

Mariusz Matyka, Jerzy Kopiński, Stanisław Krasowicz

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

WPŁYW INTENSYWNOŚCI PRODUKCJI ROLNICZEJ NA WYBRANE WSKAŹNIKI ŚRODOWISKOWE W UJĘCIU REGIONALNYM*

Słowa kluczowe: intensywność produkcji, oddziaływanie rolnictwa na środowisko, różnicowanie regionalne

Wstęp

Funkcjonowanie Polski w ramach Unii Europejskiej stwarza ciągle nowe wyzwania przed ochroną środowiska na obszarach wiejskich dotyczące prowadzenia produkcji rolniczej. W rozwijającym się obecnie poindustrialnym modelu rolnictwa dużego znaczenia nabierają funkcje użyteczności społecznej. Są one odzwierciedleniem relacji zachodzących pomiędzy wartością środowiska – jako dobra publicznego, a wartością prowadzonej w tym środowisku produkcji rolniczej (14, 16). Powszechnie stosowane podejście do zrównoważonego rozwoju na poziomie gospodarstwa polega na ocenie, czy wpływ na środowisko maleje lub wzrasta wraz ze zmianą wartości produkcji (3). Wpisuje się ono także w zasady racjonalnego i efektywnego wykorzystania zasobów naturalnych (4, 9).

Ochrona środowiska jest jednym z priorytetowych zagadnień w wielu politykach Unii Europejskiej. Stanowi ona również główne wyzwanie, przed którym stoją obecnie społeczeństwa, co znalazło swój wyraz w rezolucji przyjętej przez Zgromadzenie Ogólne Organizacji Narodów Zjednoczonych (13). Cele środowiskowe i klimatyczne mają także coraz większe znaczenie w realizacji Wspólnej Polityki Rolnej (5). Konieczność ograniczenia zagrożeń środowiskowych powodowanych przez rolnictwo, z podkreśleniem jego funkcji użyteczności społecznej, znajduje wyraz w regulacjach oraz aktach prawnych, które bezpośrednio nie ograniczają intensyfikacji produkcji, ale nakazują uwzględniać ochronę zasobów naturalnych (8).

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.8 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

Wzrost wartości produkcji rolniczej w ostatnich latach jest na ogół kreowany przez wzrost produktywności ziemi i zwierząt. Jest on pochodną zwiększenia intensywności produkcji, m.in. poprzez wzrost poziomu nawożenia, ale także poprzez lepsze wykorzystanie tzw. pozanawozowych czynników produkcji. W tym kontekście ważne pozostaje określenie potencjalnego oddziaływania zachodzących zmian w rolnictwie na środowisko (10). Tego rodzaju oceny opierają się na ogół na analizie danych zastanych, przy wykorzystaniu pojedynczych wskaźników, ich agregatów lub narzędzi do oceny wielowymiarowej (1, 2).

Celem pracy było określenie powiązań pomiędzy intensywnością produkcji rolniczej a jej potencjalnymi efektami środowiskowymi w ujęciu regionalnym.

Material i metody

Materiał źródłowy do pracy stanowiły dane statystyki masowej publikowane przez Główny Urząd Statystyczny dla lat 2017 i 2018 (6, 7). Cześć wskaźników pozyskano z dostępnych źródeł literaturowych (11, 12, 15, 16). Uwzględniono następujące wskaźniki charakteryzujące intensywność produkcji:

- zużycie nawozów mineralnych NPK ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$);
- obsadę zwierząt ($\text{SD} \cdot 100 \text{ ha}^{-1} \text{ UR}$);
- plony zbóż ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$);
- plony rzepaku ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$);
- plony buraka cukrowego ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Natomiast jako wskaźniki środowiskowe ujęto w analizie:

- saldo bilansu azotu ($\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}^*$);
- saldo bilansu fosforu ($\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$);
- saldo bilansu potasu ($\text{kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$);
- wskaźnik różnorodności struktury zasiewów (indeks Shannona-Wienera) (pkt.);
- bilans glebowej materii organicznej ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ GO} \cdot \text{rok}^{-1}$);
- udział trwałych użytków zielonych (TUZ) (% UR);
- udział specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) w ogólnej powierzchni (%).

