

Jerzy Kopiński

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

TENDENCJE ZMIAN INTENSYWNOŚCI GOSPODAROWANIA AZOTEM W REGIONACH POLSKI¹

*TENDENCIES OF CHANGING INTENSITY OF NITROGEN MANAGEMENT
IN THE POLISH REGIONS*

Słowa kluczowe: zróżnicowanie regionalne, efektywność wykorzystania azotu, bilans azotu brutto, intensyfikowanie, ekstensyfikowanie

Key words: regional differentiation, efficiency of nitrogen use, gross nitrogen balance, intensification, extensification

JEL codes: Q15, Q51, Q56, R11, R15

Abstrakt. Dokonano określenia tendencji zmian intensywności produkcji roślinnej w aspekcie gospodarowania azotem. Analiza porównawcza charakteru i sposobu gospodarowania azotem, na poziomie województw, dotyczyła okresu 2002-2015. Obejmowała ona porównanie sald i efektywności wykorzystania azotu oraz tempa i kierunku trendów dopływu i odpływu w cyklu produkcji rolniczej. Analiza strukturalna i ilościowa obu stron bilansu azotu brutto dostarcza wielu informacji o warunkach prowadzenia produkcji rolniczej. O ile przeciętnie w skali kraju w latach 2012-2015 następowała umiarkowana intensyfikacja (typ A=) produkcji roślinnej, o tyle pomiędzy regionami Polski występowały znaczące różnice. Pod względem oceny agrośrodowiskowej i sposobów gospodarowania azotem, pozytywnie wyróżniały się województwa: lubuskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie.

Wstęp

We współczesnym rolnictwie postindustrialnym (europejskim) coraz większą uwagę zwraca się na funkcje użyteczności społecznej (będące odzwierciedleniem relacji zachodzących pomiędzy wartością środowiska – jako dobra publicznego – a wartością prowadzonej w tym środowisku produkcji rolniczej) [Fotyma i in. 2009, Prandecki 2015, Zegar 2014]. Dlatego w celu zachowania równowagi ekosystemów, konieczna jest optymalizacja wykorzystania składników pokarmowych w systemie produkcji rolniczej, co oznacza rozeznanie i kontrolę ich dopływu oraz odpływu [Hatfield, Karlen 1994, Kopiński 2017a].

Racjonalne gospodarowanie składnikami nawozowymi, w tym azotem, przez maksymalizację użyteczności działalności rolniczej, wpisuje się w podstawową funkcję celu jakim jest dochód. Decydujące znaczenie mają relacje zachodzące pomiędzy przychodami a kosztami zaangażowanych czynników produkcji [Rembisz 2010]. W ujęciu wartościowym wpływają one na opłacalność, produktywność, efektywność (ekonomiczną, organizacyjną) i konkurencyjność [Gałęcka 2017, Szymańska 2010, Ziętara, Zieliński 2012], a w ujęciu ilościowym decydują o ocenie produkcyjności (efektywności technicznej) i intensywności produkcji rolniczej [Klepacki 1997], rzutując jednocześnie także na skalę oddziaływań środowiskowych [Jadczyzyn, Kopiński 2013, Kopiński 2002, Pastuszak i in. 2014].

Jedną z miar intensywności produkcji roślinnej jest poziom zużycia nawozów mineralnych, ze względu na istniejącą dość ścisłą korelację pomiędzy zużyciem nawozów (głównie azotowych) a wielkością plonów roślin [Fotyma i in. 2009, 2012]. Jednak inną taką miarą może być poziom całkowitego nakład azotu, uwzględniający wszystkie źródła dopływu w systemie produkcji

¹ Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.1 Programu Wieloletniego 2016-2020 IUNG-PIB.

rolniczej w odniesieniu do wielkości rozchodu tego składnika w zbieranych plonach głównych i ubocznych roślin [Kopiński 2017b]. Określenie tendencji (tempa) zmian poziomu nakładów wnoszenia azotu powinno umożliwić określenie charakteru, sposobu prowadzonej produkcji rolniczej (intensyfikacja, ekstensyfikacja) w aspekcie gospodarowania tym składnikiem.

