

Jerzy Kopiński, Stanisław Krasowicz

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

REGIONALNE ZRÓŻNICOWANIE NAWOZOCHŁONNOŚCI PRODUKCJI ROŚLINNEJ W POLSCE *

Słowa kluczowe: gospodarka nawozowa, nawozochłonność, nawozy, produktywność, zróżnicowanie regionalne, uwarunkowania produkcji

Wstęp

Rolnictwo to jedna z niewielu dziedzin gospodarki, która funkcjonuje w środowisku przyrodniczym, w różnym stopniu na nie oddziałując. Przede wszystkim ma ono fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa żywnościowego (żywnościowego, zdrowotnego) ludzi i zwierząt gospodarskich (18, 19), a pośrednio także ekonomicznego. Jako dział produkcji globalnej, rolnictwo jest jednym z początkowych ogniw w łańcuchu żywnościowym (17), a jego działalność jest prowadzona bezpośrednio w środowisku przyrodniczym, uznawanym za dobro publiczne, z wszystkimi tego konsekwencjami (25). Należy jednak pamiętać, że ocena zachodzących zmian i procesów w produkcji rolniczej często jest niejednoznaczna, a ocena przyszłych, możliwych skutków w odniesieniu do realizacji celów ekonomicznych, środowiskowych i klimatycznych często przeciwstawna (27).

Działalność rolnicza, głównie poprzez intensyfikację produkcji, powoduje znaczącą ingerencję w naturalny obieg składników pokarmowych. Niezbędne jest więc prowadzenie racjonalnej gospodarki nawozowej, w zakresie stosowania nawozów mineralnych, organicznych i naturalnych (10). Konieczność stosowania nawożenia wynika z potrzeb utrzymania i odtwarzania niezbędnych zasobów składników pokarmowych w glebie zarówno ze względów produkcyjnych, w celu zapewnienia optymalnych warunków do wzrostu i rozwoju roślin (1), jak i środowiskowych (4).

W Polsce wzrostowi intensywności produkcji roślinnej w latach bezpośrednio po wejściu do UE na ogół nie towarzyszyło podobne tempo wzrostu plonowania roślin

*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.

(8, 9, 13). Tendencja wzrostu zużycia nawozów została nieznacznie wyhamowana w 2008 r. w konsekwencji światowego kryzysu finansowego, a w kolejnych latach, 2009–2017, nastąpił, z małymi wahaniami, powrót do wysokiego poziomu ich stosowania (13). Naturalną konsekwencją tego zjawiska jest wzrost tzw. nawozochłonności produkcji roślinnej, czyli zużycia nawozów mineralnych na jednostkę podstawowej produkcji roślinnej, jaką stanowi 100 kg ziarna zbóż, czyli tzw. jednostka zbożowa (j.zb.). Wskaźnik ten jest „odwrotnością” efektywności nawożenia obliczonej z funkcji produkcji (2, 5). Bezpośrednim skutkiem nadmiernej nawozochłonności jest większa presja na środowisko glebowe i wodne ze strony biogenów oraz zmniejszenie efektywności produkcyjnej i ekonomicznej. Analiza tendencji zmian nawozochłonności może być zatem także ważnym wskaźnikiem kierunku zmian potencjalnych zagrożeń środowiskowych. Pełną ocenę nawozochłonności umożliwi dopiero uwzględnienie pogłębiającego się zróżnicowania regionalnego (12, 13), które determinowane jest uwarunkowaniami przyrodniczymi i organizacyjno-ekonomicznymi, kształtowanymi m.in. przez strukturę obszarową, intensywność organizacji produkcji rolnej, intensywność gospodarowania, strukturę zasiewów, poziom plonowania głównych ziemiopłodów i odsadę zwierząt. Należy jednak zauważyć, że w porównaniu z innymi krajami „starej” UE-15 w Polsce, mimo niższego poziomu intensywności rolnictwa (28) nawozochłonność, może być relatywnie wyższa lub na podobnym poziomie przy niższej wydajności produkcji roślinnej, gdyż wynika to z gorszych warunków glebowych i klimatycznych (14, 15). W Polsce ogółem ponad 40% powierzchni gleb wykazuje niską jakość i przydatność rolniczą (2), a z tytułu niekorzystnych warunków pogodowych wielkość produkcji roślinnej może być niższa nawet o ok. 5% (12).

Celem opracowania była analiza i ocena nawozochłonności produkcji roślinnej w Polsce w ujęciu dynamicznym (w latach 2002–2019) oraz regionalnym, tj. według województw.

Material i założenia metodyczne

Podstawę do wykonania analizy stanowiły dane statystyczne GUS (20, 21, 23, 24, 29). Uwzględniono również wyniki badań własnych (2, 6, 10) oraz opracowania i ekspertyzy przygotowywane w IUNG-PIB w Puławach (3, 26).

Do obliczenia globalnej produkcji roślinnej przyjęto przeliczniki na jednostki zbożowe (j.zb.), stosowane przez GUS (21) w odniesieniu tylko do plonów głównych (zbiorów) roślin uprawianych na gruntach ornych (GO), upraw trwałych, łąk i pastwisk (TUZ) oraz zbieranych poplonów ubocznych na GO. Wyrażone w jednostkach zbożowych sumaryczne zbiory w uproszczeniu zostały przyjęte jako globalna produkcja roślinna oraz w przeliczeniu na 1 ha UR w dobrej kulturze rolnej. Ilość zużycia składników NPK w nawozach mineralnych przyjęto na podstawie ich zużycia, a w nawozach naturalnych na podstawie stanu pogłowia zwierząt gospodarskich. W wyliczeniach uwzględniono standardowe współczynniki (brutto) dostarczania

azotu, fosforu i potasu w nawozach naturalnych dla różnych grup zwierząt gospodarskich średnio w ciągu roku (6), pomniejszone w przypadku azotu o wielkość emisji, uzyskując ilości „netto” dostarczane na pola uprawne.

Do przygotowania opracowania wykorzystano analizę struktury zjawisk (cech) oraz dynamiki ich zmian. Wskaźniki dla poszczególnych województw porównywano ze średnimi dla Polski, jako układu odniesienia. Analizę wykonano na podstawie średnich z 3 lat, aby wyeliminować zmienność w latach. Materiał zaprezentowano w formie tabelarycznej i graficznej. Analizowano również czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu nawozochłonności.

Opracowanie ma charakter analizy porównawczej. Przeprowadzono ją, uwzględniając uwarunkowania przyrodnicze, organizacyjno-ekonomiczne oraz agrochemiczne.

Warunki przyrodnicze przedstawiono za pomocą wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (WRPP) według IUNG-PIB (11, 22), uwzględniającego jakość i przydatność rolniczą gleb, agroklimat, rzeźbę terenu i warunki wodne. Pod uwagę wzięto również udział trwałych użytków zielonych (TUZ) i upraw trwałych (sądów) w strukturze użytków rolnych (UR).

Jako uwarunkowania organizacyjno-ekonomiczne decydujące o regionalnym zróżnicowaniu nawozochłonności uwzględniono następujące cechy:

- średnia powierzchnia gospodarstwa w ha UR;
- udział UR w gospodarstwach do 5 ha;
- udział UR w gospodarstwach powyżej 50 ha;
- obsada zwierząt w DJP·100 ha⁻¹ UR;
- średni plon zbóż w dt·ha⁻¹, jako miara kultury rolnej;
- udział powierzchni uprawy pszenicy, rzepaku, buraka cukrowego w strukturze zasiewów w %;
- poziom towarowej produkcji roślinnej w zł·ha⁻¹;
- udział towarowej produkcji roślinnej w strukturze towarowej produkcji rolniczej w %.

Uwarunkowania agrochemiczne produkcji roślinnej scharakteryzowano za pomocą następujących cech:

- udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych w %;
- udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w P₂O₅ i K₂O w %.

Założono, że wybrane cechy charakteryzują specyfikę rolnictwa w poszczególnych województwach. Są one jednocześnie czynnikami kształtującymi nawozochłonność produkcji roślinnej. Przeprowadzono również ocenę statystyczną analizowanych wskaźników. Za pomocą analizy skupień metodą k-średnich wyodrębniono grupy województw o zróżnicowanej nawozochłonności produkcji roślinnej. Skupienia te scharakteryzowano za pomocą wybranych cech, najsilniej skorelowanych z nawozochłonnością. Zakres badań był zdeterminowany dostępnością danych i stopniem ich agregacji.

Omówienie wyników

O nawozochłonności produkcji roślinnej decyduje zużycie składników pokarmowych w nawozach mineralnych, naturalnych i organicznych oraz produktywność w jednostkach zbożowych w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych. Nawozochłonność produkcji roślinnej w Polsce w okresie lat 2002–2019, z uwzględnieniem sześciu 3-letnich okresów, przedstawiono w tabeli 1.