Analizę zróżnicowania regionalnego przeprowadzono na poziomie województw z uwzględnieniem aktualnego podziału administracyjnego kraju. Wskaźniki dla poszczególnych województw porównywano ze średnimi dla Polski, jako układu odniesienia. W badaniach oprócz statystyk opisowych wykonano również analizę korelacji, która umożliwiła określenie kierunku i siły wzajemnych powiązań pomiędzy analizowanymi wskaźnikami. Przeprowadzono także grupowanie z wykorzystaniem analizy skupień metodą k-średnich.

*Użytki rolne utrzymane w dobrej kulturze rolnej

Omówienie wyników

Wyniki badań wskazują, że oceniane wskaźniki charakteryzujące zarówno intensywność produkcji, jak i uwarunkowania oraz efekty środowiskowe były wyraźnie zróżnicowane regionalnie (tab. 1).

Jednym z podstawowych wskaźników określających poziom intensywności produkcji rolniczej jest zużycie nawozów mineralnych NPK na ha UR. W analizowanym okresie najwyższą wartością tego wskaźnika charakteryzowały się województwa: opolskie, kujawsko-pomorskie, dolnośląskie, wielkopolskie i lubelskie. Zaś najniższe wartości osiągał on w województwach podkarpackim i małopolskim. Zużycie nawozów mineralnych było istotnie dodatnio skorelowane z saldem bilansu azotu i potasu (tab. 2). Charakteryzowało się również silną, odwrotnie proporcjonalną zależnością od udziału trwałych użytków zielonych (TUZ) w powierzchni użytków rolnych (UR). Powyższe zależności wskazują na to, że nieracjonalne stosowanie nawozów mineralnych może niekorzystnie oddziaływać na gospodarkę składnikami nawozowymi. Wartość tego wskaźnika jest również powiązana bezpośrednio ze strukturą użytkowania gruntów. Znaczny udział TUZ świadczy bowiem częściowo o walorach środowiskowych danego regionu.

Znacznie zróżnicowana regionalnie była również odsada zwierząt wyrażona w sztukach dużych (SD) na 100 ha UR (tab. 1). Wskaźnik ten obrazuje również pośrednio zróżnicowanie ilości nawozów naturalnych możliwych do wykorzystania w produkcji roślinnej. Najwyższą obsadą zwierząt cechowały się województwa wielkopolskie i podlaskie. Relatywnie wysoką obsadę zwierząt odnotowano również w województwach mazowieckim i łódzkim, a najniższą w dolnośląskim, zachodniopomorskim i podkarpackim. Wskaźnik obsady zwierząt wykazywał istotną, wprost proporcjonalną korelację z saldem bilansu azotu i fosforu (tab. 2). Zależność ta, podobnie jak w przypadku nawożenia mineralnego NPK, potwierdza tezę, że zbyt wysoka obsada zwierząt skutkuje negatywnymi konsekwencjami środowiskowymi ze strony biogenów. Pozytywnie natomiast należy ocenić dodatnią zależność poziomu nawożenia nawozami naturalnymi (obsady zwierząt) a saldem bilansu materii organicznej. Uzyskane wyniki potwierdzają ugruntowaną wiedzę o kluczowym znaczeniu nawozów naturalnych w zachowaniu i poprawie zasobów glebowej materii organicznej.

Podobnie jak w przypadku poprzednich wskaźników charakteryzujących intensywność produkcji, również plony roślin o głównym znaczeniu gospodarczym (zboża, rzepak, burak cukrowy) były zróżnicowane regionalnie (tab. 1). Najwyższe plony zbóż i rzepaku średnio w latach 2017 i 2018 osiągnęto w województwach opolskim i dolnośląskim.

