

Phosphate fertilizers market and spatial diversity of phosphorus content in soils of Poland

Rynek nawozów fosforowych oraz zróżnicowanie zawartości fosforu w glebach Polski

DOI: 10.15199/62.2020.3.5

A review, with 28 refs., of the prodn. and consumption of P fertilizers in Poland as well as of the time and space-diversified content of P in soils.

Omówiono wybrane zagadnienia związane z produkcją mineralnych nawozów fosforowych oraz przedstawiono wyniki monitoringu gleb prowadzonego w latach 2008–2016 przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze w odniesieniu do zawartości fosforu przyswajalnego. Stwierdzono, że niemal 60% gleb w kraju charakteryzuje się wysoką i bardzo wysoką zasobnością w fosfor przyswajalny, co czyni je podatnymi na straty tego biogenu do środowiska wodnego. Jednocześnie 25% stanowią gleby o bardzo niskiej i niskiej zawartości fosforu przyswajalnego, na których konieczne jest racjonalne nawożenie tym makroskładnikiem. W Polsce notuje się duże zróżnicowanie regionalne w zużyciu nawozów fosforowych. Z uwagi na zmniejszające się światowe zasoby fosforytów należy skoncentrować się na poszukiwaniu alternatywnych źródeł pierwiastka, również poprzez jego odzysk z odpadów.

W ramach przyjętej polityki zrównoważonego rozwoju oraz zobowiązań międzynarodowych Polska zobligowana jest do realizacji zadań ukierunkowanych na ochronę jakości wód, w tym przed zanieczyszczeniem związkami azotu i fosforu. Sektor rolniczy jest podstawowym odbiorcą fosforu z fosforytów i apatytów, trafia do niego ok. 90% urobku przetwarzanego na kwas fosforowy, a w dalszej kolejności na nawozy¹⁾. Według danych Komisji Helsińskiej (HELCOM) ładunek fosforu odprowadzany przez polskie rzeki i źródła punktowe stanowił w latach 2000–2006 aż 36–37% całkowitego ładunku fosforu wnoszonego do Bałtyku drogą wodną przez wszystkie kraje nadbałtyckie. Dopływ fosforu z obszaru Polski do Morza Bałtyckiego w latach 1995–2015 ciągle oceniany jest jako zbyt wysoki²⁾.

Akumulacja fosforu w glebach użytkowanych rolniczo związana jest głównie ze stosowaniem nawozów, zarówno mineralnych, jak i naturalnych. Fosfor aplikowany w dawkach przekraczających potrzeby pokarmowe uprawianych roślin kumuluje się w górnych warstwach profilu glebowego i ulega wymywaniu do wód w niewielkich ilościach, ponieważ w większości ulega sorpcji przez fazę stałą gleby³⁾. Po przekroczeniu pojemności sorpcyjnej w odniesieniu do tego składnika mogą zachodzić znaczące jego straty do wód, zarówno w formie reaktywnych rozpuszczalnych związków, jak również w postaci związków zawieszonych na cząstkach stałych gleby, drogą spływu powierzchniowego, podpowierzchniowego oraz odpływu szczelinowego⁴⁾.

Duże ryzyko środowiskowe niesie niekontrolowane nawożenie gleb naturalnie zasobnych w fosfor ruchomy, ale wyczerpanych z form dostępnych dla roślin. Zabieg taki nie wpływa na wzrost plonów, a jedynie prowadzi do dalszej akumulacji tego pierwiastka w glebie



Dr Agnieszka RUTKOWSKA w roku 1997 ukończyła studia na Wydziale Filozofii Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego. W 2005 r. uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w dziedzinie agronomii w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach, w którym zatrudniona jest na stanowisku adiunkta. Specjalność – żywienie roślin i nawożenie, badania nad efektywnością wykorzystania azotu z nawozów z zastosowaniem izotopu ¹⁵N.

* Autor do korespondencji:

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, tel.: (81) 478-68-40, e-mail: agrut@iung.pulawy.pl



Dr hab. Piotr RUSEK w roku 1998 ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Stopień doktora habilitowanego nauk inżynierjno-technicznych otrzymał w 2020 r. Jest kierownikiem Zakładu Nawozów w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Nowych Syntezy Chemicznych w Puławach. Specjalność – technologia chemiczna nieorganiczna i ochrona środowiska.

i w konsekwencji do jego wymywania⁵⁾. Z drugiej strony fosfor jest jednym z podstawowych makroskładników w żywieniu roślin, stąd uzupełnianie niedoborów tego pierwiastka w glebach o bardzo niskiej i niskiej zasobności jest koniecznością.

