturalnych znacznie się zmniejszył na korzyść udziału w rynku mocznika [Zalewski 2013]. Znane są inne metody zmniejszające straty azotu do środowiska takie jak dostosowywanie dawek do gatunku rośliny oraz ich dzielenie, regulacja odczynu i stosunków wodnych gleby czy też zachowywanie odpowiednich terminów nawożenia [Czyżyk 2011]. Jednak są to metody już obecnie stosowane szczególnie w krajach Europy Zachodniej. Dodatkowo wielu badaczy wskazuje, iż jedynie zmiana diety Europejczyków z wysokoproteinowej, na bazującą na produktach roślinnych, pozwoliłaby zarówno zabezpieczyć odpowiednią ilość żywności, jak i ochronić środowisko przed zwiększającym się zanieczyszczeniem związkami reaktywnego azotu [Van Grinsven i in. 2014].

METODYKA

Materiał źródłowy stanowiły dane z bazy Eurostat dotyczące zużycia mineralnych nawozów azotowych, bilansu składników pokarmowych oraz emisji amoniaku i N_2O w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Średnie roczne wartości z lat 2006-2015 poddano analizie z wykorzystaniem równania trendu liniowego i porównano zmiany w zużyciu nawozów do zmian w emisji zanieczyszczeń w 28 krajach Unii Europejskiej.

WYNIKI BADAŃ

W latach 2006-2015 w 18 krajach Unii Europejskiej oraz w Unii Europejskiej łącznie, nastąpił wzrost zużycia nawozów azotowych (tab. 1). Największy wzrost w odniesieniu do średniego zużycia w latach obejmujących analizę odnotowano w krajach takich jak Bułgaria (średni roczny wzrost o 20 tys. ton przy średnim zużyciu 223 tys. ton) i Łotwa (średni roczny wzrost o 3,9 tys. ton przy średnim zużyciu 59 tys. ton) (Tab. 1). Wśród krajów o znacznej powierzchni upraw np. w Niemczech, w Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i w Polsce również odnotowano wzrost zużycia nawozów – w przypadku Niemiec średnio rocznie o 3,4 tys. ton wobec średniego rocznego zużycia na poziomie 1688,5 tys. ton, a w Polsce o 4,1 tys. ton przy średnim zużyciu 1080 tys. ton. Wśród pozostałych krajów o dużej powierzchni użytków rolnych takich jak Francja i Włochy odnotowano zmniejszenie ich zużycia (tab. 1). We Włoszech obniża się ono średnio o około 30 tys. ton rocznie, przy średnim zużyciu 599,5 tys. ton. (w 2015 roku wynosiło 517,9 tys. ton). We Francji, gdzie średnie zużycie nawozów w latach 2006-2015 wynosiło 2186,6 tys. ton zmniejszenie zużycia wyniło 6,2 tys. ton rocznie. Największy spadek wynoszący ponad 5% średniego rocznego zużycia odnotowała Chorwacja i Cypr.

Matyka [2013] w swojej pracy nad gospodarowaniem nawozami mineralnymi w okresie 2002-2010 uzyskał wyniki wskazujące na zmniejszenie zużycia nawozów azotowych w wielu krajach, takich jak Niemcy, Hiszpania czy Wielka Brytania. Łącznie we wszystkich krajach Unii ich zużycie obniżyło się, jednak obecnie tendencja ta utrzymuje się tylko w państwach Europy Zachodniej (EU15), przy czym jak wskazuje tab. 1 w niektórych krajach należących do tzw. Starej unii, odnotowuje się wzrost zużycia nawozów azotowych. Możliwe, iż tendencja spadkowa odnotowana przez Matykę [2013] była spowodowana kryzysem ekonomicznym w 2008 roku, ponieważ w większości krajów najniższe zużycie pomiędzy 2006 a 2015 było w 2009 roku. Ocena zmian zużycia nawozów w czasie nastęrcza trudności również ze względu na zmiany w powierzchni upraw [Zhang i in. 2007].

Z analizowanych danych nie wynika by wzrost zużycia nawozów przekładał się bezpośrednio na pogorszenie wskaźników środowiskowych w poszczególnych krajach. W Bułgarii, na Malcie i w Estonii, gdzie nastąpił znaczny wzrost zużycia, odnotowano, iż bilans azotu 2006-2014 uległ znaczącej poprawie (tab. 1), co wskazuje na zwiększenie efektywności wykorzystania tych nawozów. Na podstawie uzyskanych danych trudno jest porównywać sytuację w różnych krajach, ze względu na różną metodologię szacowania bilansu azotu [Eurostat]. Na ocenę zależności zużycia nawozów a wskaźnikami środowiskowymi znacząco wpływa także klimat w danym kraju oraz postępujące zmiany klimatyczne.