Tabela 1
Zróżnicowanie regionalne wskaźników charakteryzujących intensywność oraz uwarunkowania i efekty środowiskowe produkcji rolniczej
(średnio z lat 2017 i 2018)

Województwo	Zużycie nawozów mineralnych NPK (kg·ha ⁻¹ UR)	Obsada zwierząt (SD·100·ha ⁻¹ UR)	Plony (t·ha ⁻¹)			Saldo bilansu (kg·ha ⁻¹ UR)			Wskaźnik różnorodności struktury zasiewów (pkt.)	Bilans gleb. mat. org. (kg·ha ⁻¹ GO·rok ⁻¹)	Udział TUZ w pow. UR (%)	Udział SOO Natura 2000 w pow. ogóln. (%)
			zboż	rzepak	buraka cukrowego	azotu (N)	fosforu (P)	potasu (K)				
Dolnośląskie	175,5	23,5	4,8	3,0	64,2	21,7	-4,0	2,2	2,3	-291	16,1	17,8
Kujawsko-pomorskie	196,9	72,5	4,1	2,7	65,3	56,3	0,5	4,1	2,6	-168	9,4	4,9
Lubelskie	165,7	37,5	4,1	3,1	58,8	20,2	-1,0	-0,7	2,6	-166	15,5	6,6
Lubuskie	108,8	46,5	3,6	2,4	65,7	24,2	-2,6	-4,6	2,7	-111	26,0	15,0
Łódzkie	136,5	79,5	3,3	2,7	69,5	53,0	2,2	6,2	2,5	-88	15,3	2,9
Małopolskie	89,1	44,5	4,0	3,0	65,5	-2,7	-4,6	-16,0	2,6	-117	41,2	10,1
Mazowieckie	124,0	81,5	3,1	3,0	62,4	37,9	0,8	-3,9	2,6	-1	27,5	5,4
Opolskie	197,6	46,5	5,5	3,2	67,3	35,1	-2,9	11,1	2,3	-244	7,9	2,9
Podkarpackie	85,6	30,0	3,9	2,5	66,0	2,7	-2,4	-8,6	2,6	-187	35,4	19,8
Podlaskie	117,2	90,5	2,8	3,0	48,6	18,6	-0,7	-9,6	2,4	207	35,3	26,9
Pomorskie	146,1	52,0	3,9	2,9	72,2	39,2	-0,5	2,7	2,6	-99	17,2	9,7
Śląskie	126,7	62,5	4,1	2,6	70,8	21,7	-1,5	-0,3	2,6	-94	22,2	7,5
Świętokrzyskie	112,1	48,0	3,1	2,4	61,6	28,9	-0,3	-3,9	2,7	-100	21,2	13,3
Warmińsko-mazurskie	117,9	69,0	3,6	2,5	60,9	28,5	-1,6	-9,7	2,6	111	33,8	10,7
Wielkopolskie	167,8	127,5	3,9	2,6	65,6	60,5	3,6	17,3	2,6	-59	14,0	8,1
Zachodniopomorskie	126,5	29,0	3,8	2,4	58,1	26,0	-1,7	-6,4	2,6	-149	18,6	18,6
POLSKA	142,2	66,5	3,8	2,8	63,9	33,0	-0,4	-0,5	2,7	-97	21,6	11,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie (6, 7, 11, 12, 15, 16)

Tabela 2

Macierz korelacji pomiędzy wskaźnikami charakteryzującymi intensywność oraz uwarunkowania i efekty środowiskowe produkcji rolniczej

Wyszczególnienie	Saldo bilansu (kg·ha ⁻¹ UR)			Wskaźnik różnorodności struktury zasiewów (pkt.)	Bilans gleb. mat. org. (kg·ha ⁻¹ GO-rok ⁻¹)	Udział TUZ w pow. UR (%)	Udział SOO Natura 2000 w pow. ogóln. (%)
	azotu (N)	fosforu (P)	potasu (K)				
Zużycie nawozów mineralnych NPK (kg·ha ⁻¹ UR)	0,63*	0,24	0,79	-0,45	-0,41	-0,87	-0,47
Obsadę zwierząt (SD·100 ha ⁻¹ UR)	0,64	0,80	0,41	0,18	0,61	-0,06	-0,24
Plony (t·ha ⁻¹)	zbóż	-0,02	-0,43	0,44	-0,57	-0,76	-0,32
	rzepaku	-0,12	-0,21	0,09	-0,52	-0,09	-0,08
	buraka cukrowego	0,25	0,03	0,43	0,07	-0,53	-0,33

* pogrubioną czcionką oznaczono korelacje istotne statystycznie przy $\alpha = 0,05$

Źródło: opracowanie własne na podstawie (6, 7, 11, 12, 15, 16).

