

## AGROCHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEB UŻYTKOWANYCH ROLNICZO

Wojciech Lipiński<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Warszawie, ul. Żółkiewskiego 17. 05-075 Warszawa-Wesoła  
e-mail: [wlipinski@schr.gov.pl](mailto:wlipinski@schr.gov.pl)

### STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono zagadnienia badań agrochemicznych w oparciu o praktyczne doświadczenia prowadzone na terenie istniejących w Polsce stacji chemiczno-rolniczych. Przedstawiono wyniki prowadzonych badań gleb użytkowanych rolniczo w latach 1955-2017. Badania gleby prowadzi się na potrzeby doradztwa w zakresie stosowania nawozów w gospodarstwach rolnych w celu intensyfikacji produkcji roślinnej. Wyniki tych badań służą także do opracowania map odczynu i zasobności gleby w przyswajalne formy P, K i Mg, które systematycznie publikowane są w rocznikach statystycznych GUS. Efektem prac jest określenie stanu zanieczyszczenia gleb użytków rolnych metalami ciężkimi i wyznaczenie klas zagrożeń tymi pierwiastkami w uprawie roślin. Stwierdzono ponadto podwyższone zawartości siarki w glebach Polski oraz wyznaczono strefy zagrożeń tym składnikiem. Oznaczono także stężenia fosforu, żelaza i glinu co pozwoliło na wyznaczenie wskaźnika stanu fosforowego gleby, który charakteryzuje stopień wysycenia gleby albo jej zdolności sorpcyjnych. Przedstawione prace przynoszą efekty zmniejszenia wpływu działalności rolniczej na środowisko, w połączeniu z poprawą jakości produkowanej żywności.

**Słowa kluczowe:** badania agrochemiczne, gleby, rolnictwo, nawozy, produkcja roślinna

## AGROCHEMICAL PROPERTIES OF AGRICULTURALLY USED SOILS

### ABSTRACT

The article presents the problems of agrochemical research based on practical experience conducted in the existing chemical and agricultural stations in Poland. The results of research on soils used for agriculture in the years 1955-2017 are presented. Soil testing is carried out for the needs of advising on the use of fertilizers on farms in order to intensify plant production. The results of this research are also used to develop maps of pH and abundance of soil in absorbable forms P, K and Mg, which are systematically published in the statistical yearbooks of the Central Statistical Office. The result is to determine the state of contamination of agricultural soils with heavy metals and to determine the hazard classes for these elements in the cultivation of plants. In addition, increased sulfur content in Poland's soils was found and hazard zones were identified for this constituent. The concentrations of phosphorus, iron and aluminum were also determined, which allowed to limit the soil phosphorus indicator, which is characterized by soil saturation or sorption capacity. The presented works takes of reducing the impact of agricultural activity on the environment, in connection with the improvement of the quality of produced food.

**Keywords:** agrochemical research, soils, agriculture, fertilizers, plant production

### WPROWADZENIE

Historia badań chemiczno-rolniczych w Polsce sięga 1858 roku, kiedy to została utworzona w Warszawie pierwsza Pracownia Chemiczna Towarzystwa Rolniczego w Królestwie Polskim. Dało to początek działań będących skutkiem

ogłoszonej wówczas przez Justusa von Liebiga w 1840 r. teorii mineralnego żywienia roślin [Lipiński, 2000]. W kolejnych latach następowały liczne zmiany w budowie systemu, przerwane działaniami wojennymi, jednak już w roku 1945 utworzone zostały trzy stacje chemiczno-rolnicze – w Poznaniu, Wrocławiu i Aninie koło War-

szawy, natomiast w roku 1954 powołane zostają do życia stacje chemiczno-rolnicze istniejące w dotychczasowej liczbie i w podobnej strukturze organizacyjnej [Czuba i in. 2000, Lipiński 2005].

