

Jerzy Kopiński, Stanisław Krasowicz

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

NAWOZOCHŁONNOŚĆ PRODUKCJI ROŚLINNEJ W RÓŻNYCH TYPACH GOSPODARSTW ROLNICZYCH*

Słowa kluczowe: gospodarka nawozowa, nawozochłonność, produktywność, gospodarstwa rolnicze, kierunek produkcji

Wstęp

Jednym z wyznaczników zrównoważenia rolnictwa jest racjonalna gospodarka nawozowa. Głównym źródłem składników nawozowych są nawozy mineralne, naturalne i organiczne. Stosowanie nawożenia jest niezbędne w celu zapewnienia wzrostu i rozwoju roślin oraz uzyskania odpowiedniego poziomu plonów roślin uprawnych bez pogarszania żyzności gleb (1). Struktura zasiewów i poziom plonów uprawianych roślin decydują o produktywności rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Łączne zużycie składników nawozowych i produktywność rolniczej przestrzeni produkcyjnej wyrażona w jednostkach zbożowych (j.zb.) (7) są podstawą oceny nawozochłonności produkcji roślinnej. Wskaźnik ten jest odwrotnością efektywności technicznej nawożenia (3, 8). Jego miarą jest zużycie składników nawozowych N, P, K w przeliczeniu na jednostkę podstawowej produkcji roślinnej. Nawozochłonność jest jednym z kryteriów oceny racjonalności gospodarki nawozowej, także w kontekście dążeń do ograniczenia negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko przyrodnicze (2). Jest ona uwarunkowana intensywnością produkcji, której miarą jest zużycie nawozów wyrażone w kg NPK na ha użytków rolnych (UR) oraz strukturą i wydajnością produkcji roślinnej sumarycznie wyrażonej w jednostkach zbożowych.

W literaturze można spotkać analizy regionalnego zróżnicowania nawozochłonności produkcji roślinnej (3, 9, 10). Daje się natomiast zauważyć brak ocen nawozo-

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.3 pt. „Doskonalenie internetowej bazy danych o produktach nawozowych” z dotacji budżetowej przeznaczonej na realizację zadań MRiRW w 2021 r.

chłonności produkcji roślinnej w zależności od typów produkcyjnych gospodarstw. Znacznie więcej uwagi poświęca się ocenie kierunków specjalizacji gospodarstw i ich wpływu na sytuację ekonomiczną rodzin rolniczych. Jednocześnie w założeniach Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) na lata 2023–2027 zwraca się uwagę na ograniczenia niekorzystnego wpływu rolnictwa na środowisko. Problem ten jest jedną z przesłanek koncepcji tzw. Europejskiego Zielonego Ładu (2), wskazującej na potrzebę racjonalnego nawożenia. Jej podstawowym warunkiem jest dostosowanie zużycia składników nawozowych pochodzących ze wszystkich źródeł i form nawozów do ilości pobieranej przez rośliny w formie oczekiwanych plonów (11).

O nawozochłonności jako ilorazie zużycia składników nawozowych i produktywności roślinnej decyduje specyfika różnych typów (kierunków) gospodarstw rolniczych wyrażająca się ich specjalizacją produkcyjną. Typ gospodarstwa wpływać może na poziom i strukturę nawozochłonności.

Celem opracowania była ocena nawozochłonności różnych typów gospodarstw rolniczych.

Material i założenia metodyczne

Podstawę analizy stanowiły wyniki badań ekonomiczno-organizacyjnych prowadzonych w latach 2016–2019, w 38 gospodarstwach współpracujących z IUNG-PIB w Puławach, zlokalizowanych w województwach: dolnośląskim, lubelskim, podlaskim i wielkopolskim. W celu zebrania danych umożliwiających wykonanie analizy w gospodarstwach tych przeprowadzono badanie ankietowe. Omawiana zbiorowość gospodarstw charakteryzuje się niewielką liczebnością i nie zapewnia reprezentatywności regionalnej, jednak czteroletni okres badań umożliwia dokonywanie porównań pomiędzy poszczególnymi grupami.