Burak cukrowy plonował najwyżej w województwach pomorskim i śląskim. Natomiast najniższe plony zbóż i buraka cukrowego odnotowano w województwie podlaskim, a rzepaku – w województwach lubelskim, świętokrzyskim i zachodniopomorskim. Wysoki poziom plonowania zbóż i rzepaku wpływał istotnie niekorzystnie na zróżnicowanie struktury zasiewów (tab. 2). Jest to bezpośrednią konsekwencją specjalizacji produkcji, która z jednej strony umożliwia poprawę efektów produkcyjnych, ale z drugiej strony wymusza upraszczanie technologii i organizacji produkcji. Znajduje to szczególnie odzwierciedlenie w przypadku uprawy zbóż i rzepaku, które są roślinami bardzo zbliżonymi technologicznie i stanowią główne, a czasami jedyne, rośliny towarowe w zmianowaniu. Odwrotnie proporcjonalną zależność odnotowano w przypadku plonów buraka cukrowego i salda bilansu glebowej materii organicznej. Potwierdza to podstawową wiedzę agrotechniczną o niekorzystnym wpływie uprawy roślin okopowych na bilans glebowej materii organicznej. Zależność ta może wynikać również pośrednio z tego, że wysokie plony buraka cukrowego uzyskuje się w województwach wyspecjalizowanych w produkcji roślinnej i cechujących się niską obsadą zwierząt. Należy również podkreślić, że plonowanie buraka cukrowego było odwrotnie proporcjonalnie skorelowane z udziałem specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000. Wskazywać to może na utrudnienia pomiędzy znacznym udziałem obszarów cennych przyrodniczo a prowadzeniem wysokowydajnej produkcji roślinnej.

Znacznie zróżnicowane regionalnie były również wskaźniki charakteryzujące uwarunkowania i efekty środowiskowe produkcji rolniczej (tab. 1). Szczególnie niepokojące było ujemne saldo bilansu fosforu i potasu oraz glebowej materii organicznej w większości województw.

Wykorzystując analizę skupień, wydzielono cztery makroregiony, w skład których weszło od 1 do 7 województw (rys. 1, tab. 3).