W latach 1955–1975 prowadzono badania określone mianem I i II rotacji, które objęły gleby wszystkich użytków rolnych w Polsce. Oprócz stanu zakwaszenia, identyfikowano poziom zasobności gleby w P, K i Mg, a w kolejnych latach także w mikroelementy. Kolejnym ważnym wydarzeniem było uchwalenie w roku 2000 ustawy o nawozach i nawożeniu, która uporządkowała m.in. kwestie agrochemicznej obsługi rolnictwa.

Historia badań agrochemicznych potwierdza zdobyte doświadczenia i jednocześnie wskazuje na kierunki zmian jakie zachodzą w tym obszarze z koniecznością ich przekładania na praktykę rolniczą. Muszą one współbrzmieć z ogólnymi tendencjami rozwoju gospodarczego i polityki środowiskowej.

Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju (EUROPA 2020) obejmuje trzy wzajemnie ze sobą powiązane priorytety takie jak rozwój inteligentny (rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji), rozwój zrównoważony (wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej) oraz rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu (wspieranie gospodarki o wysokim poziomie zatrudnienia, zapewniającej spójność społeczną i terytorialną). W myśl Komunikatu Komisji z dnia 29.02.2012 r. do Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie europejskiego partnerstwa innowacyjnego na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa „zwiększoną i zrównoważoną produkcję rolną będzie można osiągnąć jedynie przy podjęciu znacznych wysiłków w zakresie badań i innowacji na wszystkich poziomach.” Stanowisko KE wskazuje jako warunki „zwiększenie wydajności i konkurencyjności rolnictwa, większą efektywność gospodarowania zasobami, tak aby produkcję realizować przy mniejszym zużyciu wody, energii, nawozów (głównie P i N) oraz pestycydów”. Jednak przewidywania FAO wskazują na wzrost zapotrzebowania na żywność w perspektywie do 2050 r. o 70%. Rolnictwo UE zapewnia ok. 40% całkowitej produkcji żywności w krajach OECD, przy różnym wkładzie regionów, ale warunkuje światowy przepływ żywności w 18%. Tendencje te nie pozostawiają wątpliwości, że również w zakresie nawożenia niezbędne będzie wprowadzanie działań innowacyjnych, które obejmować powinny następujące obszary:

- produkcyjne-rolnictwo, przemysł nawozowy,
- środowiskowe,
- usługowe – transport, stosowanie nawozów, zabiegi agrotechniczne,
- zmniejszenie areału upraw,
- demograficzne,
- polityczne.

Z całą pewnością działalność agrochemiczna stanowi fundamenty zarówno w kwestiach produkcji roślinnej, jak i w konsekwencji w środowiskowych. Jest zatem podstawą skutecznego gospodarowania składnikami mineralnymi.

Aby zapewnić osiągnięcie właściwych standardów użyteczności prac agrochemicznych, niezbędne są działania techniczne ukierunkowane na:

- właściwe pobieranie próbek gleby, podłoży, pożywek, materiału roślinnego, nawozów, środków wspomagających uprawę roślin (ŚWUR),
- rzetelną diagnostykę gleby, podłoży, pożywek, roślin, nawozów, ŚWUR,
- właściwą ocenę wyników badań laboratoryjnych – liczby graniczne, wartości dopuszczalne, normy, oceny eksperckie itp.,
- racjonalne zalecenia, opiniowanie, ekspertyzy.

Zmniejszenie presji na środowisko przyrodnicze oraz względy produkcyjne przemawiają za podnoszeniem rangi zarządzania składnikami mineralnymi, które są niezbędne dla roślin, ale również mogą negatywnie oddziaływać na jakość wód, gleby i powietrza.

## MATERIAŁ I METODY

W opracowaniu wykorzystano dane literaturowe, dane statystki opisowej GUS oraz wyniki badań agrochemicznych prowadzonych w Polsce przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze w latach 1955–2017. Od 1955 roku na większą skalę prowadzono badania odczynu oraz zasobności gleb w fosfor i potas. Określanie zawartości magnezu przyswajalnego zaczęto wdrażać do praktyki na początku lat 60. XX w.