Celem artykułu jest określenie tendencji zmian intensywności gospodarowania azotem w województwach Polski w kontekście wyników bilansu azotu brutto (saldo i efektywności).

Material i metodyka badań

Badania i analiza miały charakter kameralny. Podstawowe źródło informacji stanowiły rezultaty badań własnych IUNG-PIB (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy) [Kopiński 2017a, 2017b] na podstawie danych statystycznych GUS [2002-2013, 2002-2015, 2003-2016, 2015-2016], GIOŚ (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska) [GIOŚ 2014] i KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) [KOBiZE 2016]. Analizę porównawczą w układzie przestrzennym prowadzono na poziomie województw, gdzie punktem odniesienia były średnie wielkości dla Polski. Analizą objęto zmiany sald (GNB) i efektywności wykorzystania azotu (EuN) w latach 2002-2015, na podstawie bilansu azotu brutto sporządzonego metodą zaproponowaną przez OECD (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) i Eurostat [Kremer 2013, Kopiński 2017a]. Określenia charakteru (typu) gospodarowania azotem w poszczególnych województwach dokonano na podstawie różnicy nachylenia linii trendów (a, b) wnoszenia (TN_{prz}) i wynoszenia (TN_{wyn}) azotu brutto, według wzorów równań i przyjętych kryteriów:

$$GNB = TN_{prz} - TN_{wyn}; \quad EuN = \frac{TN_{wyn}}{TN_{prz}} \times 100$$

$$y(TN_{prz}) = ax + m; \quad y(TN_{wyn}) = bx + k$$

$$a > 0 \text{ i } b - a > 0$$

intensyfikowanie efektywne (racjonalne), typ A

$$a < 0 \text{ i } b - a > 0$$

ekstensyfikowanie efektywne (racjonalne), typ B

$$a > 0 \text{ i } b - a < 0$$

intensyfikowanie nieefektywne (nieracjonalne), typ C

$$a < 0 \text{ i } b - a < 0$$

ekstensyfikowanie nieefektywne (nieracjonalne), typ D

gdzie: GNB – saldo bilansu azotu brutto, TN_{prz} – całkowity przychód azotu, TN_{wyn} – całkowite wnoszenie azotu, EuN – efektywność wykorzystania azotu.

Do oceny siły tendencji poszczególnych typów gospodarowania azotem wykorzystano analizę rozkładu wartości cechy – różnic nachylenia linii trendów ($b - a$) – w podziale na kwartyle, gdzie:

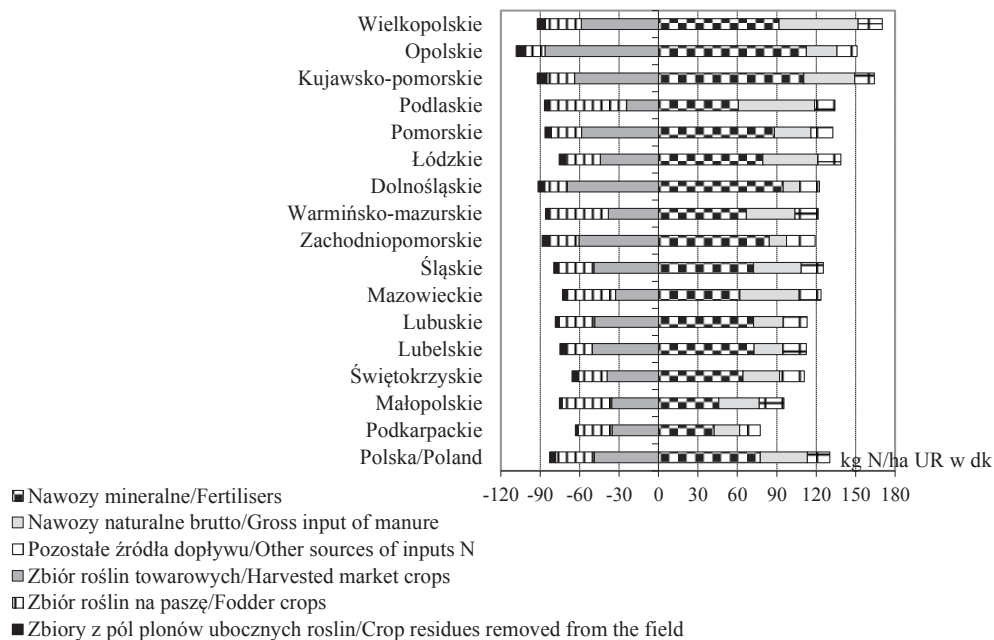
$$-0,6 > (b - a) > 1,1 \quad \text{tendencja silna (+)}$$

