

Jerzy Kopiński

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

OCENA ZMIAN EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA AZOTU W PRODUKCJI ROLNICZEJ POLSKI¹

EVALUATION OF CHANGES IN THE EFFICIENCY OF NITROGEN UTILIZATION IN AGRICULTURAL PRODUCTION OF POLAND

Słowa kluczowe: zróżnicowanie regionalne, efektywność wykorzystania azotu, bilans azotu brutto, stan agrochemiczny gleb

Key words: regional differentiation, efficiency of nitrogen use, gross nitrogen balance, agrochemical condition of soils

JEL codes: Q51, Q53, Q56

Abstrakt. W opracowaniu dokonano oceny wykorzystania azotu w polskim rolnictwie w układzie przestrzennym (NUTS-0 i NUTS-2). Przeprowadzona na podstawie bilansu azotu brutto analiza wskazuje na poprawę wykorzystania tego makroskładnika w procesie produkcji rolniczej w Polsce w latach 2002-2014. W ostatnich latach efektywność wykorzystania azotu znacznie przekroczyła poziom 60%, pomimo utrzymujących się nadal niekorzystnych relacji pomiędzy N:P:K w stosowanych nawozach mineralnych. Wykorzystanie tego składnika poprawiło się także w większości województw Polski. Różnice są jednak dość znaczne i mieszczą się w zakresie od 55% w województwie wielkopolskim do 84% w województwie podkarpackim. Wskaźnik efektywności wykorzystania azotu jest istotnie ujemnie skorelowany z jego saldem bilansowym ($r^2 = 0,77$).

Wstęp

Efektywność wykorzystania składników nawozowych, w tym azotu, jest jednym z podstawowych wskaźników służących do oceny stanu zrównoważenia produkcji rolniczej w aspekcie produkcyjno-ekonomicznym i środowiskowym. Konieczność stosowania nawożenia wynika z potrzeby odtworzenia i utrzymania na niezbędnym poziomie zasobności gleb w dostępne składniki pokarmowe i optymalnego wykorzystania genetycznego potencjału produkcyjnego roślin [Czuba, Mazur 1988, Jadczyzyn, Kopiński 2013]. Azot to podstawowy pierwiastek życia, tworzący zasadniczą część biomasy oraz biorący udział we wszystkich procesach metabolicznych roślin, zwierząt i ludzi.

W rolnictwie nawożenie azotem decyduje o plonowaniu (produkcyjności) roślin i żyzności gleb. Z tego względu właściwe (racjonalne) gospodarowanie tym składnikiem jest niezbędnym dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego kraju, zwłaszcza w warunkach presji determinantów o zasięgu regionalnym (Unia Europejska – UE) i ogólnoświatowym (globalizacja) [Michalczyk 2013, Mikuła 2012]. Z drugiej strony, rozrzućne, nieumiejętne jego wykorzystanie prowadzi do obniżenia efektywności technicznej i ekonomicznej rzutującej na dochodowość produkcji rolniczej [Kopiński 2015]. Niesie także dodatkowe koszty związane z pogorszeniem stanu środowiska, m.in. parametrów jakości wód gruntowych, powierzchniowych i powietrza oraz zdrowia zwierząt i ludzi [Fotyma i in. 2009, 2010, Prandecki 2015]. Zjawiska te wzmagają potrzebę wyceny tzw. dóbr publicznych i wprowadzanie regulacji zwiększających bezpieczeństwo środowiskowe, które przez uruchomienie prostych rezerw powinny doprowadzić do poprawy efektywności i produktywności [Kulawik 2016]. Niewątpliwie efektywność środowiskowa i techniczna jest także ważnym wyznacznikiem konkurencyjności [Bieńkowski i in. 2014].

¹ Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.1 i 2.2 programu wieloletniego 2016-2020 IUNG-PIB.