Do określania tych parametrów wówczas i do dnia dzisiejszego stosuje się następujące metody:

- pH –  $1 \text{ mol KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$
- fosfor i potas przyswajalny – metodą Egnera-Riehma (DL),
- magnez przyswajalny – metodą Schachtschabela ( $\text{CaCl}_2$   $0,0125 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ).

Początkowo do oznaczania ilości składników mineralnych wykorzystywano głównie metody kolorymetryczne (tab. 1), w niektóre z nich stosowane jest do chwili obecnej. Oprócz procedur analitycznych zmianom ulegały zasady oceny wyników badań, co zobrazowano w tabeli 2.

Obecnie stosowane metody badań pH oraz ekstrakcji przyswajalnych form składników mineralnych w badaniach agrochemicznych wyszczególniono w tabeli 3.

Skala badań chemiczno-rolniczych w latach 1956–1968 była imponująca, gdyż obejmowała prawie wszystkie gleby użytkowane rolniczo. W tym czasie przebadano ponad 17 mln ha użytków rolnych, na powierzchni których pobrano 9 mln 128 tys. próbek glebowych. Średnio jedna próbka reprezentowała obszar 1,90 ha użytków rolnych. W latach 1965–1983 uzupełniono je wynikami badań zasobności w mikroelementy. Funkcją tych prac była inwentaryzacja gleb pod kątem występowania w nich

składników mineralnych i stworzenie platformy dla rozwoju przemysłu nawozowego. Pozwoliły także m.in. opracować mapy zasobności, stanowiące do dzisiaj materiał odniesienia we współczesnych badaniach.

Po roku 1975 badania systematyczne zakończyły się na rzecz indywidualnych, prowadzonych w gospodarstwach, które wykazywały faktyczne zapotrzebowanie na wyniki oznaczeń odczynu oraz zasobności gleb w składniki mineralne. Wpłynęło to na zawężenie liczebności badanych próbek i na zmniejszenie arealu objętego badaniami. Zwiększyło się natomiast praktyczne wykorzystanie wyników chemicznej analizy gleby [Lipiński 2005]. Aktualnie liczba próbek objętych badaniami w ciągu roku obejmuje ok. 500.000 obiektów, co stanowi kilka milionów oznaczeń w ciągu roku.

W opracowaniu wskazano również najważniejsze aktualnie obowiązujące akty prawne, powiązane ściśle z działalnością agrochemiczną.

**Tabela 1.** Metody pomiarowe stosowane w stacjach chemiczno-rolniczych

Parametr	Lata 60. XX w.			Stan obecny	
pH	Potencjometrycznie			Potencjometrycznie	
P	Kolorymetrycznie			Kolorymetrycznie	
K	Fotometria płomieniowa			Fotometria płomieniowa	
Mg	Kolorymetrycznie			AAS	
Lekka	<31	31-43	44-67	68-93	>93
Średnia	<48	48-77	78-106	107-135	>135
Ciężka	<69	70-93	94-142	143-191	>191

**Tabela 2.** Zmiany w ocenie gleb w stacjach chemiczno-rolniczych

Parametr	Ilość klas	
	Do 1985 r.	Po 1985 r.
Kategorie agronomiczne	3	4
pH	5	5
P	3	5
K	3	5
Mg	3	5