$$-0,6 \leq (b - a) \leq 1,1 \quad \text{tendencja słaba (=)}$$

Wyniki badań i dyskusja

Zróżnicowana struktura (ilościowa) wnoszenia i wynoszenia azotu z powierzchni użytkowanej rolniczo jest potwierdzeniem istniejących dużych różnic regionalnych polskiego rolnictwa (rys. 1). To ilościowe i strukturalne zróżnicowanie budżetów azotu brutto wynika z bardzo dużych różnic w intensywności produkcji i produktywności użytków rolnych oraz z różnic w wykorzystaniu potencjału organizacyjno-produkcyjnego poszczególnych województw Polski [Fotyma i in. 2009, Kopiński 2017a]. Z przeprowadzonej analizy wynika, że najwyższą intensywność gospodarowania (mierzoną wielkością obrotu azotem), obserwowano w województwach: wielkopolskim, opolskim, kujawsko-pomorskim (ponad 250 kg N/ha UR w dk²). Natomiast najbardziej zachowawczo gospodarowano tym składnikiem w województwach podkarpackim

² UR w dk – użytki rolne w dobrej kulturze (użytkowane rolniczo), wg definicji GUS.



Rysunek 1. Struktura ilościowa źródeł przychodu i rozchodu bilansu azotu (obrotu) w poszczególnych województwach Polski w latach 2013-2015

Figure 1. The quantitative structure of various inputs and outputs sources of gross nitrogen budget in Polish voivodships in 2013-2015 years

Źródło opracowanie własne autora na podstawie danych GUS, GIOŚ i KOBiZE

Source: own study on basic CSO, CIEP and NCEM data

i małopolskim (wielkość obrotu poniżej 170 kg N/ha UR w dk). W ostatnich latach po stronie przychodowej (wnoszenia) azotu we wszystkich województwach Polski dominującą pozycję miało nawożenie mineralne. Tylko w województwie podlaskim udział azotu w nawozach naturalnych (liczony łącznie z emisją związków gazowych (NH_3 , NO_x)) był niewiele mniejszy od ilości azotu wnoszonych w nawozach mineralnych [Kopiński 2017a]. Natomiast w strukturze wynoszenia bilansu (budżetu), generalnie w większości województw, dominował azot w zbiorach roślin towarowych (rys. 1). Kształt struktury wynoszenia azotu, oprócz struktury użytkowania ziemi (UR), zależy także od jej produktywności.

Efektom zmian ilościowych i strukturalnych poszczególnych źródeł obu stron bilansu azotu brutto są aktualne różnice i zakres zmian sald oraz efektywności wykorzystania tego składnika (tab. 1). Na tle kraju, w analizowanych latach, bardzo duże nadwyżki bilansowe azotu brutto występowały w województwach: kujawsko-pomorskim i wielkopolskim (ponad 70 kg/ha UR), w których to należy oczekiwać dużej presji na środowisko [Kopiński 2017a]. W porównaniu do lat 2002-2004, do ilościowo znacznej redukcji sald bilansu azotu brutto doszło w województwach lubuskim, małopolskim i zachodniopomorskim. Także pod względem efektywności wykorzystania azotu w większości województw, poza dolnośląskim, nastąpiła poprawa (tab. 1). Największe wzrosty (w p.p.) odnotowano w województwach lubuskim i zachodniopomorskim. Zróżnicowanie oddziaływania na środowisko rolnictwa różnych województw, oceniane na podstawie tego wskaźnika agrośrodowiskowego, wynika poza uwarunkowaniami przyrodniczymi ze zmian organizacyjno-produkcyjnych, w tym nasilających się procesów specjalizacji i koncentracji produkcji rolniczej [Pastuszak i in. 2014].