Głównym kryterium podziału celowego gospodarstw na 4 grupy był kierunek produkcji. Gospodarstwa te reprezentowały następujące kierunki: wielokierunkowe (A) (6 gosp.), produkcja mleka (B) (13 gosp.), produkcja trzody chlewnej (C) (4 gosp.) i produkcja roślinna (bezinwentarzowe) (D) (15 gosp.). Kryterium specjalizacji gospodarstw stanowił udział poszczególnych gałęzi w strukturze produkcji końcowej brutto.

Do oceny warunków organizacyjnych i efektów produkcyjnych oraz ekonomicznych badanych gospodarstw wybrano wskaźniki analityczne proponowane przez Harasima (6, 7). W celu zapewnienia porównywalności wyników zastosowano jednolitą metodę analizy i identyczne kryteria oceny wszystkich gospodarstw. W celu wyeliminowania zmian w latach za podstawę porównań oceny przyjęto średnie wskaźniki z 4 lat. W obliczeniach nie uwzględniono plonów ubocznych roślin oraz dopływu składników pokarmowych wnoszonych w formie przyorywanej słomy czy liści buraka cukrowego.

Omówienie wyników

Badane typy gospodarstw różniły się pod względem szeregu wskaźników charakteryzujących wyniki produkcyjne i ekonomiczne, uwarunkowania organizacyjne oraz zasoby podstawowych czynników produkcji rolniczej, to jest: ziemi, pracy, kapitału.

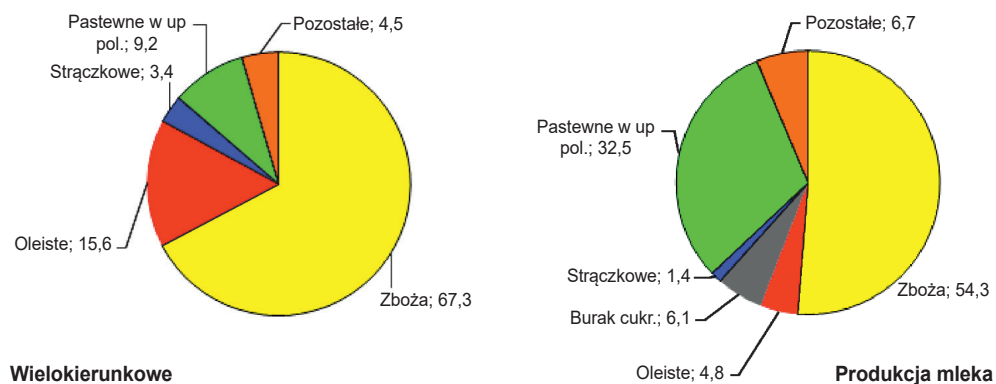
Charakterystykę badanych typów gospodarstw przedstawiono w tabeli 1. Porównanie zamieszczonych w niej danych wskazuje, że największą powierzchnię w ha użytków rolnych miały gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej. Gospodarstwa o wielokierunkowym charakterze produkcji i specjalizujące się w produkcji mleka miały zbliżony, największy udział trwałych użytków zielonych (TUZ) w strukturze użytków rolnych (UR). Miały też relatywnie wyższe zatrudnienie na 100 ha UR. Wyraźnie wyższym wskaźnikiem bonitacji gleb wyróżniała się grupa gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji roślinnej. Największą wartością środków trwałych w przeliczeniu na 1 ha UR charakteryzowały się gospodarstwa specjalizujące się w produkcji mleka, a najniższą ukierunkowane na produkcję roślinną. Gospodarstwa specjalizujące się w produkcji trzody chlewnej uzyskiwały około 3-krotnie wyższą produkcję rolną wyrażoną w jednostkach zbożowych z 1 ha UR w porównaniu z gospodarstwami wielokierunkowymi i reprezentującymi typ produkcji roślinnej. Ta grupa gospodarstw miała też blisko dwukrotnie większą, od średniej dla całej badanej zbiorowości, wielkość ekonomiczną.