Produkcja oraz zużycie nawozów fosforowych w Polsce na tle UE

Najważniejsze produkty na bazie surowców fosforowych uzyskuje się głównie z kwasu fosforowego(V), wytwarzanego przez rozkład fosforytów kwasem siarkowym(VI) (EKF, ekstrakcyjny kwas fosforowy)⁶⁾. W przemyśle nieorganicznych związków fosforu wykorzystywane są naturalne fosforany, takie jak apatyty i fosforyty. Złoża fosforytów występują znacznie częściej niż apatytów i mają większe znaczenie gospodarcze. Największe złoża fosforytowe znajdują się w południowym Kazachstanie, na Florydzie, w Chinach, na Bliskim Wschodzie, a także w krajach północno-afrykańskich (Egipt, Maroko, Algieria i Tunezja). Odkryto je również na szelfie kontynentalnym na Oceanie Atlantyckim i Oceanie Spokojnym. Mniejsze złoża w Europie, w tym na terenie Polski, ze względów ekonomicznych nie są przydatne do eksploatacji na skalę przemysłową⁷⁻⁹⁾. W porównaniu z fosforytami, apatyty jako skały głębinowe zawierają mniej węglanów, związków organicznych i substancji radioaktywnych, wykazują jednak większą odporność na działanie kwasów. Złoża fosforytowe, z których po wydobyciu i obróbce otrzymuje się surowiec zawierający 28–38% P₂O₅ uważane są za ekonomicznie opłacalne¹⁰⁾. Na wartość surowca fosforonośnego wpływa nie tylko zawartość samego pierwiastka, ale także jego aktywność chemiczna, która uzależniona jest od wieku złoża. Starsze fosforyty (tzw. twarde) wykazują mniejszą aktywność, a większą aktywnością charakteryzują się fosforyty młodsze (tzw. miękkie).

Dwie trzecie światowego rocznego wydobycia fosforytów pochodzi z USA, Chin, Republiki Południowej Afryki i Maroka. W Unii Europejskiej niewielkie ich ilości wydobywane są w Finlandii. W 2011 r. poziom uzależnienia UE od importu fosforytów wynosił ok. 92%.

Obecne wymogi kryteriów bilansowości dla złóż fosforytów określają¹¹⁾ maksymalną głębokość dokumentowania złóż na 400 m, minimalną zawartość P₂O₅ w koncentracjach fosforytowych w profilu złoża na 15% oraz minimalną zasobność koncentracji fosforytowych na 1800 kg/m². W związku z tym fosforyty do Polski są importowane z krajów północnej Afryki. W tabeli 1 przedstawiono skład chemiczny najczęściej importowanych do Polski fosforytów.

Za najbardziej wartościowe w przemyśle nawozowym uznaje się fosforyty o największej zawartości P₂O₅, a zarazem najniższym poziomie zanieczyszczeń, zwłaszcza kadmem. W poszczególnych krajach

obowiązują normy zawartości metali ciężkich w nawozach, przy czym obserwuje się tendencję do obniżania progów tolerancji zawartości metali ciężkich. Powoduje to dodatkową trudność w pozyskiwaniu surowców fosforowych, ponieważ część z nich charakteryzuje się znaczną zawartością metali ciężkich. To właśnie zawartość kadmu jest ostatnio najbardziej problematyczną kwestią w ocenie jakości surowców fosforowych. W dniu 26 czerwca 2019 r. Komisja Europejska opublikowała rozporządzenie¹²⁾ ustalające limit zawartości kadmu w nawozach zawierających fosfor na poziomie 60 mg/kg P₂O₅. Część z obecnie stosowanych surowców albo już nie spełnia proponowanych kryteriów, albo jest bliska limitu. Dodatkowo, związki kadmu niemal w całości przechodzą z fosforytu do kwasu fosforowego, co może dodatkowo zwiększać zawartość kadmu w produkowanych nawozach.

Wielkość światowej produkcji nawozów fosforowych szacuje się na 45 mln t/r w przeliczeniu na P₂O₅. Największy udział stanowią mono- i difosforany amonowe oraz nawozy NPK (rys. 1).