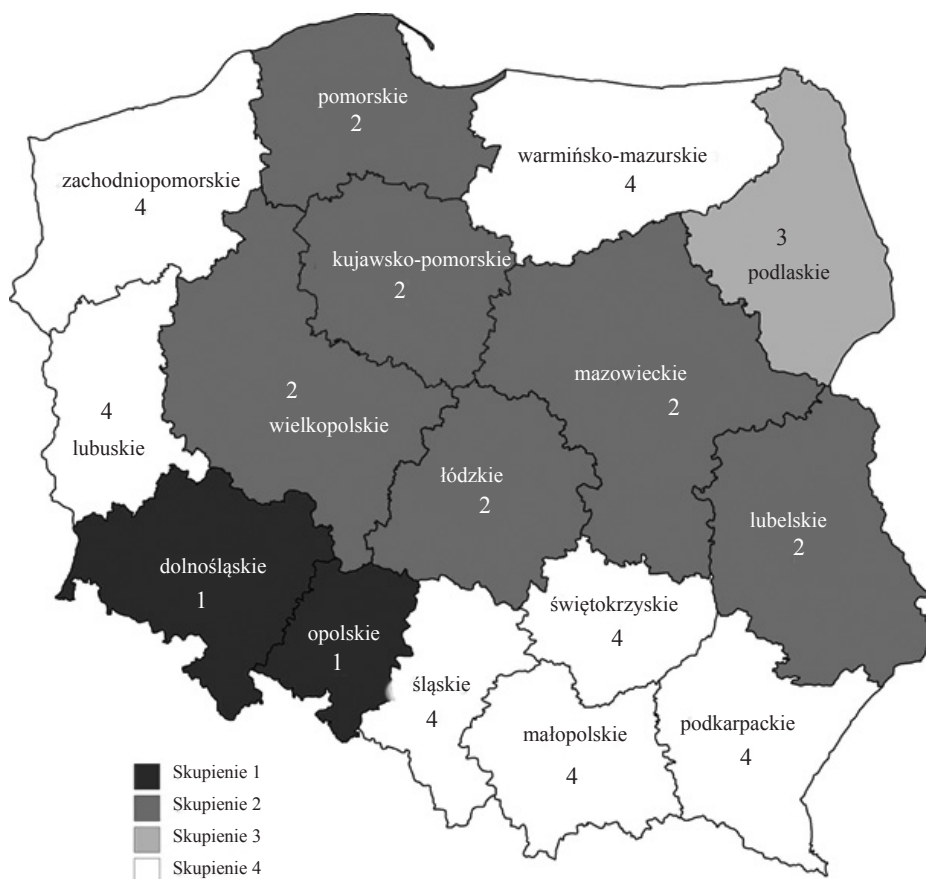
Skupienie pierwsze (**1**), które tworzyły województwa opolskie i dolnośląskie, charakteryzowało się zdecydowanie najwyższą intensywnością produkcji roślinnej wyrażoną zużyciem nawozów mineralnych i uzyskiwanymi plonami wybranych roślin uprawnych. Wyróżniała je również najniższa obsada zwierząt w SD na 100 ha UR. Saldo bilansu azotu i potasu kształtowało się na bezpiecznym środowiskowo poziomie. Ujemne wartości przyjmowało natomiast saldo bilansu fosforu, co w dłuższej perspektywie może prowadzić do wyczerpywania gleb z tego makroskładnika, chociaż z drugiej strony gleby tych województw charakteryzują się dość dobrą zasobnością (6). Również pozostałe wskaźniki środowiskowe kształtowały się mniej korzystnie niż w innych skupieniach. Negatywnie należy ocenić zdecydowanie najbardziej ujemne saldo bilansu glebowej materii organicznej oraz małą różnorodność struktury zasiewów. Mały (12%) był także udział TUZ w powierzchni UR, co może wskazywać, że pewna część tych cennych przyrodniczo obszarów została we wcześniejszych latach przekształcona na grunty orne.

Drugie skupienie (**2**), w którym znalazło się aż 6 województw, cechuje się umiarkowanymi wartościami zarówno wskaźników opisujących intensywność produkcji, jak i oddziaływanie na środowisko. W pewnym uogólnieniu można stwierdzić, że w tym makroregionie w największym stopniu wdrażane są cele zrównoważonego rozwoju, które zakładają proporcjonalne osiąganie korzyści ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Jest to tym bardziej istotne, ponieważ województwa, które znalazły się w tym skupieniu zajmują dość znaczny obszar.

Ze względu na swoją specyfikę w skupieniu trzecim (**3**) znalazło się wyłącznie województwo podlaskie. Na tle innych wydzielonych grup charakteryzuje się ono relatywnie małym zużyciem nawozów mineralnych NPK oraz najniższymi plonami głównych roślin. Cechuje się natomiast zdecydowanie najwyższą obsadą zwierząt wyrażoną w SD na 100 ha UR, co wynika ze znacznej specjalizacji kierunkowej w produkcji mleka. Z punktu widzenia żyzności gleb, które cechują się w tym województwie niską jakością i słabą zasobnością w składniki mineralne, niekorzystnie należy ocenić ujemne saldo bilansu fosforu i potasu. Bezpieczne środowiskowo było natomiast saldo bilansu azotu. W tym regionie najbardziej korzystnie na tle innych skupień kształtowało się saldo bilansu glebowej materii organicznej. Jednak ze względu na specjalizację w produkcji zwierzęcej, struktura zasiewów była mało zróżnicowana, a znaczny udział miały rośliny pastewne uprawiane dla bydła na GO. Również kierunek specjalizacji produkcji, ale także naturalne warunki przyrodnicze wiążą się z bardzo dużym udziałem TUZ w strukturze UR oraz specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOO) Natura 2000 w powierzchni ogólnej województwa.