Tabela 1
Podstawowe cechy i wskaźniki charakteryzujące zasoby czynników produkcji badanych grup gospodarstw w latach 2016–2019

| Wyszczególnienie | Kierunki produkcji gospodarstw | | | | Gospodarstwa razem |
|---|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | wielokierunkowe | produkcja mleka | chów trzody chlewnej | produkcja roślinna | |
| Powierzchnia gospodarstwa (ha UR) | 27,6 | 32,5 | 38,8 | 58,0 | 41,6 |
| Udział TUZ (%) | 18,7 | 17,7 | 6,9 | 2,8 | 8,5 |
| Wskaźnik bonitacji (pkt) | 0,81 | 0,86 | 0,84 | 0,99 | 0,91 |
| Środki trwałe (tys. zł; zł·ha ⁻¹ UR), w tym: | 1293 | 1917 | 1793 | 2356 | 1952 |
| – maszyny i narzędzia | 46,8 | 59,0 | 46,2 | 40,6 | 46,9 |
| – budynki i budowle gospodarskie | 232 | 522 | 413 | 577 | 480 |
| | 8,4 | 16,1 | 10,6 | 9,9 | 11,5 |
| – ziemia | 436 | 455 | 558 | 417 | 451 |
| | 15,8 | 14,0 | 14,4 | 7,2 | 10,8 |
| | 625 | 940 | 822 | 1362 | 1021 |
| | 22,6 | 28,9 | 21,2 | 23,5 | 24,5 |
| Zatrudnienie (AWU·100 ha ⁻¹ UR) | 6,6 | 6,5 | 4,4 | 3,6 | 4,8 |
| Produkcja rolna (j.zb.·ha ⁻¹ UR) | 61,5 | 114,5 | 185,7 | 68,7 | 94,2 |
| Wielkość ekonomiczna gospodarstwa SO (tys. €) | 31,0 | 85,8 | 143,6 | 68,8 | 77,5 |

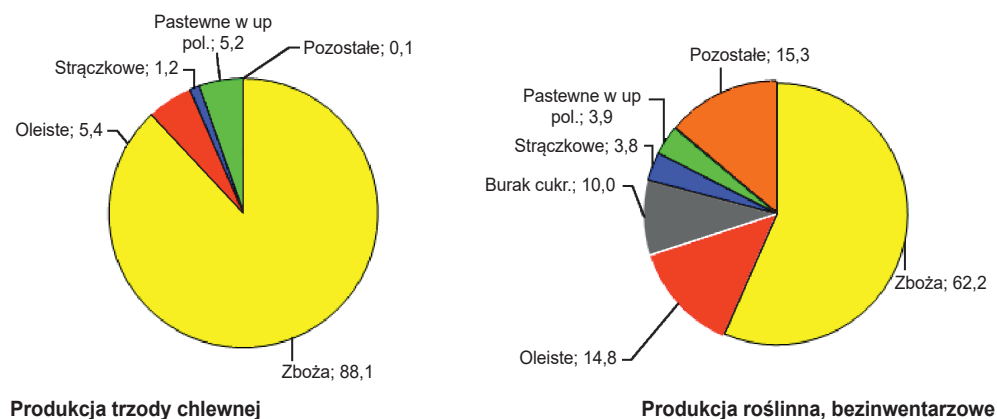
Źródło: opracowanie własne

Typ gospodarstw warunkowany ich specjalizacją znalazł też odzwierciedlenie w strukturze zasiewów (rys. 1 i 2). Najwyższym udziałem zbóż w strukturze zasiewów charakteryzowała się grupa gospodarstw wyspecjalizowanych w produkcji trzody chlewnej, a najniższym – grupa gospodarstw ukierunkowanych na produkcję mleka. Wiązało się to ze specyfiką systemów żywienia inwentarza. W przypadku trzody chlewnej głównym źródłem pasz było ziarno zbóż uzupełniane nasionami roślin strączkowych i koncentratem białkowym z zakupu. Z kolei w gospodarstwach ukierunkowanych na produkcję mleka, aż 32,5% w strukturze zasiewów miały rośliny pastewne w uprawie polowej, głównie kukurydza uprawiana na kiszonkę, stanowiąca ważne źródło pasz energetycznych dla bydła. W gospodarstwach tych ponad 6% powierzchni zasiewów było przeznaczanych pod uprawę buraka cukrowego, również częściowo zaspokajającego zapotrzebowanie na paszę dla bydła w postaci wysłodków.