Tabela 1. Charakterystyka wyników bilansu azotu brutto oraz trendy i typy gospodarowania azotem w województwach Polski w latach 2002-2015
 Table 1. Characteristics of the resulting elements of the gross nitrogen balance as well as trends and types of nitrogen management in the Polish voivodships in 2002-2015

Województwa/ Voivodships	Saldo bilansu azotu brutto [kg/ha UR w dk]/Surplus of gross nitrogen balance [kg/ha UAA] GNB		Efektywność wykorzystania N/ Efficiency of N use [% , p.p.] UeN		Równanie trendu/Equation of trend R ² 2002-2015		Różnica nachylenia trendów wynoszenia i wnoszenia/ Difference in trend inclination between outputs and inputs b - a	Typ gospodaro- wania azotem/ Type of nitrogen management		
	2013-2015	zmiana/ change**	2013-2015 [%]	zmiana/ change [p.p.]**	wnoszenia azotu/total nitrogen inputs y(TN _{prz}) = ax + m				wynoszenia azotu/total nitrogen outputs y(TN _{wyn}) = bx + k	
					y = 3,6x + 84,8	0,59*			y = 2,1x + 63,2	0,69*
Dołnośląskie	30,7	14,3	74,9	-7,6	y = 0,5x + 158,2	0,05	y = 1,3x + 74,3	0,45*	C +	
Kujawsko-pomorskie	71,9	-6,7	56,2	5,2	y = 0,6x + 104,6	0,17	y = 1,2x + 57,7	0,52*	A =	
Lubelskie	37,3	-3,6	66,8	5,4	y = 0,1x + 111,7	0,00	y = 3,1x + 36,5	0,72*	A =	
Lubuskie	34,4	-27,1	69,0	28,6	y = 0,6x + 133,1	0,10	y = 1,7x + 55,9	0,53*	A +	
Łódzkie	63,2	-7,1	54,5	8,8	y = -0,9x + 102,4	0,31*	y = 1,0x + 63,5	0,50*	A =	
Małopolskie	19,7	-16,0	79,3	14,7	y = 2,0x + 102,5	0,41*	y = 1,4x + 56,6	0,54*	B +	
Mazowieckie	50,4	8,8	59,2	0,5	y = 2,8x + 124,4	0,53*	y = 2,1x + 81,8	0,46*	C =	
Opolskie	42,6	2,2	72,0	1,4	y = -0,1x + 80,4	0,01	y = 0,9x + 54,2	0,42*	C +	
Podkarpackie	14,1	-8,2	81,8	10,2	y = 1,8x + 113,0	0,58*	y = 1,7x + 68,2	0,44*	B =	
Podlaskie	47,4	0,9	64,7	5,8	y = 1,6x + 114,4	0,54*	y = 2,2x + 56,2	0,83*	A =	
Podlaskie	46,0	-8,0	65,2	11,1	y = 2,8x + 95,1	0,67*	y = 1,8x + 58,4	0,61*	A =	
Pomorskie	45,7	9,3	63,6	0,1	y = 1,0x + 98,8	0,25	y = 1,0x + 54,5	0,45*	C +	
Śląskie	45,0	4,3	59,4	1,6	y = 1,1x + 119,6	0,10	y = 2,3x + 59,8	0,73*	A =	
Świętokrzyskie	35,4	-8,5	70,8	13,2	y = 2,4x + 145,6	0,55*	y = 1,5x + 72,1	0,38*	A +	
Warmińsko-mazurskie	78,0	9,3	54,1	1,7	y = 1,6x + 102,6	0,23	y = 3,3x + 43,9	0,82*	C +	
Wielkopolskie	30,5	-21,1	74,0	23,1	y = 1,6x + 113,7	0,50*	y = 1,8x + 60,3	0,69*	A +	
Zachodnio-pomorskie	47,5	-1,0	63,6	6,3					A =	