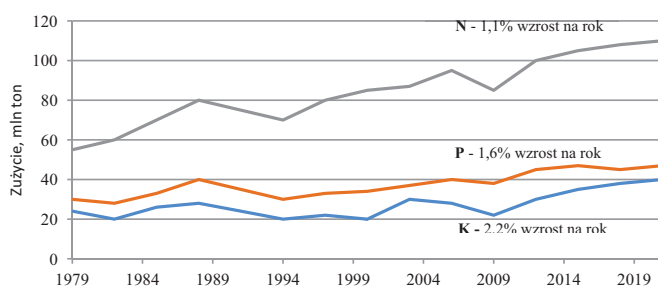


Fig. 1. Consumption of mineral fertilizers in EU and prognosis for 2019¹³⁾

Rys. 1. Zużycie nawozów mineralnych w Unii Europejskiej oraz prognoza na 2019 r.¹³⁾

Do końca lat osiemdziesiątych XX w. w Polsce aplikowano stosunkowo duże dawki nawozów fosforowych, co wynikało z obowiązującej wówczas polityki rolnej, ukierunkowanej na maksymalizację plonów. W latach 1960–1980 wybudowano nowoczesne zakłady przemysłowe produkujące nawozy fosforowe z bardzo dużą wydajnością, spośród których wymienić należy Fabrykę Superfosfatów w Tarnobrzegu, Zakłady Chemiczne Police oraz Gdańskie Zakłady Nawozów Fosforowych. Dzięki rozbudowie i modernizacji przemysłu nawozowego, Polska stała się znaczącym producentem nawozów fosforowych w Europie. W końcu lat osiemdziesiątych XX w. nawozy fosforowe wytwarzane były w siedmiu fabrykach, dysponujących całkowitą zdolnością produkcyjną wynoszącą w przeliczeniu na P₂O₅ ok. 0,95 mln t¹⁴⁾. Zużycie nawozów fosforowych w niektórych gospodarstwach rolnych w tym okresie przekraczało (w przeliczeniu na P₂O₅) 80 kg/ha, a bilans tego składnika w skrajnych przypadkach dochodził do 100 kg/ha¹⁵⁻¹⁸⁾.

Po zmianach ustrojowych w 1989 r., kiedy ze względów ekonomicznych zaprzestano dotowania produkcji nawozów fosforowych (czego konsekwencją był wzrost ich cen), jak również z uwagi na rosnącą świadomość co do zagrożeń środowiskowych związanych z intensyfikacją nawożenia mineralnego, poziom nawożenia fosforem uległ obniżeniu. W roku gospodarczym 2017/2018 wyniósł 23,1 kg/ha użytków rolnych w dobrej kulturze. Dla porównania, zużycie nawozów azotowych i potasowych w przeliczeniu na czysty składnik kształtowało się na poziomie 80,4 i 38,1 kg/ha użytków rolnych w dobrej kulturze. Zużycie nawozów mineralnych w Polsce, z uwzględnieniem prognozy na sezon 2019/2020 przedstawiono na rys. 2.

Obecnie w Polsce na skalę wielkoprzemysłową wytwarza się nawozy typu superfosfaty oraz fosforyty częściowo rozłożone. Dużą grupę nawozów stanowią również nawozy wieloskładnikowe, które zawierają składniki superfosfatów, fosforyty częściowo rozłożone, a także fosforyty miękkie. Procesy wytwarzania mineralnych nawozów fosforowych cechuje duża różnorodność rozwiązań technicznych. Do znaczących producentów nawozów fosforowych obecnie należą Zakłady Chemiczne Police SA, Gdańskie Zakłady Nawozów Fosforowych Fosfory Sp. z o.o., Zakłady Chemiczne Luboń Sp. z o.o., Zakłady Chemiczne Siarkopol Tarnobrzeg Sp. z o.o., Fabryka

Table 1. Chemical composition of phosphate rocks imported to Poland

Tabela 1. Skład chemiczny fosforytów importowanych do Polski

Składnik	Jedn.	Algieria	Maroko	Syria	Izrael	Egipt
P ₂ O ₅	% mas.	29,8	32,4	29,6	31,1	27,6
CaO		49,6	51,9	49,4	53,6	44,8
SiO ₂		3,48	1,71	6,73	1,47	11,7
MgO		1,18	0,32	0,49	0,52	0,33
Fe ₂ O ₃		0,61	0,22	0,23	0,29	2,2
Al ₂ O ₃		0,50	0,35	0,32	0,12	0,58
Sr		0,23	0,12	0,18	0,24	0,17
Części nierozp. w HCl		1,82	0,93	6,79	0,79	10,7
Cd	mg/kg	16,7	15,8	7,80	26,6	10,3
Hg		0,020	0,018	0,024	0,056	0,017
As		0,771	1,43	0,750	1,01	1,14
Pb		4,37	6,24	6,21	10,6	6,98