Rys. 1. Struktura zasiewów na GO (%) w analizowanych grupach gospodarstw; średnio w latach 2016–2019

Źródło: opracowanie własne



Rys. 2. Struktura zasiewów na GO (%) w analizowanych grupach gospodarstw; średnio w latach 2016–2019

Źródło: opracowanie własne

W gospodarstwach wielokierunkowych i roślinnych średnio około 15% w strukturze zasiewów miały rośliny oleiste. Uprawa ziemniaka we wszystkich porównywanych typach gospodarstw nie miała większego znaczenia, poza zużyciem na potrzeby własne gospodarstw domowych, i została uwzględniona w grupie roślin „pozostałych” wraz z warzywami i roślinami specjalnymi.

Kierunek specjalizacji gospodarstw wpłynął też na obsadę inwentarza w DJP na ha UR i strukturę pogłównia ocenianą poprzez obsadę bydła i trzody chlewnej (tab. 2). Najwyższą obsadą zwierząt charakteryzowały się gospodarstwa prowadzące chów trzody chlewnej, co wiązało się z cyklem produkcji i rotacją (obrotem) stada, a także zasobnością kapitału i posiadaną infrastrukturą budowlaną. Gospodarstwa wyspecjalizowane w produkcji mleka utrzymywały wyłącznie bydło, którego obsada wynosiła 1,17 DJP·ha⁻¹ UR. Ta grupa gospodarstw wyróżniała się relatywnie wysoką wydajnością mleczną krów. Wskaźnik ten najwyższą wartość osiągnął w gospodarstwach prowadzących chów trzody chlewnej, mimo małej skali produkcji i utrzymywania niewielkiego pogłównia bydła. W grupie gospodarstw ukierunkowanych na chów bydła znalazły się także gospodarstwa ekologiczne, o mniejszej intensywności żywienia krów. W gospodarstwach tych dominującym kierunkiem produkcji zwierzęcej była produkcja żywca wieprzowego. Znalazło to wyraz w wielkości produkcji żywca wieprzowego w kg·ha⁻¹ UR i bardzo wysokiej produkcji zwierzęcej wyrażonej w j.zb·ha⁻¹ UR, natomiast produkcja mleka była kierunkiem dodatkowym.

Tabela 2

Obsada i struktura pogłównia oraz wskaźniki produkcji zwierzęcej badanych grup gospodarstw w latach 2016–2019

| Wyszczególnienie | Kierunki produkcji gospodarstw | | | | Gospodarstwa razem |
|---|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | wielokierunkowe | produkcja mleka | chów trzody chlewnej | produkcja roślinna | |
| Obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹ UR), w tym: | 0,46 | 1,17 | 1,39 | 0,08 | 0,54 |
| – bydła (DJP·ha ⁻¹ UR) | 0,29 | 1,17 | 0,28 | 0,07 | 0,39 |
| – trzody chlewnej (DJP·ha ⁻¹ UR) | 0,10 | 0,00 | 1,11 | 0,01 | 0,14 |
| – pozostałych (DJP·ha ⁻¹ UR) | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| Wydajność mleczna krów (l·szt. ⁻¹ ·rok ⁻¹) | 4490 | 6640 | 7785 | 3305 | 6067 |
| Produkcja żywca wołowego (kg·ha ⁻¹ UR) | 77,1 | 192,9 | 50,8 | 18,0 | 71,4 |
| Produkcja żywca wieprzowego (kg·ha ⁻¹ UR) | 198,6 | 2,0 | 2345,3 | 9,0 | 322,5 |
| Produkcja żywca pozostałego (kg·ha ⁻¹ UR) | 19,2 | 5,4 | 0 | 1,5 | 3,7 |
| Produkcja zwierzęca (j.zb·ha ⁻¹ UR) | 21,3 | 52,7 | 134,0 | 3,4 | 38,9 |