* R² > 0,05 = 0,2834

** różnica wielkości bezwzględnych pomiędzy latami 2013-2015 a 2002-2004/difference absolute values between of 2013-2015 and 2002-2004 years

Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych GUS, GIOŚ i KOBIZE

Source: own study based on CSO, CIEP and NCEM data

Z analizy kierunków i tempa zmian linii trendów wnoszenia azotu w cyklu produkcji rolniczej w latach 2002-2015 (tab. 1) wynika, że w okresie tym w większości województw następowało, z różnym skutkiem, intensyfikowanie produkcji rolniczej (typ A i C). Zasadniczo ta intensyfikacja prowadzona była przez wzrastające zużycie azotowych nawozów mineralnych. Natomiast w Małopolsce i na Podkarpaciu zachodził proces efektywnej (racjonalnej) ekstensyfikacji produkcji roślinnej (typ B), przy czym tylko w województwie małopolskim była to tendencja statystycznie silnie istotna. Jeżeli jednak ten proces ekstensyfikowania produkcji roślinnej utrzyma się dłużej w tym regionie, to w kolejnych latach prowadzić może do wyczerpywania gleby i spadku jej żyzności. W tym przypadku powodem wzrostu efektywności mogło być także wyłączenie z rolniczego użytkowania gleb o małej przydatności rolniczej (niskiej produktywności) [Kopiński 2017a]. Natomiast województwami prowadzącymi nieefektywne (nieracjonalne) intensyfikowanie produkcji roślinnej (typ C) w aspekcie gospodarki azotem, były dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie, opolskie i mazowieckie. Znacznie szybsze tempo wzrostu dopływu azotu niż tempo wzrostu jego wynoszenia w zbiorach roślin prowadziło do obniżenia efektywności i wzrostu salda bilansu, a tym samym wzrostu presji środowiskowej. Szczególnie groźne konsekwencje mógł mieć ten proces na obszarze województwa wielkopolskiego, które w ubiegłych latach miało także bardzo niekorzystne wskaźniki środowiskowe [Fotyma i in. 2012, Kopiński 2017a]. Niestety obszar ten charakteryzuje się także dużym udziałem gleb lekkich o mniejszej pojemności wodnej, które są bardziej narażone na procesy przemiany i powstawania strat. Potwierdzają to wysokie stężenie azotanów w wodach glebowo-gruntowych województwa wielkopolskiego uzyskane w badaniach monitoringowych [Jadczyński, Kopiński 2013].

Spśród pozostałych województw, do grupy istotnie (statystycznie) intensyfikujących produkcję roślinną przy zbliżonym tempie wzrostu produktywności ziemi mierzonej ilością wynoszonego azotu, a więc słabo zwiększających efektywność, należały podlaskie i pomorskie (typ A=). Województwami, w których następował znaczący (silny) wzrost efektywności przez znaczący wzrost wynoszenia azotu przy niewielkim zwiększaniu bądź utrzymywaniu na tym samym poziomie nakładów – wnoszenia azotu, były: lubuskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie (typ A+). Jednocześnie województwa te wyróżniały się na tle kraju bardzo pozytywną oceną agrosrodowiskową (niskie saldo i wysoka efektywność wykorzystania azotu) (tab. 1). Można zatem stwierdzić, że w województwach gospodarujących azotem według typu A+, czyli efektywnie intensyfikujących produkcję, tj. w lubuskim, warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim, zachodził proces racjonalizowania produkcji roślinnej przez lepsze wykorzystanie tzw. pozanawozowych środków produkcji.