Racjonalna gospodarka składnikami nawozowymi, w tym i azotem, musi uwzględniać różne aspekty, tj. pozyskanie (produkcję) nawozów, przepływy w produkcji rolniczej oraz dbałość o stan środowiska, zdrowia zwierząt i ludzi [Filipek 2002]. Jedną z powszechnie stosowanych metod pośredniej oceny presji rolnictwa na środowisko, pozwalającą także ocenić efektywność i poprawność prowadzonej gospodarki nawozowej, jest bilans (budżet) azotu brutto [Kopiński 2015, Kremer 2013, OECD 2006].

Celem pracy była ocena zmiany efektywności wykorzystania azotu w produkcji rolniczej w Polsce na podstawie bilansu azotu brutto, w układzie przestrzennym i czasowym.

Material i metodyka badań

Badania i analiza miały charakter kameralny. Podstawowe źródło informacji stanowiły rezultaty badań Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) [Kopiński 2016, Kopiński i in. 2013, Ochal 2015] z wykorzystaniem danych statystycznych GUS [2002-2013, 2002-2016, 2003-2015, 2004-2016, 2005-2016, 2015], Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) [2014] i Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) [2016]. Analizą objęto zmiany efektywności wykorzystania azotu w latach 2002-2014, na podstawie bilansu brutto sporządzonego przez Jerzego Kopińskiego metodą zaproponowaną przez OECD i EUROSTAT [Kremer 2013, Kopiński 2016] według równań:

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

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

Przeprowadzona ocena obejmowała także zmiany wskaźników charakteryzujących gospodarkę nawozową Polski w 4 okresach czteroletnich w latach 2000-2015, tj.: stanu agrochemicznego gleb, relacji N:P:K w nawozach mineralnych. Analizę porównawczą w układzie przestrzennym prowadzono na poziomie województw (NUTS-2). Do oceny współzależności zastosowano proste metody statystyczne.

Wyniki badań i dyskusja

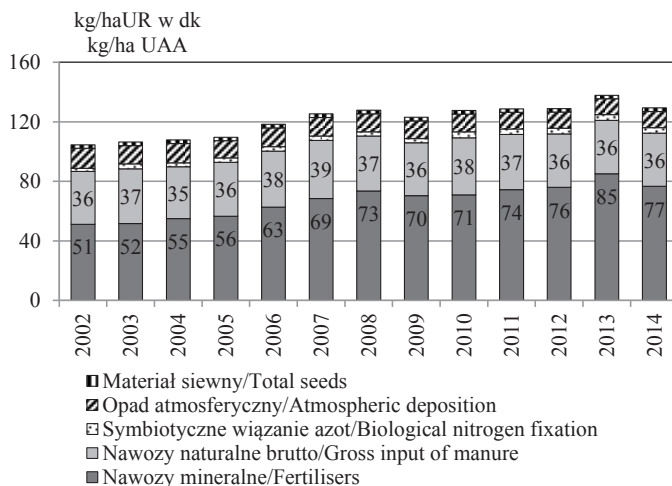
Z wcześniejszych badań J. Kopińskiego [2016] wynika, że ocena wysokości salda bilansu azotu brutto zależy od efektywności wykorzystania tego składnika, struktury przychodu i rozchodu w cyklu produkcji rolniczej, przyrodniczo-klimatycznych warunków gospodarowania, a przede wszystkim od czynników organizacyjnych, takich jak: wiedza rolników, technika stosowania i przechowywania nawozów, stanu agrochemicznego gleb, itp. Ponieważ efektywność wykorzystania azotu w produkcji rolniczej (*EuN*) wyrażana jest ilorazem całkowitego przychodu (ze wszystkich źródeł) (*TN_{prz}*) i całkowitego rozchodu (*TN_{wyn}*), dlatego istotne znaczenie mają zmiany wielkości i struktury każdej ze stron bilansu tego składnika. Zatem o efektywności wykorzystania azotu decyduje głównie nadwyżka jego zasobów z różnych źródeł w stosunku do potrzeb i możliwości pobrania przez rośliny, uwzględniając jakość i stan agrochemiczny gleb. W przychodowej stronie bilansu azotu brutto największe znaczenie od wielu lat ma nawożenie mineralne i naturalne – łącznie z emisją związków gazowych (NH₃, NO_x) powstających w trakcie tworzenia i stosowania. Te dwa źródła stanowią ponad 80% całkowitego przychodu azotu w cyklu produkcji rolniczej (rys. 1). Mniejsze znaczenie mają pozostałe źródła przychodu, tj. opad atmosferyczny, biologiczne wiązanie azotu oraz materiał siewny i sadzeniowy. W latach 2002-2014 całkowity przychód azotu zmieniał się w przedziale od 100 do 120 kg N/ha UR w dk² z tendencją wzrostową. Wynikała ona głównie z rosnącego tempa zużycia nawozów mineralnych, szczególnie nasilającego się od roku 2006, czyli w latach członkostwa Polski w strukturach UE [Fotyma i in. 2009, Jadczyzyn,