Źródło: opracowanie własne

Warto podkreślić, że zróżnicowanie obsady zwierząt wywarło też znaczący wpływ na ilość składników nawozowych wnoszonych w postaci nawozów naturalnych, a także na nawozochłonność produkcji roślinnej.

W tabeli 3 przedstawiono porównanie intensywności produkcji roślinnej mierzonej poziomem zużycia kg NPK w nawozach mineralnych na 1 ha UR oraz produktywność roślin ocenianą w jednostkach zbożowych z 1 ha UR. Najwyższym zużyciem nawozów mineralnych charakteryzowała się grupa gospodarstw prowadzących produkcję mleka, a następnie wyspecjalizowana w produkcji roślinnej. W gospodarstwach wielokierunkowych, bez wyraźnej specjalizacji, zużycie nawozów mineralnych kształtowało się na poziomie średniej dla Polski (12).

Tabela 3

Intensywność produkcji i produktywność roślin badanych grup gospodarstw w latach 2016–2019

| Wyszczególnienie | Kierunki produkcji gospodarstw | | | | Gospodarstwa razem |
|--|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | wielokierunkowe | produkcja mleka | chów trzody chlewnej | produkcja roślinna | |
| Nawożenie mineralne (kg NPK · ha ⁻¹ UR), w tym: | 139,1 | 323,6 | 175,3 | 262,1 | 256,1 |
| – azotowe (N kg · ha ⁻¹) | 85,3 | 155,4 | 107,8 | 135,1 | 133,7 |
| – fosforowe (P ₂ O ₅ kg · ha ⁻¹) | 25,8 | 64,0 | 30,6 | 47,7 | 47,3 |
| – potasowe (K ₂ O kg · ha ⁻¹) | 28,1 | 104,2 | 36,9 | 79,0 | 75,6 |
| Nawozochłonność prod. roślin. z nawozów mineralnych (kg NPK · j. zb. prod. roślin. ⁻¹) | 3,2 | 5,5 | 3,0 | 4,0 | 4,1 |
| Relatywne zróżnicowanie nawozochłonności (%) (średnia ogółu = 100%) | 76 | 131 | 71 | 95 | 100 |
| Produkcja roślinna (j. zb. · ha ⁻¹ UR) | 43,2 | 59,2 | 58,5 | 66,0 | 61,3 |
| Relatywne zróżnicowanie produkcji roślinnej (%) (średnia ogółu = 100%) | 70 | 97 | 95 | 108 | 100 |

Źródło: opracowanie własne

We wszystkich grupach gospodarstw i łącznie w całej badanej zbiorowości w strukturze zużywanych nawozów dominował azot. W przypadku gospodarstw mlecznych jego zużycie w nawozach mineralnych wynosiło niemal 155 kg · ha⁻¹ UR, co przy uwzględnieniu znacznego dopływu azotu w nawozach naturalnych, można uznać za potencjalnie duże zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Nawozochłonność produkcji roślinnej wynikająca tylko ze stosowania nawożenia mineralnego była o 36% wyższa od średniej dla całej badanej zbiorowości. Natomiast produkcja roślinna,

wyrażona w j.zb·ha⁻¹ UR, kształtowała się na poziomie zbliżonym do średniej dla całej ocenianej zbiorowości i była niższa o ok. 10% w porównaniu z gospodarstwami wyspecjalizowanymi w produkcji roślinnej.