Porównanie danych zamieszczonych w tabeli 1 wskazuje, że wszystkie analizowane wskaźniki ulegały zmianom. Jednak ich kierunki i dynamika były zróżnicowane. Wyraźnie wzrastał, szczególnie do roku 2013, poziom zużycia nawozów mineralnych wyrażony w kg NPK na 1 ha użytków rolnych w dobrej kulturze rolnej (w dkr). Efektem był wzrost nawozochłonności nawozów mineralnych z 3,3 kg NPK·j.zb.⁻¹ w latach 2002–2004 do 3,8 kg NPK·j.zb.⁻¹ w latach 2017–2019. Odwrotna tendencja w analizowanym okresie wystąpiła w przypadku zmian zużycia nawozów naturalnych. Nawozochłonność nawozów naturalnych zmniejszyła się w latach 2017–2019 o 0,5 kg NPK·j.zb.⁻¹ w odniesieniu do okresu 2002–2004. Było to związane z redukcją obsady zwierząt gospodarskich. Globalna produkcja roślinna wyrażona w jednostkach zbożowych w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych w dobrej kulturze rolnej, obok zróżnicowania w latach i wyodrębnionych okresach 3-letnich, wykazywała tendencję wzrostową. W rezultacie całkowita nawozochłonność produkcji roślinnej w całym okresie 2002–2019 była mało zróżnicowana i przeciętnie wyniosła 6,1 kg NPK·j.zb.⁻¹. W okresie 2005–2007 była ona relatywnie wyższa, co związane było z niższym poziomem globalnej produkcji roślinnej, wyrażonej w jednostkach zbożowych na 1 ha UR, spowodowanym niekorzystnymi warunkami klimatycznymi (susza). W Polsce od wielu lat na względnie stałym poziomie, ok. 5,0 kg NPK·j.zb.⁻¹, utrzymuje się pobranie składników nawozowych na jednostkę plonu, dlatego ważne jest żeby nawozochłonność zbyt mocno nie odbiegała od tego poziomu. Różnice pomiędzy tymi wskaźnikami wynikają z niepełnej efektywności wykorzystania wszystkich składników nawozowych, na co ma wpływ wiele czynników, w tym m.in. zakwaszenie i jakość gleb, warunki pogodowe. Warto podkreślić, że w analizowanym okresie (2002–2019) zmieniały się też relacje pomiędzy N:P:K. Wyższą dynamikę wzrostu miało zużycie azotu, a udział dwóch pozostałych makroskładników stopniowo zmniejszał się w stosunku do średniej z okresu 2002–2004, co może być niepokojące, gdyż według prawa Liebiga o efektywności nawożenia decyduje poziom tego składnika, który jest w minimum (25). W Polsce w analizowanym okresie kilkunastu lat przeciętna nawozochłonność wynosiła: 2,9 kg N·j.zb.⁻¹, 1,2 kg P₂O₅·j.zb.⁻¹ i 1,9 kg K₂O·j.zb.⁻¹.

Tabela 1

Nawozochłonność produkcji roślinnej i pobranie składników NPK w plonach w Polsce w latach 2002–2019

Wyszczególnienie	Lata								Ogółem 2002–2019	
	2002–2004	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019				
Zużycie skład. naw. NPK:										
– ogółem (kg·ha ⁻¹ UR w dkr)	176,7	202,3	210,8	216,4	211,1	224,6			206,3	
zmiany %*	100	114,4	119,3	122,4	119,5	127,1				
– nawozy mineralne (kg·ha ⁻¹ UR w dkr)	95,3	117,6	127,1	135,7	131,9	139,7			123,8	
zmiany %*	100	123,3	133,3	142,4	138,4	146,6				
– nawozy naturalne (kg·ha ⁻¹ UR w dkr)	81,4	84,7	83,7	80,7	79,2	84,9			82,4	
zmiany %*	100	104,0	102,8	99,1	97,3	104,2				
Globalna produkcja roślinna (j.zb.·ha ⁻¹ UR w dkr)	29,0	29,8	34,0	35,9	38,3	37,1			33,8	
zmiany %*	100	102,7	117,5	124,1	132,4	128,1				
Pobranie skład. naw. w produkcji roślinnej (pl. gł.) (kg NPK·j.zb. ⁻¹)	5,0	5,2	5,1	5,0	4,8	4,8			5,0	
zmiany %*	100	103,7	100,9	99,7	95,4	95,1				
Nawozochłonność produkcji roślinnej naw. min. (kg NPK·j.zb. ⁻¹)	3,3	4,0	3,7	3,8	3,5	3,8			3,7	
zmiany %*	100	120,2	113,6	114,9	104,9	114,4				
Nawozochłonność produkcji roślinnej naw. nat. (kg NPK·j.zb. ⁻¹)	2,8	2,8	2,5	2,2	2,1	2,3			2,4	
zmiany %*	100	101,4	87,6	80,0	73,8	81,4				
Nawozochłonność produkcji roślinnej razem (kg NPK·j.zb. ⁻¹)	6,1	6,8	6,2	6,0	5,5	6,0			6,1	
zmiany %*	100	111,5	101,6	98,8	90,6	99,2				
W tym: N (kg N·j.zb. ⁻¹)	2,82	3,13	3,01	3,03	2,72	2,96			2,94	
– zmiana %*	100	111,1	106,7	107,6	96,4	104,9				
– P ₂ O ₅ (kg P ₂ O ₅ ·j.zb. ⁻¹)	1,26	1,44	1,27	1,21	1,02	1,12			1,21	
– zmiana %*	100	113,9	100,7	96,0	80,6	88,4				
– K ₂ O (kg K ₂ O·j.zb. ⁻¹)	2,01	2,23	1,91	1,78	1,79	1,97			1,94	
– zmiana %*	100	110,6	95,0	88,3	88,7	98,0				

*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

W tabeli 2 przedstawiono zmiany zużycia nawozów mineralnych w poszczególnych okresach według województw. Z ich analizy wynika, że zużycie nawozów mineralnych w okresie 2002–2019 wzrastało we wszystkich województwach, ale poziom i dynamika wzrostu były mocno zróżnicowane. Zdecydowanie niższym zużyciem nawozów mineralnych charakteryzowały się województwa Polski południowo-wschodniej (podkarpackie, małopolskie i świętokrzyskie) oraz województwo podlaskie (średnio w latach 2002–2019 poniżej 100 kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr, ale także województwa położone na zachodzie (lubuskie) i północy Polski (pomorskie i zachodniopomorskie). Natomiast wysoka intensywność produkcji roślinnej mierzona poziomem nawożenia mineralnego (ponad 150 NPK·ha⁻¹ UR w dkr) była prowadzona w województwach kujawsko-pomorskim, opolskim i wielkopolskim.

Przedstawione w tabeli 3 zróżnicowanie zużycia nawozów naturalnych w kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr jest pochodną zmian w wielkości i strukturze pogłowia zwierząt gospodarskich odzwierciedlających specjalizację produkcyjną rolnictwa poszczególnych województw. Najmniejszym zużyciem nawozów naturalnych charakteryzuje się rolnictwo województw dolnośląskiego i zachodniopomorskiego. Poziom zużycia składników NPK·ha⁻¹ UR w dkr z nawozów naturalnych w tych województwach nieznacznie przekracza 30 kg. Także w wielu innych województwach zużycie nawozów naturalnych w ostatnich badanych latach (2017–2019) było niższe w porównaniu z przyjętym za podstawę do porównań okresem 2002–2004. Wynikało to ze specjalizacji rolnictwa w zakresie produkcji roślinnej (woj. opolskie, lubelskie), a także z rezygnacji z chowu zwierząt w regionach o dużym rozdrobieniu gospodarstw (podkarpackie, małopolskie, świętokrzyskie). Natomiast tendencja wzrostowa zużycia nawozów naturalnych wystąpiła w województwach: lubuskim, łódzkim, mazowieckim, śląskim, a najbardziej w podlaskim, warmińsko-mazurskim i wielkopolskim – wiodących w produkcji zwierzęcej (7).

Łączne zużycie składników pokarmowych (NPK) w nawozach mineralnych i naturalnych przedstawiono w tabeli 4. Analiza tych danych wskazuje na zmiany zużycia składników pokarmowych w obu grupach nawozów w analizowanym okresie oraz na ich regionalne zróżnicowanie.

Z tabeli 4 wynika, że największy wzrost nawożenia w latach 2017–2019 w porównaniu z okresem 2002–2004 miał miejsce w województwach: dolnośląskim, lubelskim, mazowieckim, podlaskim, warmińsko-mazurskim i wielkopolskim. W województwach podkarpackim i małopolskim zużycie nawozów mineralnych i naturalnych łącznie utrzymywało się na stałym, względnie niskim poziomie, a nawet zaznaczył się niewielki spadek. Jednocześnie są to województwa o wysokim udziale gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności w P₂O₅ i K₂O oraz gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych.