Podsumowanie

Analiza strukturalna i ilościowa obu stron bilansu azotu brutto, tj. dopływu i odpływu, dostarcza informacji o warunkach prowadzenia produkcji rolniczej w aspekcie gospodarki nawozowej azotem. Przez uwzględnienie wzajemnych relacji i tempa zmian nakładów (wnoszenia azotu) i efektów (wynoszenia azotu) w odniesieniu do powierzchni użytkowanej rolniczo możliwa jest ocena charakteru i sposobu prowadzonej produkcji roślinnej. O ile precyzyjnie w skali kraju następowała umiarkowana intensyfikacja (typ A=) produkcji roślinnej, o tyle pomiędzy regionami Polski występowały znaczące różnice, zarówno pod względem oceny stanu, jak i kierunków zachodzących zmian. Przeciwnymi grupami województw były małopolskie i podkarpackie, realizujące do pewnego stopnia racjonalną ekstensyfikację i z drugiej strony województwa: dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie, opolskie i mazowieckie, które prowadziły nieuzasadnioną efektywnością (wielkością wynoszenia azotu) intensyfikację produkcji roślinnej. Pod względem oceny agrosrodowiskowej i sposobów gospodarowania azotem, mało intensywna, a wysoce efektywna produkcja roślinna (rolnicza) prowadzona była w województwach: lubuskim, warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim.

Literatura/Bibliography

- Fotyła Mariusz, Janusz Igras, Jerzy Kopiński. 2012. Nitrogen utilization and diffuse losses in agricultural crop production. [In] *Contribution of Polish agriculture to emission of nitrogen and phosphorus compounds to the Baltic Sea*, ed. Janusz Igras, Marianna Pastuszek, 109-159. Gdynia-Puławy: NMFRI, ISSPC-SRI, FRI.
- Fotyła Mariusz, Janusz Igras, Jerzy Kopiński. 2009. Produkcyjne i środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej w Polsce (Production and environmental conditions of fertilizer management in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB* 14: 187-206.
- Gałecka Agnieszka. 2017. Efektywność gospodarstw rolnych w Polsce w latach 2012-2015 w zależności od ich wielkości ekonomicznej (Efficiency of agricultural farms in Poland in 2012-2015 depending on their economic size). *Roczniki Naukowe SERiA* 19 (5): 65-71, doi: 10.5604/01.3001.0010.6207.
- GIOŚ. 2014. *Stan środowiska w Polsce. Raport 2014* (The state of the environment in Poland. Report 2014). Warszawa: GIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- GUS. 2003-2016. *Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2002, ..., w 2015 roku* (Production of agricultural and horticultural crops in 2002, ..., in 2015). Warszawa: GUS.
- GUS. 2002-2015. Środki produkcji w rolnictwie w roku *gospodarczym 2001, ..., 2014/2015* (Means of production in agriculture in the 2001, ..., 2014/2015 farming year). Warszawa: GUS.
- GUS. 2002-2013. *Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2002, ..., 2013 roku* (Land use, sown area and livestock stocks in 2002, ..., in 2013). Warszawa: GUS.
- GUS. 2015-2016. *Zwierzęta gospodarskie w 2014, ..., 2015 roku* (Livestock in 2014, ..., in 2015). Warszawa: GUS.
- Hatfield Jerry L., Douglas L. Karlen. 1994. *Sustainable agriculture systems*. Florida: Lewis Publishers.
- Jadczyzyn Tamara, Jerzy Kopiński. 2013. Nawożenie azotem w Polsce – aspekt produkcyjny i środowiskowy (Nitrogen fertilization in Poland – production and environmental aspect). *Studia i Raporty IUNG-PIB* 34 (8): 125-143.
- Klepacki Bogdan. 1997. *Wybrane pojęcia z zakresu organizacji gospodarstw, produkcji i pracy w rolnictwie* (Selected concepts from the organization of farms, production and work in agriculture). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- KOBIZE (National Center for Emissions Management and Balancing). 2016. *Poland's National Inventory Reports 2016*. Warszawa: IOŚ-PIB, Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.
- Kopiński Jerzy. 2002. Porównanie wskaźników rozwoju zrównoważonego gospodarstw o różnej intensywności produkcji rolnej (Comparison of the parameters of sustainable development of farms with different intensity of agricultural production). *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G* 89 (2): 66-72.
- Kopiński Jerzy. 2017a. *Bilans azotu brutto – agrośrodowiskowy wskaźnik oddziaływania rolnictwa na środowisko. Opis metodyki, omówienie wyników bilansu na poziomie NUTS-0, NUTS-2* (Gross nitrogen balances (budget) – agrienvironmental indicators of changes of agricultural production. Methodology and the results of balances on the level NUTS-0 (Poland), NUTS-2 (voivodeships)). Puławy: Wydawnictwo IUNG-PIB Monografie i rozprawy naukowe (in print).
- Kopiński Jerzy. 2017b. Ocena zmian efektywności wykorzystania azotu w produkcji rolniczej Polski (Evaluation of changes in the efficiency of nitrogen utilization in agricultural production of Poland). *Roczniki Naukowe SERiA* XIX (1): 85-91, doi: 10.5604/01.3001.0009.8344.
- Kremer Anne Miek. 2013. *Nutrient Budgets EU-27. Norway, Switzerland. Methodology and handbook. ver. 1.02*. Luxembourg: Eurostat/OECD. EC Eurostat, http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei_pr_gnb_esms_an1.pdf, access: 17/05/2013.
- Pastuszek Marianna, Tomasz Kowalkowski, Jerzy Kopiński, Jarosław Stalenga, Damian Panasiuk. 2014. Impact of forecasted changes in Polish economy (2015 and 2020) on nutrient emission into the river basins. *Science of the Total Environment* 493: 32-43, doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.05.124.
- Prandecki Konrad. 2015. Zagrożenia środowiskowe pochodzenia rolniczego jako skutek efektów zewnętrznych. [W] *Efekty zewnętrzne i dobra wspólne w rolnictwie – identyfikacja problemu* (Environmental threats of agricultural origin as a result of external effects [In] External effects and common values in agriculture – problem identification), ed. Konrad Prandecki, 68-89. Warszawa: Monografie PW IERiGZ-PIB.
- Rembisz Włodzimierz. 2010. Kwestie efektywności, cen i dochodów producentów rolnych. [W] *Agroekonomia w warunkach rynkowych. Problemy i wyzwania* (Productivity, prices and farm producers' incomes issues. [In] Agroecology in market conditions. Problems and challenges), ed. Aleksander Grzelak, Agnieszka Sapa, 289-302. Poznań: Uniwersytet Ekonomiczny.