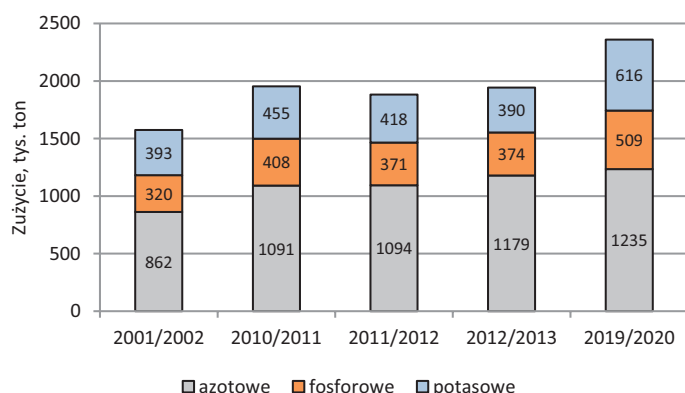


Fig. 2. Consumption of fertilizers in thousand tons/year in farming years 2001/2002–2012/2013 and prognosis for 2019/2020⁽¹⁹⁾

Rys. 2. Zużycie nawozów w tys. t/r składnika w Polsce w latach gospodarczych 2001/2002–2012/2013 oraz prognoza na sezon 2019/2020⁽¹⁹⁾

Nawozów Fosforowych Ubocz i Fosfan SA (dawniej Szczecińskie Zakłady Nawozów Fosforowych).

Terytorialne i czasowe zróżnicowanie zawartości fosforu w glebach Polski

Analizy zmian zasobności gleb Polski w fosfor w latach 2008–2016 dokonano na podstawie wyników monitoringu gleb, prowadzonego przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze. Badania monitoringuowe, wynikające z zapisów ustawy⁽²⁰⁾, prowadzone są na gruntach ornych, w wytypowanych na obszarze całego kraju reprezentatywnych gospodarstwach. W gospodarstwach tych, w wyznaczonych stałych punktach, raz na cztery lata pobierane są próbki glebowe do określenia parametrów składających się na żyzność gleby. W okresie badawczym, trzykrotnie (w latach 2008, 2012 i 2016) z warstwy ornej gleby pobrano łącznie 11 715 próbek, w których metodą Egnera Riehma DL oznaczono zawartość fosforu przyswajalnego. Analiza statystyczna wykazała skośny rozkład danych, stąd do interpretacji wyników wykorzystano medianę jako wartość przeciętną, opisującą zawartość fosforu w glebie badanych gospodarstw. Przeciętna zawartość fosforu przyswajalnego w glebach Polski w latach 2008–2016 (w przeliczeniu na P_2O_5) wyniosła 16,9 mg/100 g gleby i mieściła się w klasie zawartości wysokiej (rys. 3).

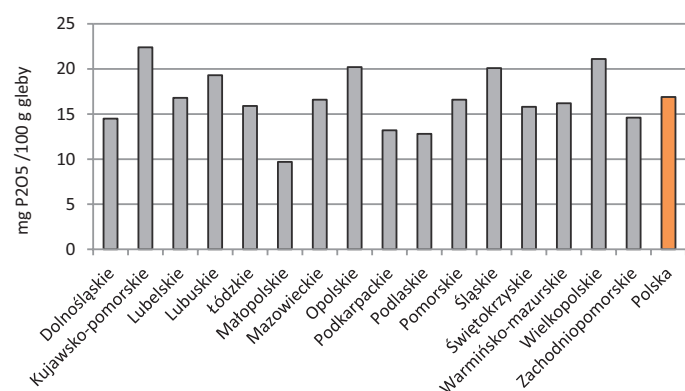


Fig. 3. The average content of available phosphorus in soils in voivodships in 2008–2016⁽²¹⁾

Rys. 3. Przeciętna zawartości fosforu przyswajalnego wg województw w latach 2008–2016⁽²¹⁾

Największą zawartość fosforu przyswajalnego w warstwie ornej gleby (P_2O_5 powyżej 20,1 mg/100 g gleby) stwierdzono w czterech województwach: kujawsko-pomorskim, opolskim, śląskim i wielkopolskim. Bardzo niską przeciętną zawartość stwierdzono jedynie w województwie małopolskim (rys. 4). W przeważającej części województw

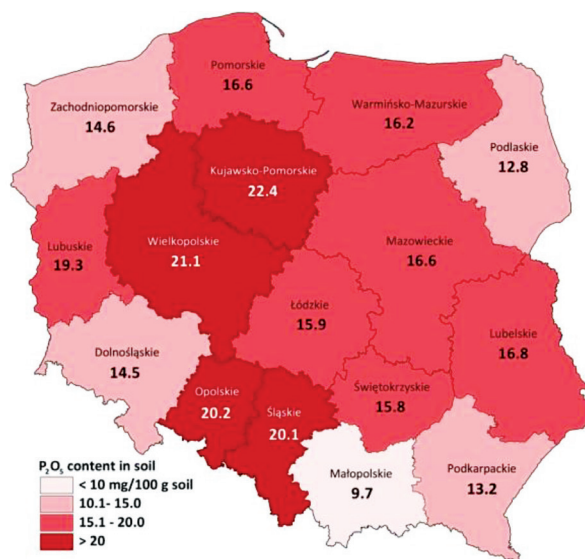


Fig. 4. Spatial diversity of available phosphorus content in soils of Poland in 2008–2016