Tabela 2

Zużycie nawozów mineralnych w kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2002–2019

Wyszczególnienie	Lata										Ogółem lata 2002–2019	Relacja: lata 2017–2019
	2002–2004*	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019						
Dolnośląskie	89,9	114,3	166,4	166,0	166,8	171,1	144,1	190				
Kujawsko-pomorskie	132,8	161,5	175,4	174,3	178,1	190,4	168,7	143				
Lubelskie	92,1	112,7	112,4	128,2	136,1	162,9	123,6	177				
Lubuskie	104,1	121,7	129,9	141,1	107,2	104,9	118,4	101				
Łódzkie	94,1	137,3	131,0	146,2	134,9	137,2	129,4	146				
Małopolskie	77,9	84,0	67,2	75,2	86,2	90,8	79,8	117				
Mazowieckie	76,6	101,0	105,8	104,0	110,5	121,6	102,8	159				
Opolskie	139,9	154,2	190,3	221,6	199,6	197,2	182,8	141				
Podkarpackie	59,9	65,6	66,0	72,9	78,1	86,9	70,4	145				
Podlaskie	82,1	90,0	99,2	99,9	102,0	114,4	97,8	139				
Pomorskie	130,0	130,2	134,2	148,0	140,3	148,4	138,3	114				
Śląskie	92,4	110,4	116,0	128,4	129,0	128,4	115,6	139				
Świętokrzyskie	71,8	101,9	95,6	108,8	111,3	110,4	98,5	154				
Warmińsko-mazurskie	82,8	115,8	124,1	116,5	104,7	112,7	108,9	136				
Wielkopolskie	108,0	146,1	160,9	165,2	160,9	161,6	150,2	150				
Zachodniopomorskie	111,6	120,0	135,4	168,7	125,0	128,6	130,4	115				
Polska	95,3	117,6	127,1	135,7	131,9	139,7	123,8	147				

*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (23)

Tabela 3

Zużycie nawozów naturalnych w kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2002–2019

Wyszczególnienie	Lata								Ogółem lata 2002–2019	Relacja: lata 2017–2019 do 2002–2004
	2002–2004*	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019				
Dolnośląskie	36,2	35,3	33,3	29,3	27,7	28,6	31,9	79		
Kujawsko-pomorskie	99,4	102,7	94,5	89,6	85,6	87,6	93,2	88		
Lubelskie	69,0	68,2	58,5	52,8	46,5	48,5	57,5	70		
Lubuskie	53,5	53,4	54,2	46,4	50,3	58,4	52,7	109		
Łódzkie	95,5	94,6	96,8	95,3	94,6	99,5	96,0	104		
Małopolskie	89,5	89,4	77,8	69,9	67,7	62,1	77,4	69		
Mazowieckie	92,7	95,8	97,4	97,4	99,2	107,6	98,2	116		
Opolskie	66,9	63,2	59,1	56,5	51,7	53,4	58,7	80		
Podkarpackie	66,0	60,0	57,1	46,4	41,9	37,9	53,0	57		
Podlaskie	109,4	116,3	125,4	129,6	127,4	135,3	123,8	124		
Pomorskie	65,6	69,2	65,8	63,5	61,1	63,5	64,8	97		
Śląskie	75,1	74,2	83,2	81,8	77,7	76,5	77,9	102		
Świętokrzyskie	70,9	78,5	72,4	66,2	60,8	61,3	68,9	86		
Warmińsko-mazurskie	78,6	91,2	92,4	87,1	80,4	96,7	87,5	123		
Wielkopolskie	123,8	135,8	134,3	127,8	135,2	148,6	134,2	120		
Zachodniopomorskie	34,6	31,4	31,2	31,1	28,3	32,1	31,6	93		
Polska	81,4	84,7	83,7	80,7	79,2	84,9	82,4	104		

*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (24, 29)

Tabela 4

Zużycie składników pokarmowych w nawozach mineralnych i naturalnych łącznie w kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2002–2019

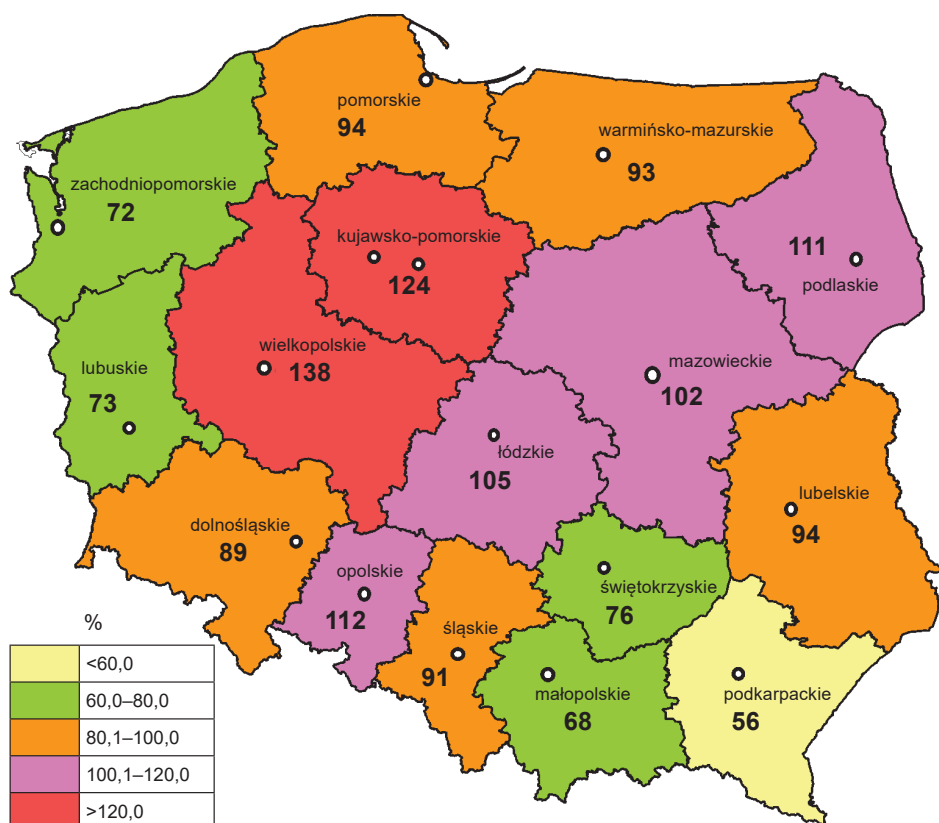
Wyszczególnienie	Lata						Ogółem lata 2002–2019	Relacja: lata 2017–2019 do 2002–2004
	2002–2004*	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019		
Dolnośląskie	126,1	149,6	199,7	195,2	194,5	199,7	175,9	158
Kujawsko-pomorskie	232,1	264,2	269,9	263,9	263,7	278,0	261,9	120
Lubelskie	161,2	180,9	170,9	181,0	182,6	211,4	181,1	131
Lubuskie	157,6	175,0	184,0	187,5	157,5	163,3	171,0	104
Łódzkie	189,6	232,0	227,8	241,5	229,5	236,7	225,5	125
Małopolskie	167,4	173,4	145,1	145,0	154,0	152,9	157,2	91
Mazowieckie	169,4	196,8	203,2	201,3	209,7	229,2	201,0	135
Opolskie	206,9	217,4	249,4	278,1	251,3	250,6	241,5	121
Podkarpackie	125,9	125,6	123,1	119,3	119,9	124,8	123,4	99
Podlaskie	191,5	206,3	224,7	229,5	229,4	249,8	221,6	130
Pomorskie	195,6	199,4	200,0	211,5	201,4	211,8	203,1	108
Śląskie	167,5	184,6	199,2	210,2	206,7	204,9	193,5	122
Świętokrzyskie	142,7	180,4	168,0	175,0	172,1	171,8	167,4	120
Warmińsko-mazurskie	161,4	207,0	216,5	203,6	185,1	209,4	196,3	130
Wielkopolskie	231,8	281,9	295,2	293,0	296,2	310,2	284,4	134
Zachodniopomorskie	146,2	151,4	166,6	199,7	153,3	160,7	161,9	110
Polska	176,7	202,3	210,8	216,4	211,1	224,6	206,3	127

*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (23, 24, 29)

Relatywne zróżnicowanie zużycia składników pokarmowych w nawozach mineralnych i naturalnych w latach 2017–2019 przedstawiono na rysunku 1. W porównaniu ze średnią krajową znacznie wyższe nawożenie odnotowano w województwach: wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, opolskim i podlaskim, gdzie poziom zużycia wynosił ponad 250 kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr.

W kontekście racjonalizacji gospodarki nawozowej decydujące znaczenie ma poziom produkcji roślinnej (produkcyjność) warunkujący zapotrzebowanie na składniki pokarmowe (tab. 5). W analizowanym okresie we wszystkich województwach nastąpił wzrost produkcji roślinnej, który przeciętnie w Polsce wyniósł 28%, czyli był on zbliżony do wzrostu zużycia składników nawozowych NPK (patrz tab. 4). Widoczne jest również zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi okresami 3-letnimi, co na ogół było związane z przebiegiem pogody, a zwłaszcza z występowaniem suszy na znacznym obszarze Polski. Wiążący się z tym spadek produkcji głównych ziemiopłodów był jednak widoczny, mimo przyjęcia do porównań średnich plonów z 3 lat niwelujących różnice w plonowaniu roślin w latach.