W tabeli 4 przedstawiono porównanie nawozochłonności produkcji roślinnej w analizowanych typach gospodarstw, z uwzględnieniem dwóch głównych źródeł dopływu składników pokarmowych (nawozowych) dla uprawianych roślin, tj. nawozów mineralnych i naturalnych. Najwyższą nawozochłonnością wyróżniały się gospodarstwa wyspecjalizowane w produkcji mleka, stosujące bardzo wysokie nawożenie mineralne, a jednocześnie dostarczające relatywnie znacznych dawek nawozów naturalnych. Najwyższym dopływem składników nawozowych NPK z nawozów naturalnych charakteryzowały się gospodarstwa wyspecjalizowane w chowie trzody chlewnej. Jednak w tej grupie gospodarstw, z uwagi na relatywnie niższe zużycie nawozów mineralnych, nawozochłonność całkowita kształtowała się na poziomie 6,3 kg NPK·j.zb.⁻¹. Jest to poziom uznawany przez wielu autorów (4, 5) za racjonalny w warunkach przyrodniczo-produkcyjnych Polski. W grupie gospodarstw wielokierunkowych (bez wyraźnej specjalizacji) i w grupie gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej nawozochłonność całkowita kształtowała się, średnio w analizowanym okresie, w granicach 4,1–4,5 kg NPK·j.zb.⁻¹.

Tabela 4

Nawozochłonność produkcji roślinnej z uwzględnieniem zużycia nawozów mineralnych i naturalnych badanych grup gospodarstw w latach 2016–2019

| Wyszczególnienie | Kierunki produkcji gospodarstw | | | | Gospodarstwa razem |
|---|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | wielokierunkowe | produkcja mleka | chów trzody chlewnej | produkcja roślinna | |
| Produkcja roślinna (j.zb·ha ⁻¹ UR) | 43,2 | 59,2 | 58,5 | 66,0 | 61,3 |
| Nawozochłonność całk. prod. roślin. (kg NPK·j.zb. prod. roślin. ⁻¹), w tym: | 4,5 | 7,9 | 6,3 | 4,1 | 5,3 |
| – azotu (kg N·j.zb. ⁻¹) | 2,5 | 3,6 | 3,1 | 2,1 | 2,6 |
| – fosforu (kg P ₂ O ₅ ·j.zb. ⁻¹) | 0,9 | 1,7 | 1,3 | 0,8 | 1,1 |
| – potasu (kg K ₂ O·j.zb. ⁻¹) | 1,1 | 2,6 | 1,9 | 1,2 | 1,6 |
| Nawozochłonność naw. min. prod. roślin. (kg NPK·j.zb. prod. roślin. ⁻¹) | 3,2 | 5,5 | 3,0 | 4,0 | 4,1 |
| Nawozochłonność naw. nat. prod. roślin. (kg NPK·j.zb. prod. roślin. ⁻¹) | 1,3 | 2,4 | 3,3 | 0,1 | 1,2 |

Źródło: opracowanie własne

Przedstawiona w tabeli 4 struktura nawozochłonności, wyrażona zużyciem N, P₂O₅ i K₂O, potwierdza wyniki badań Wrzaszcz i Kopińskiego (13), wskazując

na możliwość wystąpienia zagrożeń powodowanych przez zbyt wysokie dawki nawozów i nadwyżki bilansowe, zwłaszcza azotu wnoszonego do gleby.

Należy przypuszczać, że na działania rolników mające na celu optymalizację nawożenia w gospodarstwach wpływać będą zmiany cen nawozów i ich relacja do cen produktów rolnych. Analizy nawozochłonności produkcji roślinnej prowadzone na podstawie średnich wskaźników dla niewielkich liczebnie grup gospodarstw o różnych typach mają charakter wstępny, a zarazem uproszczony. Obiektywną ocenę można uzyskać, analizując nawozochłonność w odniesieniu do konkretnego gospodarstwa, z uwzględnieniem jego specyfiki organizacyjno-ekonomicznej i produkcyjnej.