**Tabela 3.** Niektóre metody badań stosowane przez stacje chemiczno-rolnicze

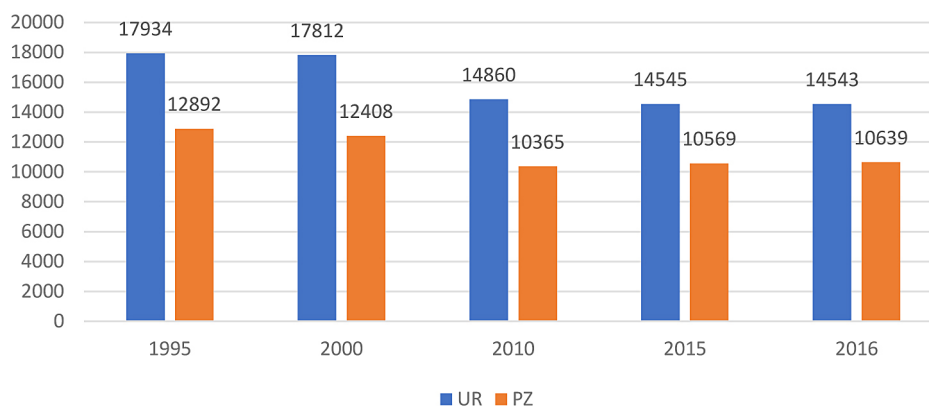
Parametr	Gleby mineralne	Gleby organiczne
pH	KCl – 1 mol · dm <sup>-3</sup>	KCl 1 mol · dm <sup>-3</sup>
P, K	Egner-Riehm	HCl – 0,5 mol · dm <sup>-3</sup>
Mg	Schachtschabel	HCl – 0,5 mol · dm <sup>-3</sup>
N <sub>min</sub>	1% K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
S	0,5 N roztwór CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub> + 0,25N CH <sub>3</sub> COOH	
Mikroelementy	1 HCl mol · dm <sup>-3</sup>	HCl – 0,5 mol · dm <sup>-3</sup>

## OGÓLNE UWARUNKOWANIA ROLNICTWA WPŁYWAJĄCE NA ZAKRES BADAŃ AGROCHEMICZNYCH

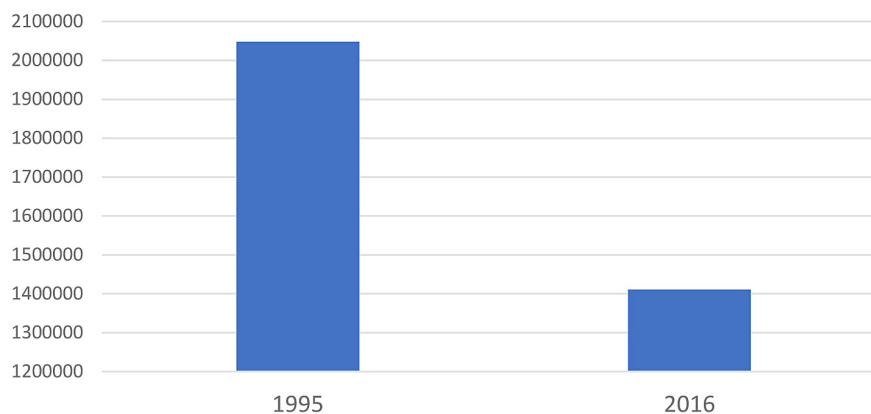
Tendencje w badaniach agrochemicznych kształtowane są przez warunki naturalne, postęp technologiczny, trendy demograficzne, polityki międzynarodowe oraz krajowe itp. Niektóre zmiany w użytkowaniu gruntów w Polsce przedstawiono na rysunkach 1–5. Ich ogólny kierunek wykazuje na zmniejszającą się powierzchnię użytków rolnych, szczególnie wyraźną w ostatnich 20 latach. W ślad za tym idą zmiany liczebności gospodarstw, ale również zmiany ich wielkości. Na tym tle dla przykładu zobrazowano wzrostowe zmiany w ogólnej produkcji zbóż, co wskazuje na nieustające zapotrzebowanie na składniki nawozowe w produkcji roślinnej. Taka sytuacja ma swoje odzwierciedlenie w tendencjach demograficznych i zapotrzebowaniu na produkty żywnościowe, przy kurczącej się powierzchni gleb użytkowanych rolniczo przypadającej na statystycznego mieszkańca naszego globu. Stąd nawiązanie we wstępie do strategii kształtowanych na poziomie polityk europejskich i stojące przed rolnictwem wyzwania.

To tło uzupełniają dane o poziomie stosowania nawozów mineralnych w Polsce, które wynosi około 130 kg NPK na ha, przy wyjątkowo niskim zużyciu CaO, które nie przekracza 70 kg (rys. 6). To dalece odbiega od faktycznych potrzeb, które oscylują wokół 500 kg czystego składnika na ha UR. W wielu województwach poziom wapnowania gleb nie neutralizuje nawet zakwaszającego działania nawozów nie mówiąc o innych czynnikach sprzyjających temu procesowi (np. opad zakwaszających związków N i S z atmosfery).