Rys. 1. Relatywne zróżnicowanie zużycia składników pokarmowych w nawozach mineralnych i naturalnych (łącznie) w kg NPK·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2017–2019; Polska = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (23, 24, 29)

Tabela 5

Globalna produkcja roślinna (zebrana z pól) w j.zb. ·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2002–2019

Wyszczególnienie	Lata								Ogółem lata 2002–2019	Relacja: lata 2017–2019 do 2002–2004
	2002–2004*	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019				
Dolnośląskie	34,7	37,1	41,1	44,1	48,0	45,8	41,6	132		
Kujawsko-pomorskie	38,8	38,3	42,0	45,3	46,4	45,3	42,7	117		
Lubelskie	30,7	28,6	32,8	34,7	39,8	41,6	34,6	135		
Lubuskie	20,0	23,5	28,3	30,5	35,0	30,1	27,6	150		
Łódzkie	27,3	27,6	32,7	34,4	35,8	34,1	31,8	125		
Małopolskie	25,2	26,0	27,2	29,3	31,9	31,6	28,2	126		
Mazowieckie	25,3	24,9	29,4	30,4	31,9	32,1	28,9	127		
Opolskie	45,1	44,8	50,6	57,6	59,6	56,4	52,1	125		
Podkarpackie	23,0	23,0	25,7	26,8	28,4	30,8	25,9	134		
Podlaskie	23,8	25,2	28,8	29,2	28,6	29,1	27,4	122		
Pomorskie	28,5	30,9	34,6	36,4	40,5	38,3	34,7	134		
Śląskie	26,5	27,6	31,7	34,6	37,5	35,7	31,7	134		
Świętokrzyskie	25,4	26,2	29,4	29,8	31,9	32,5	28,9	128		
Warmińsko-mazurskie	24,5	25,6	31,9	31,4	31,8	31,3	29,3	128		
Wielkopolskie	35,3	36,6	40,3	42,5	44,9	40,7	40,0	115		
Zachodniopomorskie	25,4	29,1	35,0	36,4	40,9	35,7	33,3	140		
Polska	29,0	29,8	34,0	35,9	38,2	37,1	33,8	128		

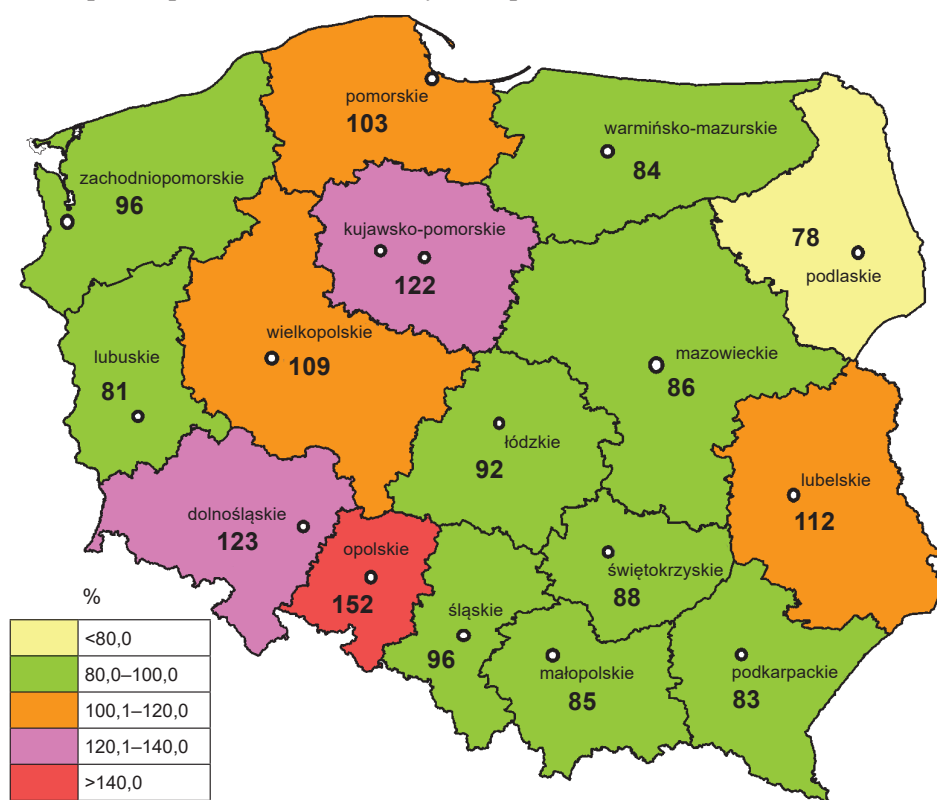
*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21)

Na rysunku 2 przedstawiono relatywne zróżnicowanie globalnej produkcji roślinnej według danych z ostatniego okresu, tj. średnich w latach 2017–2019.

W grupie województw uzyskujących globalną produkcję roślinną powyżej średniej dla Polski obok opolskiego, dolnośląskiego, kujawsko-pomorskiego, pomorskiego i wielkopolskiego znalazło się także województwo lubelskie, w którym duże znaczenie w produkcji roślinnej ma uprawa rzepaku, buraka cukrowego, a głównie owoców i warzyw.

Przedstawione w tabeli 6 regionalne zróżnicowanie nawozochłonności całkowitej jest konsekwencją zróżnicowania poziomu nawożenia i globalnej produkcji roślinnej. Średnio w całym badanym okresie 2002–2019 najniższą nawozochłonnością charakteryzowały się województwa: dolnośląskie, opolskie oraz zachodniopomorskie, specjalizujące się w intensywnej towarowej produkcji roślinnej i uzyskujące relatywnie wysokie plony przy niskiej obsadzie zwierząt i niewielkim udziale towarowej produkcji zwierzęcej w strukturze towarowej produkcji rolniczej (16). Poza tymi województwami niską nawozochłonność, wynikającą z niskiego zużycia składników nawozowych szczególnie w ostatnich latach, miały województwa: lubelskie, małopolskie, podkarpackie oraz świętokrzyskie i pomorskie.



Rys. 2. Relatywne zróżnicowanie globalnej produkcji roślinnej (zebranej z pól) w j.zb.·ha⁻¹ UR w dkr w województwach Polski w latach 2017–2019; Polska = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21)

Tabela 6

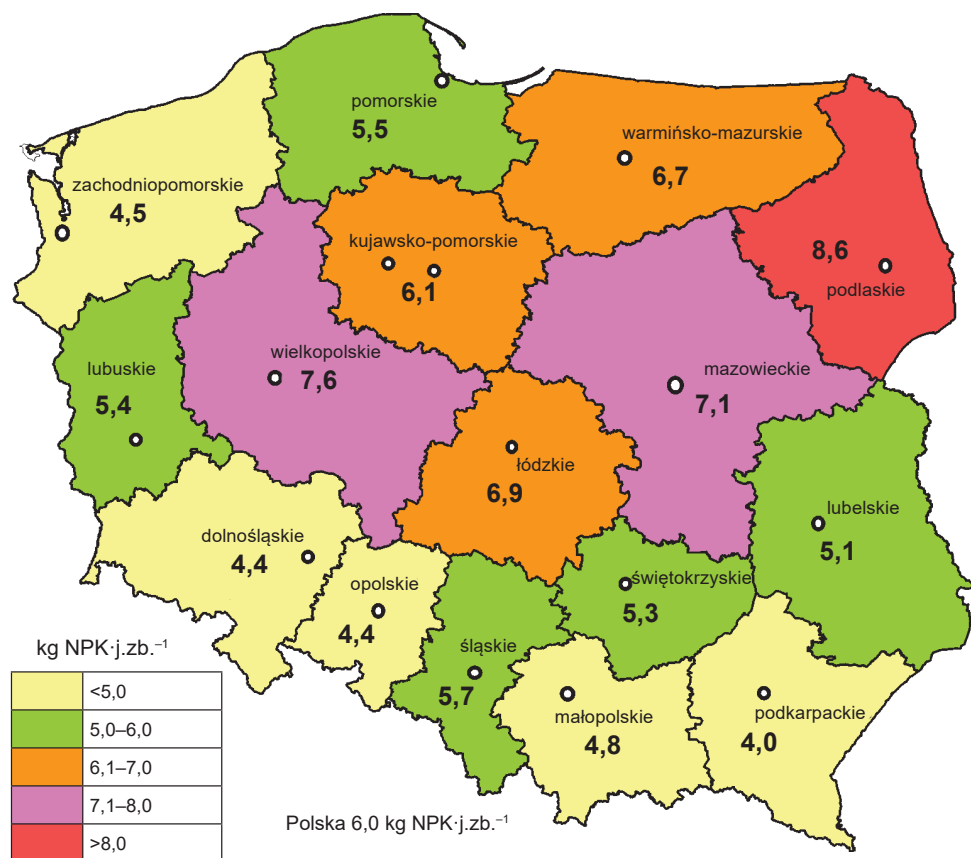
Nawozochłonność całkowita produkcji roślinnej (zebrana z pól) w kg NPK_{j.zb.}⁻¹ w województwach Polski w latach 2002–2019