Rys. 4. Zróżnicowanie zawartości fosforu przyswajalnego w glebach Polski w latach 2008–2016 wg klas zasobności w fosfor

największy udział miały gleby z bardzo wysoką i wysoką zawartością fosforu (rys. 5). Wyjątek stanowiło województwo małopolskie, w któ-

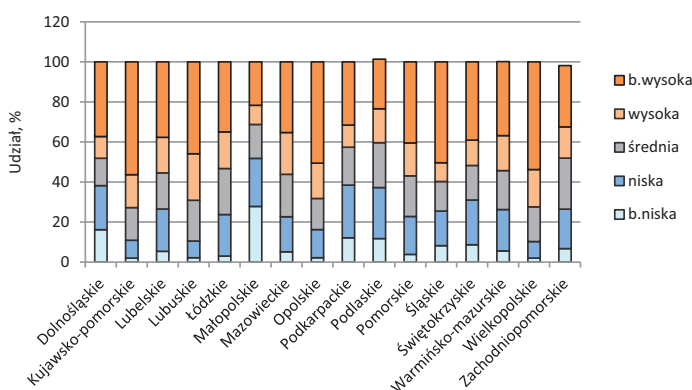


Fig. 5. The share of soils samples assigned to individual classes of phosphorus content in the total number of analyzed samples in particular voivodships

Rys. 5. Udział prób glebowych przyporządkowanych do poszczególnych klas zasobności w fosfor w ogólnej liczbie analizowanych prób glebowych wg województw

rym przeważały gleby o bardzo niskiej i niskiej zasobności w ten składnik. Stosunkowo dużym udziałem takich gleb charakteryzowały się również województwa podkarpackie i podlaskie. W województwie kujawsko-pomorskim, opolskim i wielkopolskim gleby o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości fosforu przyswajalnego stanowiły odpowiednio 72%, 68% i 72%. Zgodnie z danymi GUS, w województwach tych w latach 2005–2015 stosowano największe w kraju dawki nawozów fosforowych w przeliczeniu na P_2O_5 . W Małopolsce z kolei, gdzie udział gleb o bardzo niskiej i niskiej zawartości tego makroskładnika wyniósł ponad 50%, w analizowanym okresie zanotowano najmniejsze zużycie nawozów fosforowych (rys. 6).

W ocenie potrzeb nawożenia fosforem należy uwzględnić również nawożenie naturalne i organiczne, które obok mineralnego stanowi źródło niezbędnych dla roślin składników pokarmowych, w tym fosforu. Podstawową zasadą zrównoważonego nawożenia jest dostosowanie dawek nawozów do potrzeb pokarmowych roślin oraz do zasobności gleby. Dodatni wynik bilansu fosforu dopuszczalny jest jedynie na glebach o bardzo niskiej i niskiej zasobności w ten składnik. Zgodnie z zaleceniami IUNG-PIB, w warunkach bardzo wysokiej i wysokiej

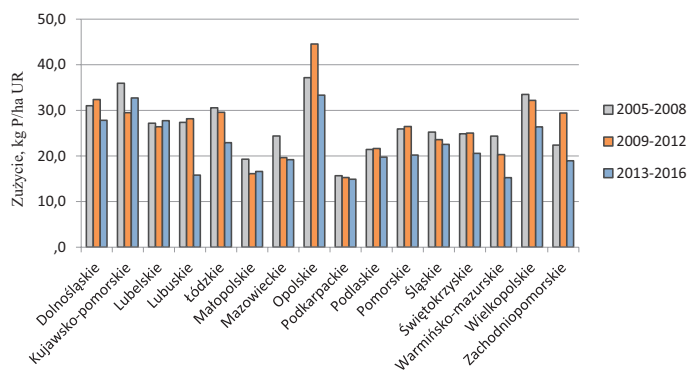


Fig. 6. Consumption of mineral phosphate fertilizers in 2005–2016 in voivodships²¹⁾