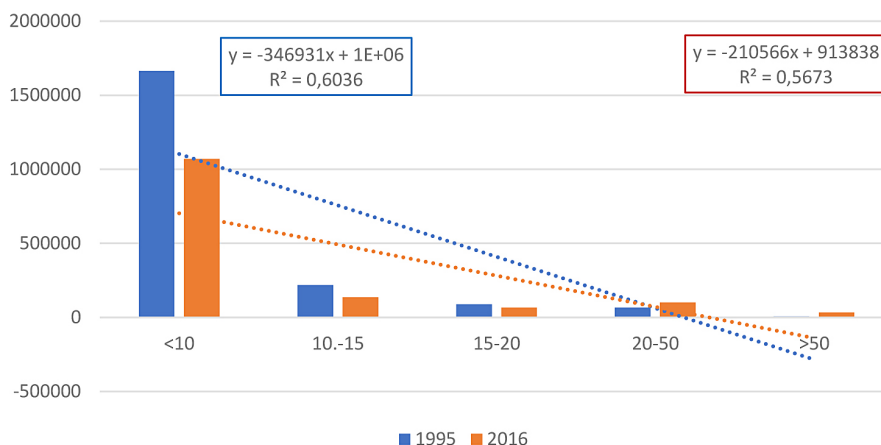
Niewielkie ilości wapna nawozowego stosowanego w wielu gospodarstwach rolnych mają decydujący i ograniczający wpływ na cały szereg czynników produkcji, w tym wykorzystanie składników mineralnych. Jednym z najważniejszych jest azot. Silne zakwaszenie gleb przyczynia się do małej efektywności tego składnika a jego straty stanowią znaczną część N wprowadzanego w nawozach mineralnych (rys. 7). Każdy kilogram składnika nawozowego (wymycie, straty gazowe, sorpcja chemiczna) ma swoje konsekwencje ekonomiczne i środowiskowe.



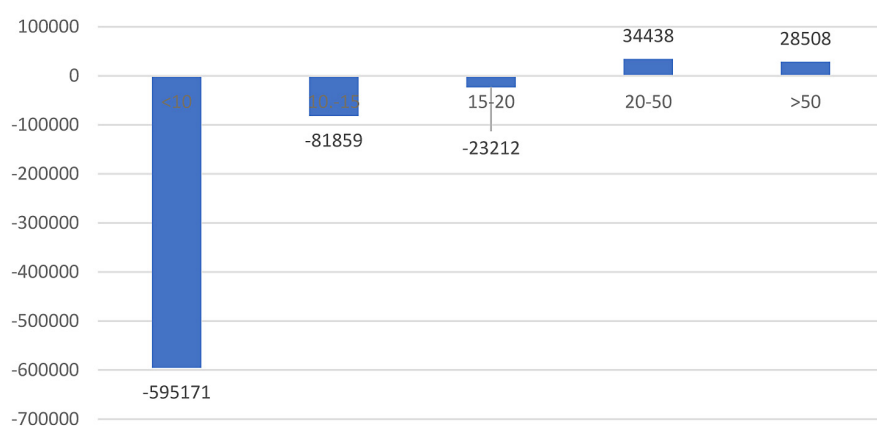
Rys. 1. Użytki rolne (UR) i powierzchnia zasiewów (PZ) w Polsce w latach 1995-2016 wg GUS