Wyszczególnienie	Lata							Ogółem lata 2002–2019	Relacja: lata 2017–2019 do 2002–2004
	2002–2004*	2005–2007	2008–2010	2011–2013	2014–2016	2017–2019			
Dolnośląskie	3,6	4,0	4,9	4,4	4,1	4,4	4,2	120	
Kujawsko-pomorskie	6,0	6,9	6,4	5,8	5,7	6,1	6,1	103	
Lubelskie	5,2	6,3	5,2	5,2	4,6	5,1	5,2	97	
Lubuskie	7,9	7,5	6,5	6,1	4,5	5,4	6,2	69	
Łódzkie	6,9	8,4	7,0	7,0	6,4	6,9	7,1	100	
Małopolskie	6,7	6,7	5,3	4,9	4,8	4,8	5,6	73	
Mazowieckie	6,7	7,9	6,9	6,6	6,6	7,1	7,0	107	
Opolskie	4,6	4,8	4,9	4,8	4,2	4,4	4,6	97	
Podkarpackie	5,5	5,5	4,8	4,5	4,2	4,0	4,8	74	
Podlaskie	8,0	8,2	7,8	7,9	8,0	8,6	8,1	107	
Pomorskie	6,9	6,5	5,8	5,8	5,0	5,5	5,8	81	
Śląskie	6,3	6,7	6,3	6,1	5,5	5,7	6,1	91	
Świętokrzyskie	5,6	6,9	5,7	5,9	5,4	5,3	5,8	94	
Warmińsko-mazurskie	6,6	8,1	6,8	6,5	5,8	6,7	6,7	101	
Wielkopolskie	6,6	7,7	7,3	6,9	6,6	7,6	7,1	116	
Zachodniopomorskie	5,7	5,2	4,8	5,5	3,7	4,5	4,9	78	
Polska	6,1	6,8	6,2	6,0	5,5	6,0	6,1	99	

*lata 2002–2004 = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

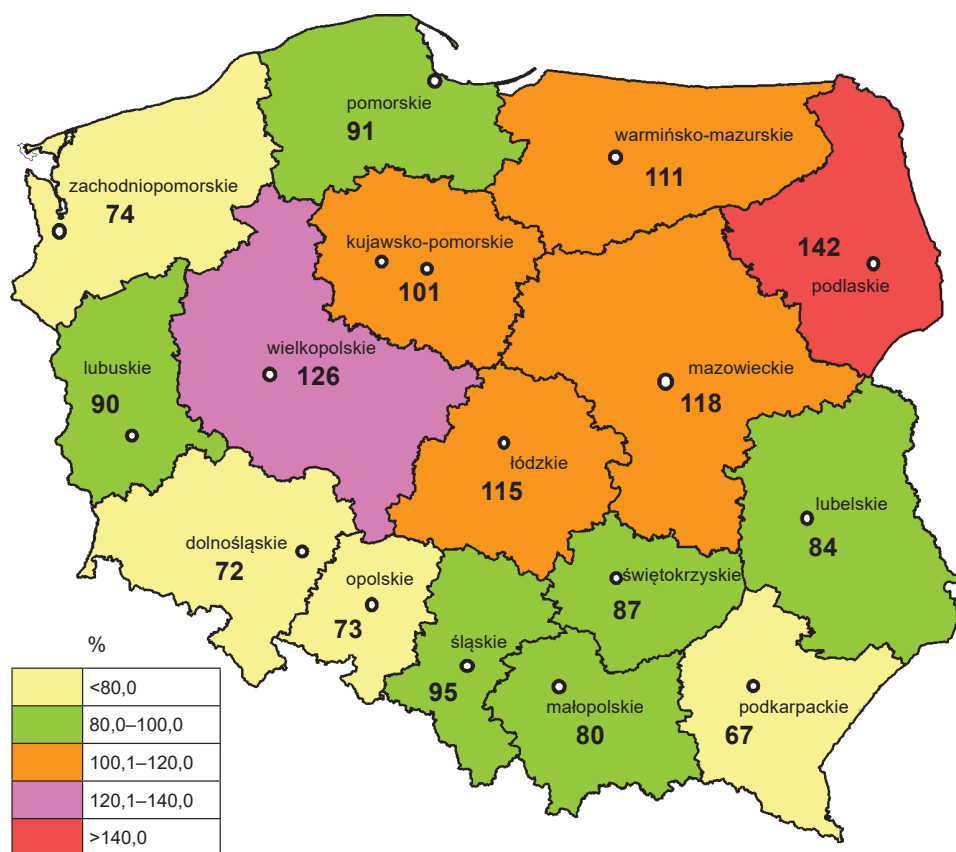
Regionalne zróżnicowanie nawozochłonności średnio w trzech latach 2017–2019 przedstawiono na rysunku 3. Porównanie to wskazuje, że większa nawozochłonność całkowita produkcji roślinnej była w województwach podlaskim, wielkopolskim i mazowieckim, które charakteryzują się znaczącym udziałem produkcji zwierzęcej w strukturze rolniczej. Są to województwa o wyższej obsadzie zwierząt gospodarskich, a co się z tym wiąże wyższym zużyciem nawozów naturalnych, odgrywających znaczącą rolę w bilansie nawozowym. Natomiast najniższa nawozochłonność występuje w południowych i zachodnich województwach Polski.



Rys. 3. Nawozochłonność całkowita produkcji roślinnej (zebranej z pól) w województwach Polski w latach 2017–2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Relatywne zróżnicowanie nawozochłonności całkowitej według województw, w odniesieniu do przeciętnej dla Polski średnio w okresie 2017–2019, przedstawiono na rysunku 4. Pod względem poziomu nawozochłonności różnice pomiędzy województwem podlaskim (8,6 kg NPK·j.zb.⁻¹) a województwem podkarpackim (4,0 kg NPK·j.zb.⁻¹) są ponad dwukrotne.

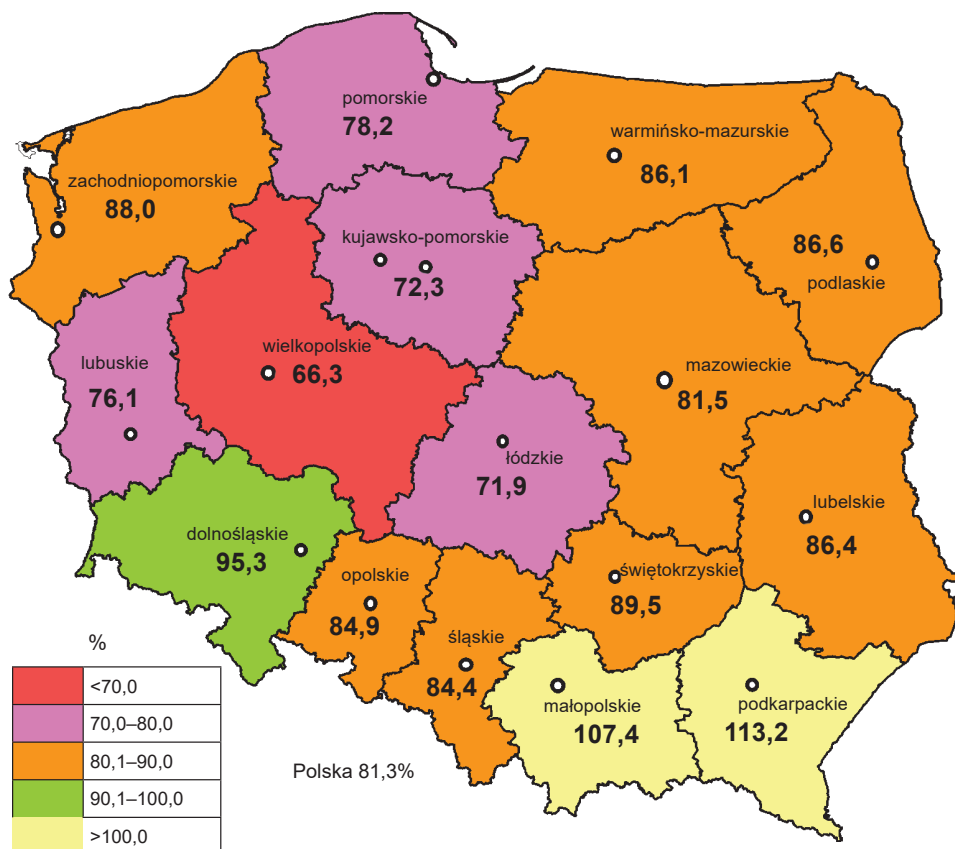


Rys. 4. Relatywne zróżnicowanie nawozochłonności całkowitej produkcji roślinnej (zebranej z pól) w kg NPK·j.zb.⁻¹ w województwach Polski w latach 2017–2019; Polska = 100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Ważną miarą racjonalności nawożenia i efektywności wykorzystania składników nawozowych jest relacja pobrania składników (NPK) w zbieranej z pól produkcji roślinnej do nawozochłonności całkowitej (rys. 5). W Polsce wskaźnik ten w całym analizowanym okresie wyniósł 81%, a także w większości województw, poza małopolskim i podkarpackim, relacja ta kształtowała się poniżej 100%, co wskazuje na nadmierne zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe. Natomiast wskaźniki dla rolnictwa województw małopolskiego i podkarpackiego wskazują, że stosowane nawożenie może być czynnikiem ograniczającym poziom uzyskanej produkcji roślinnej, gdyż w tym regionie następuje wyczerpywanie składników nawozowych z gleb. Taki proces utrudnia też poprawę stanu agrochemicznego gleb poprzez wzrost ich zasobności w fosfor i potas, szczególnie na gruntach o niskiej ich zasobności. W tych województwach celowa jest zatem umiarkowana intensyfikacja nawożenia,

w połączeniu z wapnowaniem przeciwdziałającym dużemu zakwaszeniu gleb (tab. 7), gdyż są to województwa o relatywnie najgorszych parametrach stanu agrochemicznego gleb. Jednak bardziej szczegółowa analiza stanu agrochemicznego gleb nie wskazuje jednoznacznego wpływu odczynu i zasobności gleb na regionalne zróżnicowanie nawozochłonności w okresie 2017–2019. Oznacza to jednak, że duży wpływ na nawozochłonność mogą mieć uwarunkowania organizacyjno-ekonomiczne (tab. 8–9).