Rys. 6. Zużycie mineralnych nawozów fosforowych w latach 2005–2016 wg województw²¹⁾

zawartości fosforu przyswajalnego w glebie dawki nawozów ustalane na podstawie potrzeb pokarmowych uprawianych roślin należy zmniejszyć, a na glebach, w których zawartość P_2O_5 przekracza 40 mg/100 g gleby należy zaniechać nawożenia fosforem²²⁾. Z badań ankietowych Kęsika i wspólr.^{23, 24)} wynika, że w gospodarstwach współpracujących z ośrodkami doradztwa rolniczego, stosowane w uprawie zbóż dawki nawozów fosforowych przekraczały ilości wynikające z zaleceń nawozowych. W ankietowanych gospodarstwach rolnicy nie uwzględniali ponadto fosforu wnoszonego z nawozami naturalnymi, co powodowało wzrost oszacowanej nadwyżki bilansowej tego składnika. Jak podaje Kopiński²⁵⁾ w wielu województwach poziom nawożenia fosforem nie jest uzasadniony wielkością osiąganych plonów uprawianych roślin bądź nie uwzględnia zasobności gleby w ten składnik. Z raportu opracowanego przez IUNG-PIB²⁶⁾ wynika, że roczne salda bilansu wyczerpane dla lat 1995–2015 zawsze miały wartość dodatnią. Obserwowano przy tym wyraźny trend wzrostowy do 2006 r. oraz trend spadkowy po 2006 r., co autorzy opracowania uzasadniają wzrostem produktywności roślin oraz malejącym pogłowiem zwierząt.

Poważny problem środowiskowy związany z trudnościami w utrzymaniu zrównoważonego bilansu fosforu stanowią gospodarstwa nastawione na intensywną produkcję zwierzęcą. W województwach wielkopolskim oraz kujawsko-pomorskim, w których w latach 2008–2016 odnotowano najwyższe przeciętne zawartości fosforu w glebie, utrzymywana jest największa liczba zwierząt, co przy wysokim zużyciu mineralnych nawozów zawierających fosfor czyni gleby w tych województwach szczególnie narażonymi na straty tego składnika do wód.

Obserwuje się duże zróżnicowanie zawartości fosforu w obrębie poszczególnych województw. Dla przykładu, przeciętna zawartość P_2O_5 w województwie dolnośląskim wyniosła 14,5 mg/100 g gleby (klasa zawartości średniej), niemniej jednak gleby o wysokiej zawartości P_2O_5 stanowiły w tym województwie 50%, a gleby o bardzo niskiej i niskiej zawartości 39%. Prezentowane wyniki potwierdzają, że choć ze względów metodycznych stan zasobności w składniki pokarmowe określa się w ujęciu administracyjnym, to takie też podejście stosuje GUS odnośnie zużycia nawozów mineralnych i jest to ujęcie problemu o charakterze poglądowym. Zasobność gleby użytków rolnych należy rozpatrywać jako wartość w danym gospodarstwie, a nawet na pojedynczym polu.

Analizując zasobność gleb Polski w układzie czasowym, nie stwierdzono, z wyjątkiem województwa śląskiego i łódzkiego, istotnych zmian w zawartości tego składnika w monitorowanych gospodarstwach (tabela 2).

W latach 2008–2016 największy udział w kraju miały gleby o bardzo wysokiej zawartości fosforu, przy czym udział tych gleb wzrastał w kolejnych latach. Kolejną grupę stanowiły gleby o zawartości średniej, z wartościami zbliżonymi w poszczególnych latach. Najmniejszy udział miały gleby o bardzo niskiej zawartości fosforu, a odsetek tych gleb malał w latach 2008–2016 (rys. 7).

Table 2. The average content of P_2O_5 in voivodships in the years of investigations, mg 100 g

Tabela 2. Przeciętna zasobność gleb w P_2O_5 dla województw w latach badań, mg/100 g gleby

Województwo	Rok			
	2008	2012	2016	Średnia
Dolnośląskie	14,5 ^a	13,6 ^a	14,9 ^a	14,5
Kujawsko-pomorskie	21,2 ^a	23,3 ^a	22,4 ^a	22,4
Lubelskie	15,5 ^a	18,8 ^a	16,4 ^a	16,8
Lubuskie	20,9 ^a	18,8 ^a	19,2 ^a	19,3
Łódzkie	14,9 ^a	15,3 ^{ab}	18,5 ^b	15,9
Małopolskie	9,7 ^a	9,9 ^a	9,50 ^a	9,7
Mazowieckie	15,2 ^a	17,3 ^b	17,1 ^{ab}	16,6
Opolskie	21,1 ^a	19,1 ^a	20,9 ^a	20,2
Podkarpackie	14,4 ^a	11,9 ^a	13,6 ^a	13,2
Podlaskie	13,0 ^a	12,1 ^a	13,4 ^a	12,8
Pomorskie	17,1 ^a	16,0 ^a	16,4 ^a	16,6
Śląskie	23,0 ^a	19,0 ^a	17,2 ^a	20,1
Świętokrzyskie	14,8 ^a	15,4 ^a	16,8 ^a	15,8
Warmińsko-mazurskie	16,5 ^a	15,9 ^a	16,4 ^a	16,2
Wielkopolskie	21,1 ^a	21,0 ^a	21,2 ^a	21,1
Zachodniopomorskie	14,0 ^a	15,9 ^a	14,4 ^a	14,6
Polska	16,5 ^a	17,0 ^a	17,3 ^a	16,9