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

Rysunek 1. Struktura ilościowa różnych źródeł przychodu azotu brutto w produkcji rolniczej Polski w latach 2002-2014

Figure 1. The quantitative structure of various inputs sources of gross nitrogen budget in Polish agricultural in 2002-2014 years

Źródło/Source: opracowanie własne autora na podstawie danych GUS, GIOŚ i KOBiZE/own study on basic CSO, CIEP and NCEM data



Kopiński 2013, Matyka 2013]. Z drugiej strony, od roku 2007 pozytywnie należy ocenić znaczny wzrost w Polsce produktywności ziemi użytkowanej rolniczo, mierzonej ilością wynoszonego azotu w zbiorach roślin towarowych, zbieranych na paszę i plonach ubocznych. Wzrost ten ma oczywiście swoje podłoże także w tzw. pozanawozowych czynnikach wzrostu i wykorzystania potencjału plonotwórczego roślin [Klepacki 2003, Matyka 2014]. W analizowanych latach z powierzchni użytkowanej rolniczo wynoszone było 60-80 kg N/ha UR w dk (rys. 2). W Polsce w strukturze rozchodu azotu dominującą pozycję stanowią plony główne grupy roślin potencjalnie towarowych. Wynika to z organizacji i kierunków produkcji rolniczej.

Efektom zmian ilościowych i strukturalnych poszczególnych elementów obu stron bilansu azotu brutto jest wzrost efektywności wykorzystania tego składnika. W Polsce wykorzystanie azotu w latach 2012-2014 znacznie przekroczyło poziom 60%, a w odniesieniu do lat 2000-2003 wzrosło o 7 p.p. (tab. 1). W polskim rolnictwie tkwią jeszcze znaczne rezerwy umożliwiające lepsze wykorzystanie tego składnika, pomimo poprawy stanu agrochemicznego gleb ocenianego na podstawie pobieranych próbek. Fundamentalne znaczenie ma wapnowanie gleb, gdyż według Witolda Grzebisza i współautorów [2005] zbiory roślin uprawianych na glebach o odczynie kwaśnym i bardzo kwaśnym mogą być mniejsze od 15-25%.

Rysunek 2. Struktura ilościowa odz azotu brutto w produkcji rolniczej Polski w latach 2002-2014

Figure 2. The quantitative structure of nitrogen outputs in gross budget of Polish agricultural in 2002-2014 years

Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych GUS, GIOŚ i KOBiZE
Source: own study on basic CSO, CIEP and NCEM data

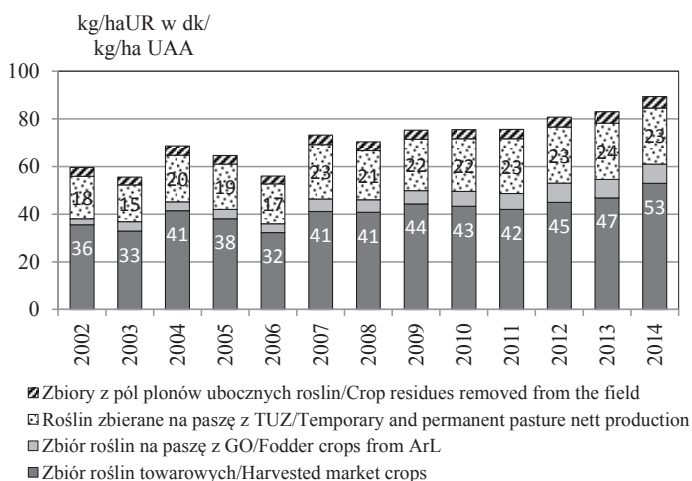


Tabela 1. Zmiany efektywności wykorzystania azotu brutto w produkcji rolniczej Polski na tle wybranych wskaźników stanu agrochemicznego gleb