W skupieniu czwartym (**4**) znalazło się najwięcej, bo 7 województw, chociaż ze sobą niesąsiadujących. Skupienie charakteryzuje się najniższym poziomem intensywności produkcji wyrażonym zużyciem nawozów mineralnych, obsadą zwierząt oraz relatywnie niskimi plonami zbóż i rzepaku. W regionie tym saldo bilansu fosforu i potasu osiągało wartości ujemne, a azotu było na dodatnim, ale bezpiecznym

środowiskowo poziomie. Najwyższy natomiast był wskaźnik różnorodności struktury zasiewów oraz relatywnie duży udział TUZ. Saldo bilansu glebowej materii organicznej przyjmowało umiarkowanie ujemne wartości.



Rys. 1. Skupienia województw wydzielone wg zróżnicowania wskaźników charakteryzujących intensywność oraz uwarunkowania i efekty środowiskowe produkcji rolniczej

Źródło: opracowanie własne na podstawie (6, 7, 11, 12, 15, 16)

Tabela 3
Charakterystyka skupień wydzielonych ze względu na zróżnicowanie wskaźników określających intensywność oraz uwarunkowania i efekty środowiskowe produkcji rolniczej

Wyszczególnienie	Zużycie nawozów mineralnych NPK (kg ha ⁻¹ UR)	Obsada zwierząt (SD · 100 ha ⁻¹ UR)	Plony (t ha ⁻¹)			Saldo bilansu (kg ha ⁻¹ UR)			Wskaźnik różnorodności struktury zasiewów (pkt.)	Bilans gleb. mat. org. (kg ha ⁻¹ GO · rok ⁻¹)	Udział TUZ w pow. UR (%)	Udział SOO Natura 2000 w pow. ogóln. (%)
			zboż	rzepaku	buraka cukrowego	azotu (N)	fosforu (P)	potasu (K)				
Skupienie 1	186,5	35,0	5,1	3,1	63,7	28,4	-3,5	6,7	2,3	-267,5	12,0	10,4
Skupienie 2	156,1	75,1	3,7	2,8	65,6	44,5	0,9	4,3	2,6	-96,8	16,5	6,3
Skupienie 3	117,2	90,5	2,8	3,0	48,6	18,6	-0,7	-9,6	2,4	207,0	35,3	26,9
Skupienie 4	109,5	47,1	3,7	2,5	64,1	18,5	-2,1	-7,1	2,6	-92,4	28,3	13,6

Źródło: opracowanie własne na podstawie (6, 7, 11, 12, 15, 16)

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wykazała, że istnieje istotna potwierdzona statystycznie zależność pomiędzy intensywnością produkcji rolniczej a efektami środowiskowymi. Intensywność produkcji jest również powiązana z uwarunkowaniami przyrodniczymi, które częściowo charakteryzowane są przez udział TUZ w UR oraz udział specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000 w powierzchni danego regionu.

Wyniki badań wskazują także, iż równomierne i zrównoważone realizowanie celów produkcyjnych i środowiskowych jest bardzo utrudnione. W regionach charakteryzujących się najwyższą intensywnością produkcji wskaźniki środowiskowe przyjmowały na ogół najniższe wartości. Natomiast w skupieniach cechujących się korzystnymi wartościami parametrów środowiskowych produkcja rolnicza była prowadzona w sposób bardziej ekstensywny.

Pozytywnym wnioskiem płynącym z analizy jest to, że znaczna część województw (pomorskie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, łódzkie, mazowieckie i lubelskie) wydzielonych w jednym ze skupień, mimo istniejącej wewnątrz różnorodności organizacyjnej, prowadzi produkcję rolniczą w sposób najbardziej zbliżony do zasad i celów zrównoważonego rozwoju.