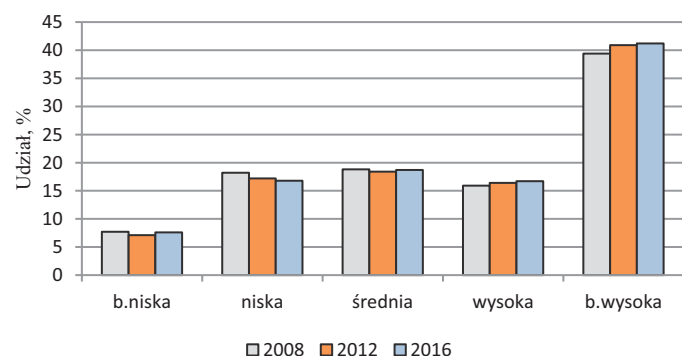


Fig. 7. The share of soils samples assigned to individual classes of phosphorus content in the total number of analyzed samples

Rys. 7. Udział prób glebowych przyporządkowanych do poszczególnych klas zasobności gleb w fosfor w całkowitej puli analizowanych prób w latach 2008–2016

Podsumowanie

Powiększający się ładunek fosforu w glebie związany jest z formą tego pierwiastka, który w nawozach fosforowych, po wprowadzeniu do gleby, przechodzi w dużej części do formy nierozpuszczalnej, niedostępnej dla roślin²⁷⁾. W Polsce prawie połowa gleb użytkowanych rolniczo wykazuje odczyn kwaśny i bardzo kwaśny²⁸⁾, co ogranicza przyswajalność fosforu przez rośliny. W tych warunkach, niezależnie od zalecanego wapnowania, korzystne jest wykorzystywanie nawozów fosforowych produkowanych w procesie niepełnego rozkładu fosforytów. W glebach kwaśnych dostępność fosforu z tego typu nawozów zdecydowanie wzrasta. Upowszechniona wśród rolników praktyka stosowania nawozów wieloskładnikowych zawierających fosfor na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości tego makroskładnika przyczynia się do jego kumulacji w glebie. Większość wieloskładnikowych nawozów produkowanych w Polsce zawiera relatywnie zbyt dużo fosforu w stosunku do potasu, co powoduje nadmierowe gospodarowanie fosforem przy niedoborowym zaopatrzeniu w potas.

Przejście fosforu z formy nierozpuszczalnej do rozpuszczalnej jest równocześnie najważniejszym etapem w produkcji nawozów zawierających biodostępną dla roślin formę fosforu. Z badań monitoringowych wynika, że w Polsce ok. 25% stanowią gleby o bardzo niskiej i niskiej zasobności w fosfor, wymagające nawożenia tym składnikiem. Mało realne jest, aby globalnie problem niedoboru fosforu w glebach rozwiązać przez zwiększenie nawożenia nawozami fosforowymi produkowanymi z wydobytych fosforytów. Obawy budzą zmniejszające się światowe zasoby fosforytów i niestabilna sytuacja w krajach posiadających największe złoża. Należy zatem skoncentrować się na poszukiwaniu alternatywnych źródeł fosforu, a także rozwiązań technologicznych przetwarzania niskojakościowych surowców fosforowych, w tym również polskich, oraz rozwiązań pozwalających na ponowne wykorzystanie fosforu poprzez odzysk z odpadów. Wspomniane już rozporządzenie^[12] wskazuje na konieczność ograniczenia eksploatacji naturalnych, nieodnawialnych zasobów środowiska poprzez wykorzystanie do celów nawozowych materiałów pochodzących z recyklingu lub materiałów organicznych, harmonizując jednocześnie warunki udostępniania na całym rynku europejskim produktów nawozowych, co ma przyczynić się do rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym.

Praca została wykonana w ramach realizacji zadania 2.2. Programu Wieloletniego IUNG-PIB „Wspieranie działań w zakresie ochrony i racjonalnego wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce oraz kształtowania jakości surowców roślinnych na lata 2016–2020”.