Table 1. Changes efficient use of gross nitrogen in Polish agriculture on the background of selected indicators of agrochemicals conditions of soil

| Wyszczególnienie/Specification | Lata/Years | | | | Zmiana/ Change* |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| | 2000-2003 | 2004-2007 | 2008-2011 | 2012-2015 | |
| Efektywność wykorzystania N/Efficiency of N use [%] | 56,8 | 57,0 | 58,6 | 64,0** | 7,2 |
| Udział gleb o/Share of soils of [%]: | | | | | |
| – niskim i b. niskim odczynie pH/acid and very acid | 52 | 49 | 45 | 39 | -13 |
| – niskiej i b. niskiej zasobności w fosfor/ low and very low abundance of phosphorus | 34 | 33 | 32 | 31 | -3 |
| – niskiej i b. niskiej zasobności w potas/ low and very low abundance of potassium | 46 | 43 | 42 | 39 | -7 |
| Relacja w nawozach mineralnych/ Ratio in mineral of fertilizers: | | | | | |
| – N | 1 | 1 | 1 | 1 | - |
| – P ₂ O ₅ | 0,36 | 0,39 | 0,37 | 0,32 | -0,04 |
| – K ₂ O | 0,45 | 0,48 | 0,42 | 0,41 | -0,04 |

* różnica wielkości bezwzględnych pomiędzy latami 2012-2015 a 2000-2003/difference absolute values between of 2012-2015 and 2000-2003 years, ** dotyczy lat 2012-2014/for years 2012-2014

Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych GUS

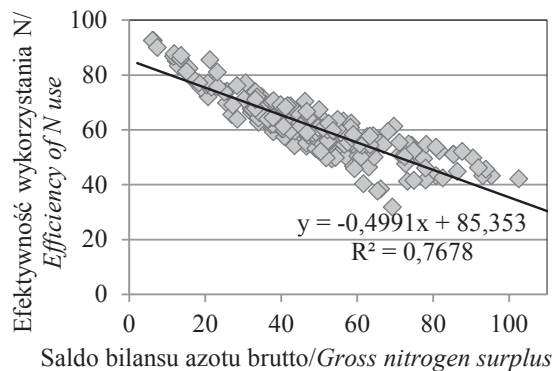
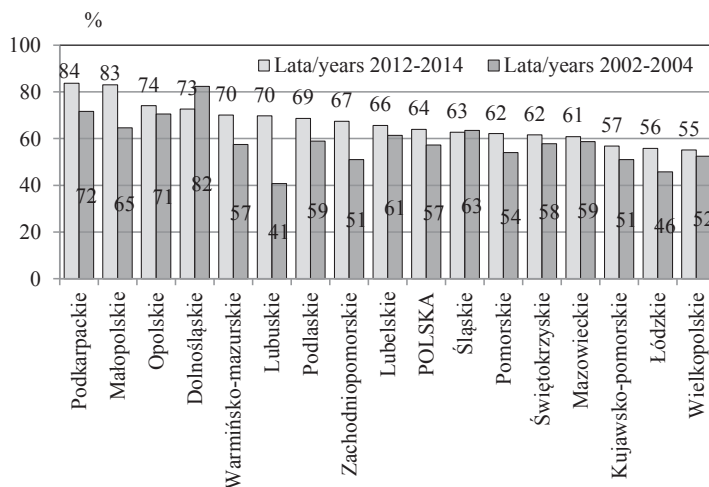
Source: own study on basic CSO data