Rys. 5. Relacja pobrania składników w produkcji roślinnej (zebranej z pól) do nawozochłonności rzeczywistej – wykorzystanie z nawozów wg województw w latach 2002–2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Tabela 7

Nawozochłonność całkowita produkcji roślinnej (zebrana z pól) w województwach Polski na tle stanu agrochemicznego gleb; lata 2017–2019

Wyszczególnienie	Nawozochłonność całk. (kg NPK·j.zb. ⁻¹)	Udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych (%) [*]	Udział gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności (%) [*]		Udział gleb słabych i bardzo słabych (%)	Udział gleb o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości próchnicy (%)
			P ₂ O ₅	K ₂ O		
Dolnośląskie	4,4	29	35	21	59	71,2
Kujawsko-pomorskie	6,1	26	16	34	65	30,4
Lubelskie	5,1	45	34	45	60	40,2
Lubuskie	5,4	38	19	30	83	52,4
Łódzkie	6,9	58	30	53	81	38,1
Małopolskie	4,8	56	59	52	67	43,4
Mazowieckie	7,1	56	30	54	82	35,9
Opolskie	4,4	20	27	23	58	59,2
Podkarpackie	4,0	61	53	50	70	58,9
Podlaskie	8,6	63	42	60	93	42,3
Pomorskie	5,5	40	28	35	72	67,2
Śląskie	5,7	41	36	45	80	64,9
Świętokrzyskie	5,3	40	43	43	68	40,5
Warmińsko-mazurskie	6,7	37	33	25	77	46,8
Wielkopolskie	7,6	38	22	36	78	30,8
Zachodniopomorskie	4,5	36	27	30	78	51,3
Polska	6,0	40	27	38	74	45,3

*dane dotyczą stanu agrochemicznego z lat 2016–2019

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29) oraz Stuczyński, 2008 (22)

Tabela 8

Czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu nawozochłonności produkcji roślinnej (zebrana z pól) w województwach Polski w okresie lat 2017–2019

Wyszczególnienie	Nawozochłonność całk. (kg NPK·j·zb ⁻¹)		Uwarunkowania – czynniki przyrodniczo-organizacyjne, produkcyjno-ekonomiczne						Towarowa produkcja roślinna (zt·ha ⁻¹ UR)			
	wskaznik wrp wg IUNG (pkt.)	średnia pow. gosp. (ha UR)	Udział pow. UR w gosp.		udział TZ (%)	Udział upraw (sadow) (%)	obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹ UR)	średni plon zboż (dt·ha ⁻¹)		udział w strukturze zasiewów (%)		
			do 5 ha	pow. 50 ha						pszenica	rzepak burak cukrowy	
Dolnośląskie	4,4	15,86	7,6	53,7	15,8	0,5	0,17	47,0	35,1	16,4	2,8	2623
Kujawsko-pomorskie	6,1	16,61	5,1	34,5	9,1	1,1	0,54	40,9	24,4	8,8	5,0	2581
Lubelskie	5,1	8,48	16,6	18,7	15,5	5,1	0,29	40,7	30,6	9,6	3,7	3135
Lubuskie	5,4	19,13	5,9	58,8	25,4	0,8	0,35	34,8	20,2	10,3	0,5	1932
Łódzkie	6,9	7,96	16,5	11,3	15,0	4,4	0,56	32,0	15,4	3,1	0,7	2409
Małopolskie	4,8	4,12	47,0	11,8	41,5	2,0	0,36	39,3	32,3	3,6	0,5	2474
Mazowieckie	7,1	9,14	13,5	14,2	27,2	5,9	0,62	30,6	14,4	3,5	1,6	2748
Opolskie	4,4	19,32	5,7	55,6	7,9	0,1	0,32	53,7	32,9	16,1	3,6	2664
Podkarpackie	4,0	4,55	40,9	18,9	37,0	2,0	0,22	38,3	30,5	8,0	1,3	1317
Podlaskie	8,6	13,83	5,7	19,9	35,1	0,5	0,83	27,9	9,7	2,5	0,0	391
Pomorskie	5,5	19,05	4,5	49,3	17,1	0,6	0,38	39,3	28,6	12,7	1,6	1963
Śląskie	5,7	6,95	23,6	28,8	22,2	0,8	0,45	39,8	26,5	8,0	0,6	2204
Świętokrzyskie	5,3	5,75	30,3	8,3	21,2	7,8	0,38	30,8	25,4	3,1	1,2	3774
Warmińsko-mazurskie	6,7	22,21	3,4	49,9	33,7	0,5	0,57	37,0	24,6	10,4	0,5	1043
Wielkopolskie	7,6	14,43	6,7	34,9	13,8	0,9	0,80	37,7	15,6	6,7	3,4	2658
Zachodniopomorskie	4,5	28,51	3,4	68,5	18,5	1,1	0,20	39,1	28,1	13,7	2,3	1735
Polska	6,0	10,54	12,6	31,3	21,5	2,4	0,50	37,6	23,1	8,3	2,2	2253

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Tabela 9
Charakterystyka statystyczna wybranych zmiennych w kontekście nawozochłonności produkcji roślinnej (zebranej z pól) w województwach Polski w okresie 2017–2019

Wyszczególnienie	Uwarunkowani a czynniki organizacyjno-produkcyjne										Towarowa produkcja roślinna (zł·ha ⁻¹ UR)			
	Nawozochłonność (kg NPK·j·zb. ⁻¹)		wskaznik wrp wg IUNG (pkt.)	średnia pow. gosp. (ha UR)	udział pow. UR w gosp.		udział TVZ (%)	udział upraw trwałych (sądów) (%)	obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹ UR)	średni plon zbóż (dt·ha ⁻¹)		udział w strukturze zasiewów (%)		
	całk.				do 5 ha	pow. 50 ha						pszenica	rzepak	burak cukrowy
Średnia	5,8	67,4	13,5	14,8	33,6	22,3	2,1	0,4	38,1	24,6	8,5	1,8	2228,2	
Mediana	5,5	66,9	14,1	7,2	31,7	19,9	1,0	0,4	38,7	26,0	8,4	1,5	2441,5	
Minimum	4,0	55,0	4,1	3,4	8,3	7,9	0,1	0,2	27,9	9,7	2,5	0,0	391,0	
Maksimum	8,6	81,4	28,5	47,0	68,5	41,5	7,8	0,8	53,7	35,1	16,4	5,0	3774,0	
Odechylenie standardowe	1,3	6,4	7,1	13,8	19,8	10,2	2,3	0,2	6,4	7,5	4,6	1,5	826,3	
Współczynnik zmienności	22,7	9,5	52,7	93,6	59,0	45,7	109,7	45,2	16,7	30,6	54,1	80,4	37,1	

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Z przeprowadzonej analizy wynika, że o regionalnym zróżnicowaniu nawozochłonności decydowały uwarunkowania przyrodniczo-organizacyjne, ale także produkcyjno-ekonomiczne (tab. 8). Wszystkie przedstawione w tabeli 8 wskaźniki charakteryzują specyfikę rolnictwa poszczególnych województw. Plon zbóż obrazuje efektywność wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, a jednocześnie jest miarą poziomu kultury rolnej. Odzwierciedla on także strukturę gatunkową uprawy zbóż w województwach. Z reguły wyższe średnie plony zbóż uzyskuje się w województwach o wysokim udziale pszenicy i kukurydzy, jako roślin wymagających relatywnie wyższych dawek nawozów i wyżej plonujących. Podobny wpływ na ogólne zużycie nawozów mają plony rzepaku i buraka cukrowego – roślin wysoko nawozochłonnych, i ich udział w strukturze zasiewów.

Charakterystykę statystyczną grupy uwarunkowań przyrodniczo-organizacyjnych i produkcyjno-ekonomicznych przedstawiono w tabeli 9. Największą zmiennością charakteryzował się udział w strukturze zasiewów użytków rolnych w gospodarstwach do 5 ha i powyżej 50 ha, upraw trwałych oraz rzepaku i buraka cukrowego. Znacznie zróżnicowana była też towarowa produkcja roślinna.

W tabeli 10 przedstawiono współczynniki korelacji pomiędzy nawozochłonnością a uwarunkowaniami przyrodniczo-organizacyjnymi i produkcyjno-ekonomicznymi. Z analizy korelacji wynika, że nawozochłonność w województwach Polski była istotnie ujemnie skorelowana z jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej, średnim plonem zbóż, udziałem pszenicy i rzepaku w strukturze zasiewów, a dodatnio – z obsadą zwierząt, czyli pośrednio ze zużyciem nawozów naturalnych.