Otrzymano: 03-12-2019

LITERATURA

- [1] A. Sapek, *Woda Środowisko Obszary Wiejskie* 2008, **8**, Z. 2b (24), 127.
- [2] K. Kęsik, T. Jadczyński, B. Jurga, K. Jerzy, *Studia Raporty IUNG-PIB* 2018, **56**, nr 10, 21.
- [3] A.L. Heatwaite, R. Dills, *Sci. Total Environ.* 2000, **251/252**, 523.
- [4] S. Smoroń, *Zesz. Edukacyjne, IMUZ Falenty* 1998, nr 5, 87.
- [5] G. Kutra, R. Aksomaitienė, A.S. Silnika, W.B. Sapek, *Woda Środowisko Obszary Wiejskie* 2014, **14**, Z. 1 (45), 77.
- [6] J. Hoffmann, *Prace Nauk. ITNiM Politechniki Wrocławskiej*, nr 49, seria Monografie nr 16, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2001.
- [7] Z. Podraza, K. Krupa-Zuczek, Z. Wzorek, *Chemia Czasop. Techn.*, Wyd. Politechniki Krakowskiej 2011, **108**, Z. 2-Ch, 185.
- [8] D. Kowal, *Metody wytwarzania granulowanych nawozów wieloskładnikowych z wykorzystaniem mocznika*, praca doktorska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin 2008.
- [9] B. Cichy, *Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego. Foresight technologiczny*, Raport końcowy, Projekt WND-POIG.01.01.01-00-009/09, Cursiva, Gliwice-Warszawa-Kraków 2012, ISBN 978-83-62108-12-1.
- [10] H.A. Sengul, A.K. Ozer, M.S. Gulaboglu, *Chem. Eng. J.* 2006, **122**, 135.
- [11] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Komunikat konsultacyjny w sprawie zrównoważonego stosowania fosforu, <http://ec.europa.eu/environment/consultations/pdf/phosphorus/PL.pdf>, dostęp kwiecień 2019 r.
- [12] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003, *Dz. Urz. UE* z dn. 25 czerwca 2019 r., L. 170/1.
- [13] J. Hansen, *Fertilizers Europe, News* 18 stycznia 2019 r., <https://www.fertilizerseurope.com/news/>
- [14] A. Piwowar, *J. Central European Agricult.* 2013, **14**, nr 2, 807.
- [15] K. Kęsik, M. Fotyma, *Reakcja roślin i członów zmianowań na coroczne i skomasywane nawożenie fosforem*, Wydawnictwa IUNG, 1990, seria S (69), 46.
- [16] K. Kęsik, M. Fotyma, *Działanie następcze nawozów fosforowych*, Wydawnictwa IUNG, 1991, seria S (74), 56.
- [17] S. Gosek, *Nawozy Nawożenie* 2002, **13**, 124.
- [18] C. Maćkowiak, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 2001, **475**, 209.
- [19] Grupa Azoty, dane niepublikowane.
- [20] Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, *Dz. U.* 2007, nr 147, poz. 1033.
- [21] Główny Urząd Statystyczny, *Środki produkcji w rolnictwie*, 2005–2016.
- [22] T. Jadczyński, J. Kowalczyk, W. Lipiński, *Nawożenie mineralne na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych*, Wydawnictwa IUNG-PIB, 2013, ISBN 978-83-7562-095-5.
- [23] K. Kęsik, S. Krasowicz, M. Zarychta, *Nawozy Nawożenie* 2010, **41**, 51.
- [24] K. Kęsik, S. Krasowicz, M. Zarychta, *Nawozy Nawożenie* 2011, **44**, 51.
- [25] J. Kopyński, *Ocena gospodarowania fosforem w procesie produkcji rolniczej na poziomie NUTS-0, NUTS-2*, 2016, Wyd. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, *Roczniki Naukowe* 2016, **18**, Z. 1, 131.
- [26] B. Jurga, J. Kopyński, *Bilans fosforu brutto jako wskaźnik oddziaływania rolnictwa na środowisko*, Raport wysłany do EUROSTATU, 2018 (niepublikowany).
- [27] T. Filipek, P. Skowron, [w:] *Scientific basis to mitigate the nutrient dispersion into the environment*, (red. A. Sapek), Wydawnictwo IMUZ, Falenty 2000, 151.
- [28] A. Rutkowska, *Studia i Raporty IUNG-PIB* 2018, **56**, nr 10, 9.

EURO
LAB

CRIME
LAB

17-19 marca 2020

Pałac Kultury i Nauki, Warszawa

22 Międzynarodowe Targi Analityki i Technik Pomiarowych

9 Targi Techniki Kryminalistycznej

NAJWAŻNIEJSZE TARGI WYPOSAŻENIA LABORATORYJNEGO W POLSCE

REJESTRACJA ONLINE

WWW.TARGIEUROLAB.PL