W Polsce nadal utrzymują się niekorzystne relacje pomiędzy podstawowymi makroskładnikami N:P:K w stosowanych nawozach mineralnych (tab. 1). Stosowanie w niedoborze fosforu i potasu w odniesieniu do azotu, poza ograniczeniem plonowania roślin, prowadzi do wzrostu zagrożeń środowiskowych ze strony azotanów, a także do zmniejszenia odporności roślin na choroby i stres suszy [Grzebisz 2004]. Dodatkowo dominujący udział w strukturze stosowanych nawozów azotowych w Polsce mają formy amonowe azotu (NH₄⁺) i (NH₂⁺), które sprzyjają zakwaszaniu gleb [Filipek, Skowrońska 2013].

Obserwowane znaczne zróżnicowanie regionalne warunków przyrodniczo-produkcyjnych w polskim rolnictwie [Krasowicz i in. 2009] widoczne jest także w odniesieniu do oceny efektywności wykorzystania azotu (EuN). W latach 2012-2014 wskaźnik ten mieścił się w przedziale od 55% w województwie wielkopolskim do 84% w województwie podkarpackim (rys. 3). Województwo to, obok małopolskiego, charakteryzuje się ekstensywnym charakterem produkcji rolniczej. Poza tymi województwami, wysoką efektywność wykorzystania azotu mają także województwa prowadzące intensywną produkcję roślinną: opolskie i dolnośląskie, a które najlepiej łączą cele produkcyjne i środowiskowe [Kopiński 2017]. Porównując lata 2012-2014 i 2002-2004 należy stwierdzić, że w większości województw, poza dolnośląskim i śląskim, nastąpiła poprawa wykorzystania azotu w rolnictwie. Największe wzrosty odnotowano w województwie lubuskim i małopolskim.

Z analizy statystycznej wynika, że wykorzystanie azotu w produkcji rolniczej jest silnie ujemnie skorelowane z saldem bilansu azotu brutto (rys. 4). Na podstawie wyznaczonego równania regresji można stwierdzić, że wzrost salda bilansu azotu o 1 kg powoduje spadek efektywności jego wykorzystania o 0,5 p.p. W warunkach Polski około 15% całkowitego dopływu azotu jest traczone ze względu na emisję jego związków gazowych do atmosfery, a depozyt azotu atmosferycznego w opadach jest często pomijany jako jego źródło.

Rysunek 3. Efektywność wykorzystania azotu brutto w województwach Polski
Figure 3. Efficiency of nitrogen utilization in gross budget of Polish voivodeships
 Źródło: opracowanie własne autora
Source: own study



Rysunek 4. Regresja prosta przedstawiająca zależność efektywności wykorzystania azotu w województwach Polski (%) od salda bilansu azotu (kg N/ha UR) w latach 2002-2014 (n = 208)
Figure 4. Simple regression between efficiency of nitrogen use of Polish voivodeships (%) and gross nitrogen surplus (kg N·ha⁻¹ UAA) in 2002-2014 years (n = 208)

Źródło: opracowanie własne autora
Source: own study

Podsumowanie

Wykorzystanie azotu w polskim rolnictwie na początku XXI wieku uległo poprawie. W latach 2012-2014 całkowity przychód azotu (brutto) wykorzystywany był w 64%. Nadal jednak, pomimo poprawy stanu agrochemicznego gleb ocenianego na podstawie pobieranych próbek przez stacje chemiczno-rolnicze, istnieją jeszcze znaczne rezerwy w lepszym wykorzystaniu tego składnika prowadzące do poprawy produktywności rolnictwa i zmniejszenia skutków jego niekorzystnego oddziaływania na środowisko. Niskie w skali kraju zużycie nawozów wapniowych [GUS 2002-2016] oraz niekorzystne relacje pomiędzy głównymi makroskładnikami nawozowymi (N:P:K) powodują, że stają się one w znaczącym stopniu (m.in. z uwagi na działanie tzw. reguły beczki Liebig'a [Grzebisz 2004]) czynnikami limitującymi produktywność roślin, efektywność techniczną i ekonomiczną wykorzystania azotu. Sprzyjają także wysokim nadwyżkom bilansowym azotu, a w konsekwencji rzutują na bezpieczeństwo żywnościowe, w tym żywności oraz środowiskowe.