Literatura

1. Berbeć A.K., Feledyn-Szewczyk B., Kopiński J.: Ocena stopnia zrównoważenia gospodarstw rolnych o różnych kierunkach produkcji za pomocą modelu RISE. Zesz. Nauk. SGGW Probl. Roln. Świat., 2017, **17(2)**: 7-17. DOI: 10.22630/PRS.2017.17.2.22
2. Czyżewski A., Staniszewski J.: Zrównoważona intensyfikacja rolnictwa jako kombinacja efektywności nakładów ekonomicznych i środowiskowych. Zesz. Nauk. SGGW Probl. Roln. Świat., 2018, **18(3)**: 80-90. DOI: 10.22630/PRS.2018.18.3.68
3. Czyżewski B., Matuszczak A., Grzelak A., Guth M., Majchrzak A.: Environmental sustainable value in agriculture revisited: how investment subsidies foster eco-efficiency. Ann. PAAAE, 2019, **21(4)**: 76-84. DOI: 10.5604/01.3001.0013.5134
4. Gołębiowski J.: Systemy żywnościowe w warunkach gospodarki cyrkularnej. Wyd. SGGW Warszawa, 2019, ss. 272.
5. Góral J., Rembisz W.: Produkcja w rolnictwie w kontekście ochrony środowiska. Roczn. Nauk. SGGW Ekon. Roln. Rozw. Obsz. Wiejsk., 2017, **104(1)**: 7-21. DOI: 10.22630/RNR.2017.104.1.1
6. GUS: Rocznik statystyczny rolnictwa. Warszawa, 2018–2019.
7. GUS: Użytkowanie gruntów i powierzchnia zasiewów. Warszawa, 2018–2019.
8. Janiszewska D., Ossowska L.: Wybrane aspekty oddziaływania rolnictwa na środowisko w państwach Unii Europejskiej. Zesz. Nauk. SGGW Probl. Roln. Świat., 2017, **17(1)**: 73-83. DOI: 10.22630/PRS.2017.17.1.7
9. Kołoszko-Chomentowska Z.: Zrównoważenie ekonomiczno-środowiskowe gospodarstw rolnych bez produkcji zwierzęcej. Roczn. Nauk. SERiA, 2017, **19(4)**: 124-129. DOI: 10.5604/01.3001.0010.5175
10. Kopiński J.: Ocena zmian organizacyjno-produkcyjnych w polskim rolnictwie w kontekście wybranych oddziaływań środowiskowych. Zesz. Nauk. SGGW Probl. Roln. Świat., 2018, **18(4)**: 284-294. DOI: 10.22630/PRS.2018.18.4.118
11. Kuś J.: Wpływ glebowej materii organicznej na gospodarkę wodną gleby. W: Innowacyjne metody gospodarowania zasobami wody w rolnictwie. Red. W. Dembek, J. Kuś, M. Wiatkowski i G. Żurek. Wyd. CDR Brwinów, 2016: 195-212.

12. Matyka M.: Ocena regionalnego zróżnicowania struktury zasiewów w kontekście oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Roczn. Nauk. SERiA, 2017, **19(3)**: 188-192. DOI: 10.5604/01.3001.0010.3245
13. ONZ. Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne w dniu 25 września 2015 r. Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030.
14. Oszmiańska M., Mielcarek M.: Ochrona środowiska w gospodarstwach chłopskich. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo, 2006, **87(540)**: 409-414.
15. Witek T.: Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin. IUNG, Puławy, 1981, ser. **A-40**.
16. Wrzaszcz W., Kopiński J.: Gospodarka nawozowa w Polsce w kontekście zrównoważonego rozwoju. Studia i Monografie, IERiGŻ-PIB Warszawa, 2019, **178**, ss. 145.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Mariusz Matyka
Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 47 86 800
e-mail: mmatyka@iung.pulawy.pl

AUTOR	ORCID
Jerzy Kopiński	0000-0002-2887-4143
Stanisław Krasowicz	0000-0003-3949-1444
Mariusz Matyka	0000-0001-6269-1175