- Szymańska Elżbieta. 2010. Efektywność przedsiębiorstw – definiowanie i pomiar (Enterprise effectiveness – defining and measurement). *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G* 97 (2): 152-164.
- Zegar Józef. 2014. *Konkurencyjność rolnictwa zrównoważonego. Synteza* (Competitiveness of sustainable agriculture. Synthesis). Warszawa: IERiGŻ-PIB.
- Ziętara Wojciech, Marek Zieliński. 2012. Efektywność i konkurencyjność polskich gospodarstw rolniczych nastawionych na produkcję roślinną (The effectiveness and competitiveness of polish crop-oriented farms). *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 1: 40-61.

Summary

The study identifies trends in changes of the intensity of agricultural production in terms of nitrogen management. A comparative analysis of the character and kinds of nitrogen management at the voivodship level concerned the period 2002-2015. The analysis included a comparison of balances and use efficiency of gross nitrogen, as well as the pace and direction of the trend of inputs and outputs in the cycle of agricultural production. The structural and quantitative analysis of both sides of the gross nitrogen balance provides a lot of information about the conditions of agricultural production in the aspect of nitrogen management. While the intensification of plant production is moderate (type A =) in the scale of the country, there are significant differences among individual regions of Poland. In terms of agro-environmental assessment and nitrogen management types, the Lubuskie, Warmińsko-Mazurskie and Zachodniopomorskie voivodeships stood out positively.

Adres do korespondencji
dr hab. Jerzy Kopiński (orcid.org/0000-0002-2887-4143)
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 478 68 21
e-mail: jkop@iung.pulawy.pl