Tabela 10

Macierz korelacji pomiędzy nawozochłonnością a wskaźnikami charakteryzującymi uwarunkowania przyrodniczo-organizacyjne i produkcyjno-ekonomiczne w województwach Polski w okresie 2017–2019

Wyszczególnienie	Uwarunkowania – czynniki przyrodniczo-organizacyjne, produkcyjno-ekonomiczne												Towarowa produkcja roślinna (zł·ha ⁻¹ UR) x12		
	Nawozochłonność (kg NPK·j.zb. ⁻¹) całk.		wskaznik wrpp wg IUNG (pkt.)	średnia pow. gosp. (ha UR)		udział pow. UR w gosp.		udział Tuz (%)	udział upraw trwałych (sądów) (%)	obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹ UR)	średni plon zbóż (dt·ha ⁻¹)	udział w strukturze zasiewów (%)			
	y1	x1		x2	x3	x4	x5					x6		x7	x8
y1	1,00	-0,76*	-0,01	-0,36	-0,30	0,10	0,04	0,97	-0,64	-0,91	-0,59	-0,23	-0,30		
x1	1,00	1,00	0,07	0,11	0,27	-0,43	-0,07	-0,67	0,87	0,85	0,64	0,64	0,47		
x2			1,00	-0,82	0,91	-0,33	-0,57	-0,07	0,29	0,04	0,67	0,24	-0,34		
x3				1,00	-0,67	0,48	0,25	0,44	-0,51	-0,49	-0,41	-0,41	-0,24		
x4					1,00	-0,36	0,06	0,00	-0,01	-0,06	-0,11	0,30	0,14		
x5						1,00	0,01	0,09	-0,47	-0,12	-0,47	-0,75	-0,53		
x6							1,00	-0,01	-0,48	-0,16	-0,56	-0,06	0,61		
x7								1,00	-0,55	-0,86	-0,60	-0,15	-0,25		
x8									1,00	0,77	0,82	0,59	0,22		
x9										1,00	0,65	0,31	0,28		
x10											1,00	0,46	-0,02		
x11												1,00	0,48		
x12													1,00		

*pogrubioną czcionką zaznaczono korelacje istotne statystycznie przy $\alpha > \alpha_{0,05} = 0,4973$

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Za pomocą analizy skupień metodą k-średnich wyodrębniono 3 grupy województw zróżnicowane pod względem całkowitej nawozochłonności produkcji roślinnej (rys. 6).

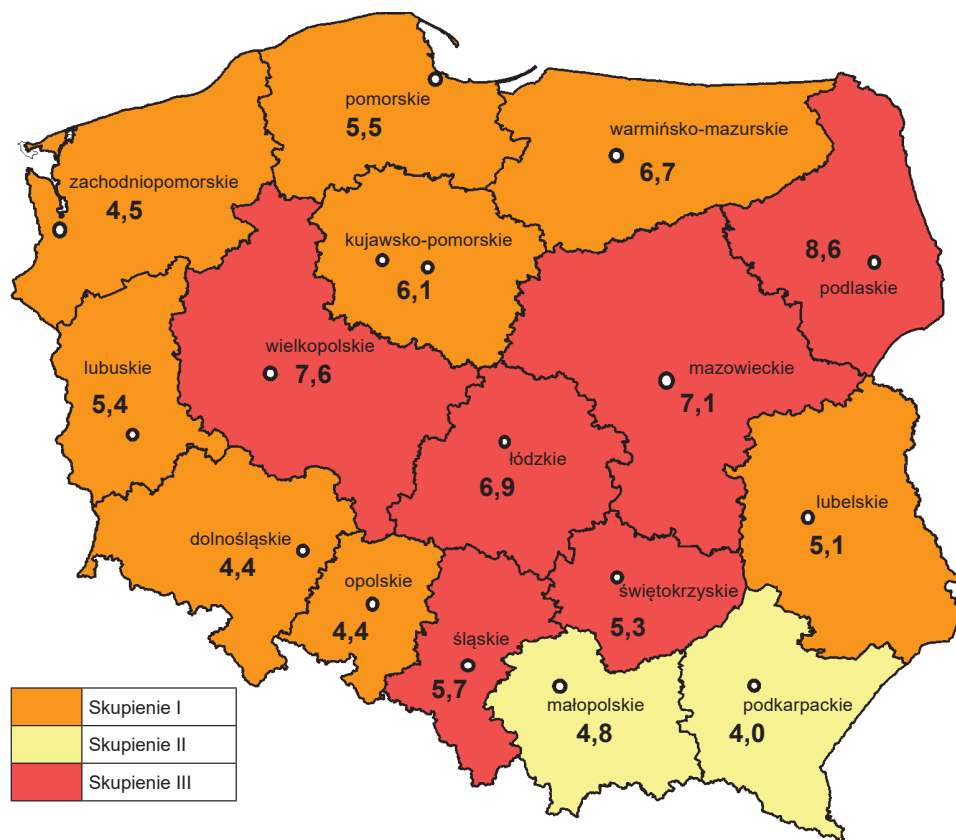
Skupienia (grupy) województw różnią się ze względu na zróżnicowanie nawozochłonności, która jest pochodną zużycia nawozów mineralnych i naturalnych wyrażonego w $\text{kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ użytków rolnych i globalnej produkcji roślinnej wyrażonej w jednostkach zbożowych. Szczegółowe charakterystyki poszczególnych grup (skupień) przedstawiono w tabeli 11. Można je opisać w następujący sposób:

W skupieniu 1 znalazło się osiem województw zróżnicowanych pod względem wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Cechą charakterystyczną tej grupy województw jest największa średnia powierzchnia gospodarstw w ha UR będąca efektem struktury obszarowej gospodarstw. Udział powierzchni użytków rolnych w gospodarstwach do 5 ha był w tym skupieniu najmniejszy, tylko 6,5%, natomiast największy był udział powierzchni użytków rolnych w gospodarstwach powyżej 50 ha. Województwa zaliczone do tej grupy uzyskiwały wyższe średnie plony zbóż, a także miały największy udział rzepaku i buraka cukrowego w strukturze zasiewów. Obsada zwierząt była niższa od średniej dla Polski. Cecha wspólna tej grupy województw to najwyższa globalna produkcja roślinna w $\text{j.zb}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR w dkr. Były to więc województwa wyspecjalizowane w intensywnej produkcji roślinnej.

W skupieniu 2 znalazły się tylko dwa województwa, tj. małopolskie i podkarpackie. Charakteryzują się one najniższym zużyciem nawozów mineralnych i naturalnych (łącznie) i najniższym poziomem globalnej produkcji roślinnej w jednostkach zbożowych z 1 ha. Cechą tej grupy województw jest relatywnie wysoki udział trwałych użytków zielonych, w znacznej części niewykorzystywanych lub ekstensywnie użytkowanych. Jest to grupa o dużym rozdrobieniu gospodarstw, o czym świadczą najniższa średnia powierzchnia gospodarstwa oraz najwyższy, przekraczający 40%, udział użytków rolnych w gospodarstwach do 5 ha. Znaczny odsetek gospodarstw tych województw nie prowadzi produkcji zwierzęcej i w związku z tym skupienie to wyróżnia się najniższą obsadą zwierząt i co się z tym wiąże także niskim zużyciem nawozów naturalnych. Stosuje się także niskie nawożenie mineralne, ale uzyskuje się też niskie plony ziemiopłodów ze względu na wyczerpywanie gleb ze składników nawozowych. Niska nawozochłonność produkcji roślinnej w tych regionach jest odzwierciedleniem przede wszystkim ekstensywnego systemu gospodarowania znacznej liczby gospodarstw, a ocena stanu agrochemicznego gleb najłabsza w całym kraju.

Do skupienia 3 zaliczono 6 województw zróżnicowanych pod względem wielu wskaźników, w tym średniej powierzchni gospodarstwa. Przede wszystkim w grupie tej znalazły się województwa wiodące w kraju pod względem produkcji zwierzęcej (podlaskie, wielkopolskie, mazowieckie, łódzkie), ale także śląskie i świętokrzyskie. Średnia nawozochłonność w tym skupieniu była najwyższa ze wszystkich grup. Kształtowała się ona powyżej tzw. nawozochłonności racjonalnej wynoszącej około $6,4 \text{ kg NPK}\cdot\text{j.zb.}^{-1}$ (3), jak i przeciętnej aktualnej ($6,0 \text{ kg NPK}\cdot\text{j.zb.}^{-1}$). Ta grupa

województw wyróżnia się na tle pozostałych najwyższym poziomem towarowej produkcji roślinnej. Decyduje o tym zapewne, obok wysokiej towarowości głównych ziemiopłodów, także znaczący udział towarowej produkcji owoców i warzyw (woj. mazowieckie, łódzkie, świętokrzyskie). W tym skupieniu znalazły się województwa o znacznym udziale gleb słabych i bardzo słabych oraz średnich, ale intensywnie nawożonych zarówno nawozami mineralnymi, jak i naturalnymi. Zjawisko to należy ocenić pozytywnie pod względem produkcyjnym, jednak pod względem środowiskowym na obszarze tego skupienia można się także spodziewać wystąpienia zagrożeń środowiskowych.