Pomiędzy okresami 2002-2004 a 2012-2014 w większości województw Polski nastąpiła poprawa wykorzystania azotu. Pod tym względem pomiędzy poszczególnymi województwami występowały dość duże różnice i mieszczące się w zakresie od 55% w województwie wielkopolskim do 84% w podkarpackim. Wynikały one ze znacznego zróżnicowania poziomu intensywności i organizacji produkcji rolniczej, w tym kultury rolnej.

Literatura/Bibliography

- Bieńkowski Jerzy F., Janusz Jankowiak, Małgorzata Holka, Radosław Dąbrowicz. 2014. Środowiskowa ocena rozwoju rolnictwa w Polsce w ujęciu regionalnym (Environmental appraisal of agriculture development in Poland from a regional perspective). *Roczniki Naukowe SERiA* XVI (1): 97-103.
- Czuba Roman, Teofil Mazur. 1988. *Wpływ nawożenia na jakość plonów* (Effect of fertilization on the yield quality). Warszawa: PWN.
- Filipek Tadeusz. 2002. Zarządzanie zasobami fosforu w środowisku rolniczym (Management of phosphorus resources in agricultural environment). *Nawozy i Nawożenie* 4 (13): 245-258.
- Filipek Tadeusz, Monika Skowrońska. 2013. Aktualnie dominujące przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce (Current dominant causes and effects of acidification of soils under agricultural use in Poland). *Acta Agrophysica* 20 (2): 283-294.
- Fotyma Mariusz, Janusz Igras, Jerzy Kopiński, Wiesław Podyma. 2010. Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich (Risk assessment of excess nitrogen from agricultural sources in Poland compared to other European countries). *Studia i Raporty IUNG-PIB* 20: 53-75.
- Fotyma Mariusz, Janusz Igras, Jerzy Kopiński. 2009. Produkcyjne i środowiskowe uwarunkowania gospodarki nawozowej w Polsce (Production and environmental determinants of fertilizer economy in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB* 14: 187-206.
- GIOŚ. 2014. *Stan środowiska w Polsce. Raport 2014* (The state of the environment in Poland. Report 2014). Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- Grzebiś Witold (red.). 2004. *Potas w produkcji roślinnej* (Potassium in plant production). Poznań: Akademia Rolnicza w Poznaniu, IPI.
- Grzebiś Witold, Witold Szczepaniak, Jean B. Diatta. 2005. *ABC wapnowania gleb uprawnych (ABC liming arable soils)*. Poznań: Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- GUS. 2002-2013. *Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2002, ..., 2013 roku* (Land use, sown area and livestock population in 2002, ..., 2013). Warszawa: GUS.
- GUS. 2002-2016. *Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2001/2002, ..., 2014/2015* (Means of production in agriculture in the 2001/2002, ..., 2014/2015 marketing year). Warszawa: GUS.
- GUS. 2003-2015. *Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2002, ..., 2014 roku* (Production of agricultural and horticultural crops in 2002, ..., 2014). Warszawa: GUS.
- GUS. 2004-2016. *Ochrona środowiska 2015* (Environmental protection 2015). Warszawa: GUS.
- GUS. 2005-2016. *Rocznik statystyczny rolnictwa* (Statistical Yearbook of Agriculture). Warszawa: GUS.
- GUS. 2015. *Zwierzęta gospodarskie w 2014 roku* (Livestock in 2014). Warszawa: GUS.
- Jadczyż 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. 2003. Organizacyjno-ekonomiczne uwarunkowania wykorzystania potencjału polskiego rolnictwa (Organizational and economic conditions for using the potential of Polish agriculture). *Pamiętnik Puławski* 132: 173-184.
- KOBiZE. 2016. *Poland's National Inventory Reports 2016*. Warszawa: IOŚ-PIB.
- Kopiński Jerzy. 2015. Określenie stopnia polaryzacji oddziaływania produkcji rolniczej na środowisko na podstawie bilansu azotu brutto (Determination of the polarization grade of the impact of agricultural production on the environment based on gross nitrogen balance). *Roczniki Naukowe SERiA* 17 (1): 112-117.
- Kopiński Jerzy. 2016. Criterion to determine optimum surpluses of gross nitrogen balance on the level NUTS-0, NUTS-2. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* 15 (1): 29-36.
- Kopiński Jerzy. 2017. The comparison of changes in the implementation of production and environmental objectives of agriculture in selected groups of voivodships. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia* (in print).
- Kopiński Jerzy, Anna Nieróbca, Piotr Ochał. 2013. Ocena wpływu warunków pogodowych i zakwaszenia gleb w Polsce na kształtowanie produktywności roślinnej (An assessment of the effect of weather conditions and soil acidification in Poland on the development of crop productivity). *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 13 (2/42): 53-63.