Niemniej w przypadku większości krajów, które zmniejszyły zużycie mineralnych nawozów azotowych takich jak Holandia i Chorwacja, odnotowano także zmniejszenie emisji amoniaku i bezpośredniej emisji N₂O z obszarów rolniczych.

Tab. 1. Tendencje zużycia nawozów azotowych, emisji amoniaku i bezpośredniej emisji N₂O z gleby użytkowanej rolniczo [tys. ton] w latach 2006-2015, oraz bilans azotu [kgN/ha] w latach 2006-2014 w 28 krajach Unii Europejskiej[†] Opracowanie własne na podstawie danych z bazy Eurostatu

Tab. 1. Trends in total consumption of mineral nitrogen fertilizers, ammonia and N₂O emissions in 2006-2014, and gross nitrogen balance in 2006-2014 in 28 countries of European Union [thousands of tones]. Own calculations based on data from Eurostat

Kraj/ Country	Zużycie nawozów azotowych [tys. t] / Consumption of nitrogen fertilizers [thousand t]		Bilans azotu [kgN/ha] /Gross nitrogen balance [kgN/ha]		Amoniak [tys. t NH ₃] / Ammonia [thousand t NH ₃]		Bezpośrednia emisja N ₂ O [tys. t CO ₂ *] / Direct N ₂ O emission from managed agricultural soils [thousand t CO ₂ *]	
	Średnia/ mean	Trend	Średnia/ mean	trend	Średnia/ mean	trend	Średnia/ mean	trend
Austria/ AT	107,44	++	31	++	62,05	+	1666	+
Belgia/ BE	144,26	+	139	-	60,92	-	2653	-
Bułgaria/ BG	223,15	++++	21	--	37,40	---	2151	++
Chorwacja/ HR	102,54	---	87	---	26,07	--	827	--
Czechy/ CZ	326,67	++	75	--	67,42	-	2382	++
Cypr/ CY	4,47	---	182	++	4,66	--	119	--
Dania/ DK	196,64	-	92	--	72,87	--	3337	-
Estonia/ EE	30,71	+++	28	-	9,70	++	460	++
Finlandia/ FI	146,65	-	47	-	30,61	-	3002	+
Francja/ FR	2186,58	-	51	-	649,40	+	27350	-
Grecja/ EL	194,04	--	65	--	61,31	-	2468	--
Hiszpania/ ES	923,91	++	40	0	434,24	-	8279	+
Holandia/ NL	222,18	--	162	---	118,83	--	4897	--
Irlandia/ IE	322,82	+	36**	--	104,80	-	5473	+
Litwa/ LT	142,55	++	35	--	26,24	--	1902	++

[†] W zestawieniu uwzględniono dane dla Wielkiej Brytanii, której obywatele w przeprowadzonym 23 czerwca 2016 roku referendum, zdecydowali o wystąpieniu z UE

Luksemburg/ LU	13,50	-	127	+	5,37	+	109	-
Łotwa/ LV	59,11	++++	24	++	14,79	++	1301	++
Malta/ MT	0,62	++	181	----	1,50	-	15	-
Niemcy/ DE	1688,54	+	86**	+	670,75	++	20168	++
Polska/ PL	1080,03	+	52	--	278,41	--	10755	-
Portugalia/ PT	105,95	++	36	++	39,92	-	1607	+
Rumunia/ RO	300,81	++	9	--	150,89	--	3487	+
Słowacja/ SK	120,12	++	55	+	29,11	-	1146	++
Słowenia/ SL	27,84	-	40	-	17,86	-	329	-
Szwecja/ SE	167,46	+	38**	--	50,49	+	2850	-
Węgry/ HU	310,21	++	33	+	65,34	-	2754	++
Wlk. Bryt./ UK	1010,67	+	64	+	232,29	-	11473	+
Włochy/ IT	599,51	--	67	+	386,24	-	7271	--
UE 28	10,77 · 10 ⁴	+	53**	-	3709,50	-	13,02 · 10 ⁴	+
UE 15	8030,16	-	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.

+/- bardzo słaby trend/very weak tendency

++/- umiarkowany trend/moderate tendency

+++/- silny trend/strong tendency

++++/- bardzo silny trend/very strong tendency

* N₂O jest wyrażone w ekwiwalencie CO₂/ N₂O in CO₂ equivalent

** Najnowsze dane w bazie Eurostat kończą się na roku 2013/ the newest data are for 2013

WNIOSKI

1. Zużycie nawozów azotowych w krajach Unii Europejskiej wykazuje niewielką tendencję wzrostową. Nawiększy wzrost zużycia odnotowały kraje Bałtyckie i Bułgaria.
2. Ze względu na konsekwencje środowiskowe stosowania nawozów azotowych konieczne było wprowadzenie restrykcyjnych ograniczeń w tym zakresie, dzięki czemu w latach 2006-2015 w większości krajów Unii Europejskiej zmniejszyła się emisja zanieczyszczeń ze źródeł rolniczych związana z nawożeniem mineralnym.
3. Pomimo ograniczenia zużycia mineralnych nawozów azotowych w Europie Zachodniej, stosowane dawki w tej części Europy pozostają znacznie wyższe niż w Europie Centralnej i Wschodniej, w których nastąpił w ostatnim dziesięcioleciu wzrost zużycia tych nawozów.