Rys. 6. Podział województw na skupienia o zróżnicowanej nawozochłonności, średnio w latach 2017–2019

Źródło: opracowanie własne

Tabela 11

Charakterystyka grup (skupień) województw o zróżnicowanej nawozochłonności – wartości zmiennych

Skupienie	Województwa w skupieniach	Nawozochłonność całkowita (kg NPK-j.zb. ⁻¹)	Zużycie nawozów ogółem (kg NPK·ha ⁻¹ UR)	Globalna prod. roślinna w j.zb.	Wskaźnik WRP wg IUNG (pkt.)	Średnia pow. gosp. (ha UR)	udział pow. UR w gosp.		udział TUZ (%)	udział upraw trwałych (sądów) (%)	obsada zwierząt (DJP·ha ⁻¹ UR)	średni plon zbóż (dt·ha ⁻¹)	udział w strukturze zasiewów (%)			Towarowa produkcja roślinna (zł·ha ⁻¹ UR)
							do 5 ha	pow. 50 ha					pszenica	rzepak	burak cukrowy	
I (8)	dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, lubelskie, lubuskie, opolskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, zachodniopomorskie	5,3	210,6	40,6	70,4	18,65	6,5	48,6	17,9	1,2	0,35	41,6	28,1	12,3	2,5	2210
II (2)	małopolskie, podkarpackie	4,4	138,9	31,2	69,9	4,34	44,0	15,4	39,3	2,0	0,29	38,8	31,4	5,8	0,9	1896
III (6)	łódzkie, mazowieckie, podlaskie, śląskie, świętokrzyskie, wielkopolskie	6,9	233,8	34,0	62,5	9,68	16,1	19,6	22,4	3,4	0,61	33,1	17,8	4,5	1,3	2364
	Polska	6,0	224,6	37,1	67,4	10,54	12,6	31,3	21,5	2,4	0,50	37,6	23,1	8,3	2,2	2253

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS (20, 21, 23, 24, 29)

Specyfika województw zaliczonych do poszczególnych skupień znajduje odzwierciedlenie w zróżnicowaniu nawozochłonności stanowiącej pochodną stosowanego nawożenia, czyli poziomu intensywności produkcji i uzyskiwanej globalnej produkcji roślinnej (produkcyjności). Porównanie województw zaliczonych do różnych skupień wskazuje, że istotny wpływ na zróżnicowanie nawozochłonności w Polsce mają uwarunkowania produkcyjne i organizacyjno-ekonomiczne, takie jak: struktura obszarowa gospodarstw, struktura produkcji czy intensywność gospodarowania, a także specjalizacja produkcyjna rolnictwa. Analiza potwierdziła znaczący dodatni wpływ na nawozochłonność zarówno produkcji zwierzęcej (obsady zwierząt), jak i udziału roślin towarowych, takich jak pszenica i rzepak w strukturze zasiewów, a ujemny wpływ plonowania zbóż, które dominują w strukturze zasiewów większości województw.

Istniejące zróżnicowanie nawozochłonności produkcji roślinnej jest i powinno być jednym z czynników doskonalenia gospodarki nawozowej, także w kontekście oceny kierunków potencjalnych oddziaływań środowiskowych i możliwości wykorzystania systemów doradztwa nawozowego. Może być zatem przydatne również do oceny wpływu rolnictwa na środowisko, a także prognozowania rozwoju sektora rolno-żywnościowego.

Podsumowanie

Uwarunkowania produkcyjne i organizacyjno-ekonomiczne decydują o nawozochłonności produkcji roślinnej w Polsce i jej zróżnicowaniu regionalnym. Siła oddziaływania poszczególnych uwarunkowań i ich grup jest zróżnicowana. Regionalne zróżnicowanie nawozochłonności stanowi ważny problem w analizach stanu aktualnego i perspektyw rozwoju polskiego rolnictwa, uwzględniających m.in. założenia Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2021–2027, w tym koncepcji *The European Green Deal* (Europejskiego Zielonego Ładu), strategii *Farm to Fork* (od pola do stołu) i bioróżnorodności. Problemy analizy nawozochłonności są w sposób wyraźny powiązane z dążeniami do ograniczenia negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko przyrodnicze. Wyniki analiz mogą być również wykorzystane w ocenach racjonalności gospodarowania nawozami.

Literatura

1. Czuba R., Mazur T.: Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa 1988, ss. 359.
2. Fotyła M., Igras J., Kopieński 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.
3. Fotyła 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, 154-162.

4. J a d c z y s z y n T., K o p i ń s k i J.: Nawożenie azotem w Polsce – aspekt produkcyjny i środowiskowy. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **34(8)**: 125-143.
5. 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.
6. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu brutto – agrośrodowiskowy wskaźnik oddziaływania rolnictwa na środowisko. Opis metodyki, omówienie wyników bilansu na poziomie NUTS-0, NUTS-2. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB Puławy, 2017, **55**, ss. 116.
7. K o p i ń s k i J.: Stan aktualny oraz prognoza zmian różnych kierunków produkcji rolniczej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018a, **55(9)**: 47-75.
8. K o p i ń s k i J.: Stopień polaryzacji intensywności i efektywności produkcji rolniczej w Polsce w ostatnich 10 latach. Roczniki Naukowe SERiA, 2013, **15(1)**: 97-103.
9. K o p i ń s k i J.: Tendencje zmian intensywności produkcji rolniczej w Polsce w aspekcie oddziaływań środowiskowych. Zeszyty Naukowe SGGW, ser. Probl. Rol. Świat, Warszawa 2011, **11(4)**: 95-104.
10. K o p i ń s k i J.: Zróżnicowanie gospodarki nawozowej azotem w polskim rolnictwie. Polish Journal of Agronomy, IUNG-PIB Puławy, 2018b, **32**: 3-16.
11. K o p i ń s k i J., K r a s o w i c z S.: Regionalne zróżnicowanie warunków produkcji rolniczej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2010, **22**: 9-29.
12. K o p i ń s k i J., N i e r ó b c a A., O c h a l P.: Ocen wpływu warunków pogodowych i zakwaszenia gleb w Polsce na kształtowanie produktywności roślinnej. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2013, t. 13, **2(42)**: 53-63.
13. K o p i ń s k i J., W r z a s z c z W.: Gospodarowanie makroskładnikami nawozowymi pochodzenia mineralnego w polskim rolnictwie – wybrane zagadnienia. Management of nutrients from mineral fertilizers in the polish agriculture – selected issues. Polish Journal of Agronomy, IUNG-PIB Puławy, 2020, **43**: 11-25.
14. K o z y r a J., G ó r s k i T.: Wpływ zmian klimatu na uprawę roślin w Polsce. Klimat – Środowisko – Człowiek, Polski Klub Ekologiczny, 2004, s. 41-50.
15. K r a s o w i c z S., G ó r s k i T., B u d z y ń s k a K., K o p i ń s k i J.: Charakterystyka rolnicza obszaru Polski. W: Udział polskiego rolnictwa w emisji związków azotu i fosforu do Bałtyku. Wyd. IUNG-PIB, MIR., 2009, s. 37-104.
16. K r a s o w i c z S., M a t y k a M.: Regionalne zróżnicowanie towarowości polskiego rolnictwa. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2020, **62(16)**: 9-34.
17. M a t y k a M.: Zmiany poziomu i struktury produkcji w polskim rolnictwie. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018, **55(9)**: 77-97.
18. M i c h a l c z y k J.: Główne przesłanki bezpieczeństwa żywnościowego Polski i próba jego pomiaru. Prace Naukowe UE we Wrocławiu, 2013, **315**: 577-591.
19. M i k u ł a A.: Bezpieczeństwo żywnościowe Polski. Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich, 2012, **99(4)**: 39-48.
20. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych (2002–2019), GUS, Warszawa 2003–2020.
21. Rocznik Statystyczny Rolnictwa. GUS, Warszawa, 2003–2020.
22. S t u c z y ń s k i T. (red.): Zestawienie udziału kategorii agronomicznych w pokrywie glebowej Polski. 2008, (materiały niepublikowane).
23. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 1999/2000...2019/2020. GUS, Warszawa, 2001–2021.
24. Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w 2002, ... 2017 roku. GUS, Warszawa, 2003–2020.
25. 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**, ss. 145.
26. Zbiorowa: Ekspertyza (I etap) dla MRiRW pt. Analiza sposobu wdrożenia norm dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska (DKR, ang. GAEC. IUNG-PIB, Puławy 2019, ss. 132. (materiały niepublikowane).
27. Z e g a r J.S.: Konkurencyjność celów ekologicznych i ekonomicznych w rolnictwie, PW 2011–2014, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013, **93**: 28-44.

-
28. Zięta W.: Wewnętrzne uwarunkowania rozwoju polskiego rolnictwa. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G, 2008, **94(2)**: 80-94.
29. Zwierzęta gospodarskie w 2014. 2019 roku. GUS, Warszawa 2014–2020.
-

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