Wnioski

1. Dopływ składników pokarmowych (nawozowych) z nawozów mineralnych i naturalnych jest zróżnicowany w zależności od kierunku specjalizacji gospodarstwa.
2. Specjalizacja gospodarstw w towarowej produkcji zwierzęcej przy jednoczesnym wysokim poziomie nawożenia mineralnego może prowadzić do nieracjonalnego wykorzystania składników nawozowych, skutkując potencjalnymi zagrożeniami ze strony biogenów dla środowiska przyrodniczego spowodowanymi wysokimi nadwyżkami bilansowymi azotu.
3. Nawozochłonność produkcji roślinnej wyrażona w $\text{kg NPK} \cdot \text{j.zb.}^{-1}$ produkcji roślinnej może być jednym z kryteriów oceny racjonalności nawożenia, a także możliwości zrównoważenia produkcji w różnych typach gospodarstw rolniczych.
4. Analizy nawozochłonności produkcji roślinnej prowadzone na podstawie średnich wskaźników dla niewielkich liczebnie grup gospodarstw o różnych typach mają charakter wstępny, a zarazem uproszczony. Obiektywną ocenę można uzyskać, analizując nawozochłonność w odniesieniu do konkretnego gospodarstwa, z uwzględnieniem jego specyfiki organizacyjno-ekonomicznej i produkcyjnej.
5. Ocena nawozochłonności produkcji roślinnej w gospodarstwach obok znaczenia informacyjno-poznawczego może być przesłanką podejmowania decyzji, a w efekcie racjonalizacji ponoszonych kosztów i nakładów w postaci nawozów, co jest m.in. jedną z przesłanek koncepcji Strategii Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ).

Literatura

1. Czuba R., Mazur T.: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa 1988, ss. 359.
2. EC (European Commission). 2020. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu regionów. Strategia „od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego. COM(2020) 381 final, 20.5.2020.
3. Fotyła M., Igras J., Kopiński J., Podyma W.: Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2010, 20: 53-75.

4. F o t y m a M., Maćkowiak C.: Program dostosowania koncepcji oraz technik i technologii nawożenia mineralnego oraz organicznego do wymogów ochrony środowiska. Synteza. Program proekologicznego rozwoju wsi, rolnictwa i gospodarki żywnościowej do 2015 roku. Wyd. MRiGŻ, NFOŚiGW, Warszawa 1998, s. 154-162.
5. F o t y m a M., K r a s o w i c z S.: Potencjalna produktywność gleb gruntów ornych w ujęciu regionalnym. Pamiętnik Puławski, 2001, **124**: 99-129.
6. H a r a s i m A.: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie. IUNG-PIB, Puławy 2006, ss. 171.
7. H a r a s i m A. Wskaźniki oceny regionalnego zróżnicowania rolnictwa. Pamiętnik Puławski, 2001, **124**: 161-169.
8. K l e p a c k i B.: Wybrane pojęcia z zakresu organizacji gospodarstw, produkcji i pracy w rolnictwie. SGGW, Warszawa 1997, ss. 148.
9. K o p i ń s k i J.: Zróżnicowanie gospodarki nawozowej azotem w polskim rolnictwie. Polish Journal of Agronomy, 2018, **32**: 3-16.
10. K o p i ń s k i J., K r a s o w i c z S.: Regionalne zróżnicowanie nawozochłonności produkcji roślinnej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2021, **65(19)**: 123-149 (w druku).
11. R u t k o w s k a A.: Racjonalne i efektywne nawożenie azotem. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2014, **37(11)**: 33-46.
12. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 1999/2000...2019/2020. GUS, Warszawa 2001–2021.
13. W r z a s z c z W., K o p i ń s k i J.: Gospodarka nawozowa w Polsce w kontekście zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Studia i Monografie, IERiGŻ-PIB, 2019, **178**: 1-145.

Adres do korespondencji:

dr hab. Jerzy Kopiński; prof. dr hab. Stanisław Krasowicz
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel.: (81) 4786 821
e-mail: jkop@iung.pulawy.pl;
sk@iung.pulawy.pl

| AUTOR | ORCID |
|---------------------|---------------------|
| Jerzy Kopiński | 0000-0002-2887-4143 |
| Stanisław Krasowicz | 0000-0002-3949-1444 |