LITERATURA

1. BIENKOWSKI, J.; 2010. Regionalne zróżnicowanie emisji amoniaku w Polskim rolnictwie w latach 2005-2007. *Fragm. Agron.* 27(1):21-31
2. BOBRECKA-JAMRO, D.; JANOWSKA-MIĄSIK, E.; 2014. Zanieczyszczenia gazowe środowiska pochodzące z rolnictwa i strategie ich ograniczania. *Fragm. Agron.* 31 (3), 30-40
3. CZYŻYK, F.; 2011. Ocena zużycia nawozów mineralnych w gospodarstwach rolnych w aspekcie ochrony środowiska. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, Nr. 3, 69-76
4. DE PONTI, T.; RIJK, B.; VAN ITTERSUM, M.K.; 2012, The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural systems* 108, 1-9
5. DIRECTIVE (EU) 2016/2284 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 december 2016, on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC.
6. Eurostat: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_nPqeVbPXRmWQ&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1, data dostępu: 28.08.2017 r.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. World fertilizer trends and outlook to 2019. Summary Report.
8. KRUPA, S.V.; 2003. Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environ. Pollut.* 124:179-221
9. LADHA, J.K.; PATHAK, H.; KRUPNIK, T.J.; SIX, J.; VAN KESSEL, C.; 2005. Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects. *Advances in Agronomy*. Nr 87, 85-156
10. MATYKA, M.; 2013. Tendencje w zużyciu nawozów mineralnych w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej. *Roczniki naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, Nr 15, z. 3, 237-241
11. VAN GRINSVEN, H.J.M.; TEN BERGE, H.F.M.; DALGAARD, T.; FRATERS, B.; DURAND, P.; HART, A.; HOFMAN, G.; JACOBSEN, B.H.; LALOR, S.T.J.; LESSCHEN, J.P.; OSTERBURG B.; RICHARDS, K.G.; TECHEN, A.-K.; VERTÈS, F.; WEBB, J.; WILLEMS, W.J.; 2012. Management, regulation and environmental impacts of nitrogen fertilization in north-western Europe under the Nitrates Directive; a benchmark study. *Biogeosciences*, Nr 9, 5143-5160
12. VAN GRINSVEN, H.J.M.; HOLLAND, M.; JACOBSEN, B.H.; KLIMONT, Z.; SUTTON, M.A.; WILLEMS, W.J.; 2013. Costs and benefits of nitrogen for Europe and implications for migrations. *Environmental science & technology* 47, 3571-3579

13. VAN GRINSVEN, H.J.M.; SPIERTZ, J.H.J.; WESTHOEK, H.J.; BOUWMAN, A.F.; 2014. Nitrogen use and food production in European regions from global perspective. Nitrogen workshop special issue paper. Journal of Agricultural Science, Nr 152, 9-19
14. ZALEWSKI, A.; 2008. Kierunki zmian zużycia nawozów mineralnych w latach 2002-2007. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Nr 10, z. 3, 581-586
15. ZALEWSKI, A.; 2013. Zmiany na rynku nawozów azotowych w Polsce w latach 200-2010. Journal of agribusiness and rural development, Nr 4 (30), 257-267
16. ZHANG, X.; DAVIDSON, E.A.; MAUZERALL, D.L.; SEARCHINGER, T.D.; DUMAS, P.; SHEN, Y.; 2015. Managing nitrogen for sustainable development. Nature, Nr 528, 51-59
17. ZHANG, W.; ZHANG, X.; 2007. A forecast analysis on fertilizers consumption worldwide. Environ. Monit. Assess., Nr 133, 427-434

MANAGEMENT OF NITROGEN FERTILIZERS IN EUROPE IN TERMS OF THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

S u m m a r y

The aim of this review is to analyse the tendencies of nitrogen fertilizers use in Europe and evaluation how those trends will affect the natural environment. The main sources of information included reports from the EU institutions and European countries, as well as reviews and research of various research facilities. In the last decades the environmental policies and a high price of fertilizers reduced use of nitrogen fertilizers in the Western Europe, but in comparing to other world regions the N input remains very high. In the countries of Central and Eastern Europe, N fertilizers use increased in the 20th century, and the total reactive N used in agriculture in all 28 EU countries also increased in this period. Nitrogen losses to the environment are inevitable and the current trends in N fertilizers use will lead to further coastal eutrophication, air pollution and drinking water contamination.

Key words: nitrogen fertilizer, fertilizer management, ammonia