- Krasowicz Stanisław, Górski Tadeusz, Budzyńska Krystyna, Kopiński Jerzy. 2009. Charakterystyka rolnicza obszaru Polski. [W] *Udział polskiego rolnictwa w emisji związków azotu i fosforu do Bałtyku* (Agricultural characteristics of the area of Poland. [In] Contribution of Polish agriculture to emission of nitrogen and phosphorus compounds to the Baltic Sea), ed. J. Igras, M. Pastuszak, 41-108. Puławy: IUNG-PIB w Puławach, MIR w Gdyni.
- Kremer Anne Miek. 2013. *Nutrient budgets EU-27, Norway, Switzerland. Methodology and handbook*. Luxembourg: Eurostat/OECD, EC Eurostat, ver. 1.02, dostęp 17/05/2013.
- Kulawik Jacek. 2016. Regulacje środowiskowe i innowacje a konkurencyjność (Environmental regulations and innovations versus competitiveness). *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 1 (346): 3-20, doi:10.5604/00441600.1196358.
- Matyka Mariusz. 2013. Tendencje zmian zużycia nawozów mineralnych w Polsce na tle Unii Europejskiej (Trends in consumption of mineral fertilizers in Poland against the background of the European Union). *Roczniki Naukowe SERiA XV* (3): 237-241.
- Matyka Mariusz. 2014. Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawnych w Polsce, Niemczech i 27 krajach Unii Europejskiej w latach 1961-2012 (Yielding of selected agricultural crops in Poland, Germany and 27 countries of European Union in the years 1961-2012). *Roczniki Naukowe SERiA XVI* (3): 183-187.
- Michalczyk Joanna. 2013. Główne przesłanki bezpieczeństwa żywnościowego Polski i próba jego pomiaru (Main determinants of Poland's food security and an attempt of its measuring). *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 315: 577-591.
- Mikuła Aneta. 2012. Bezpieczeństwo żywnościowe Polski (Food security in Poland). *Roczniki Naukowe Ekonomiki Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich* 99 (4): 577-591.
- Ochal Piotr. 2015. Aktualny stan i zmiany żyzności gleb w Polsce (Current status and changes in soil fertility in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB* 45 (19): 9-25.
- OECD. 2006. Environmental indicators for agriculture. *OECD Publication Service* 4 (3): 20.
- 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. K. Prandecki, 68-89. Warszawa: IERiGŻ-PIB.

Summary

The aim of the study was evaluation the use of nitrogen in Polish agriculture, at national (NUTS-0) and regional (NUTS-2) levels. The conducted analysis between 2002 and 2014, based on the gross nitrogen balance, showed an improvement in the use of this macronutrient in the agricultural production process in Poland. Despite the continuing negative relationship between N:P:K in applied mineral fertilizers, the efficiency of nitrogen utilization has far exceeded 60% in recent years. The use of this nutrient has also improved in most Polish voivodeships. However the differences between them are quite significant and range from 55% in wielkopolskie to 84% in the podkarpackie voivodeships. The efficiency of nitrogen utilization is significantly negatively correlated with its balance surpluses ($r^2 = 0.77$).

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. Czarторыskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 47 86 821
e-mail: jkop@iung.pulawy.pl