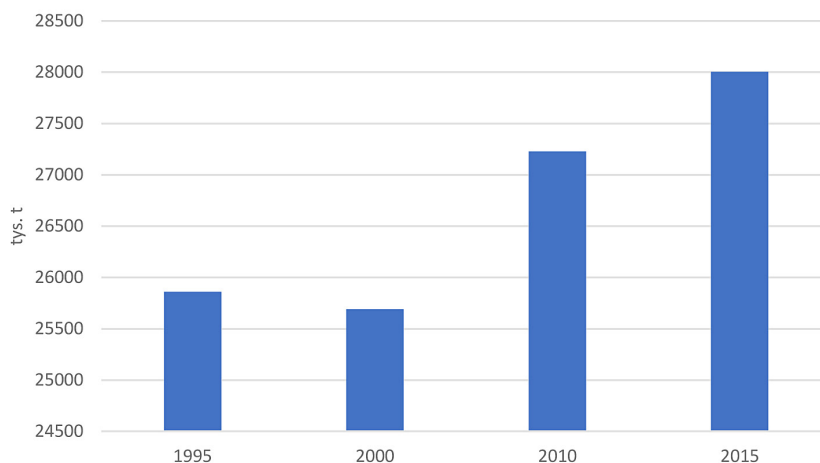
Rys. 2. Liczba gospodarstw rolnych w Polsce wg GUS



Rys. 3. Liczba gospodarstw rolnych wg wielkości w latach 1995-2016 wg GUS



Rys. 4. Zmiany liczby gospodarstw rolnych w Polsce w latach 1995-2016 wg GUS



Rys. 5. Zbiory zbóż w Polsce w latach 1995-2015

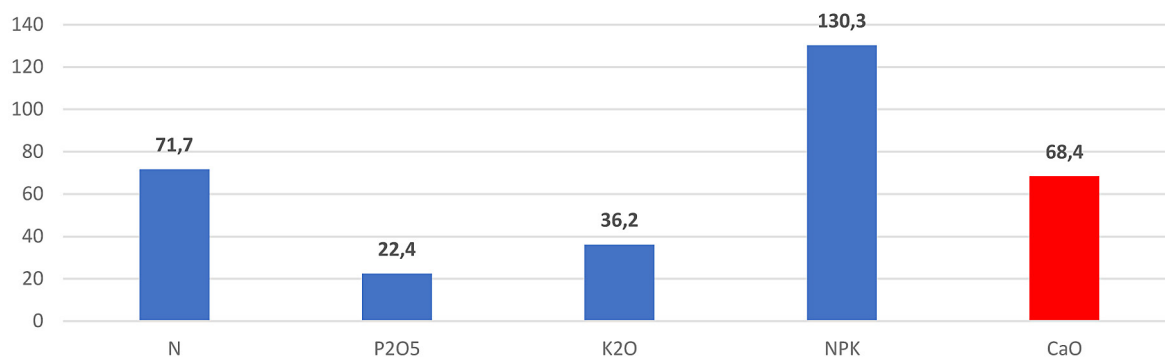
W badaniach agrochemicznych kluczowymi dokumentami wskazującymi główne kierunki prac są regulacje prawne o zasięgu krajowym jak i europejskim. Wśród nich należy wymienić:

- Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. z 2015 r. poz. 625, 1893),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o wspieraniu rozwoju obszarów wiejskich z udziałem

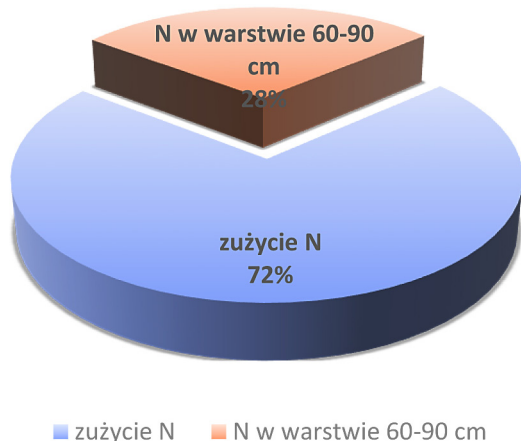
środków Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 (Dz.U. z 2015 r. poz. 349),

- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2017 r. poz. 1566),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 kwietnia 2008 r. w sprawie





Rys. 6. Zużycie nawozów mineralnych w Polsce w kg/ha [GUS, 2017]



Rys. 7. Udział azotu w warstwie gleby 60-90 cm w odniesieniu do zużycia N w nawozach mineralnych

szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania (Dz.U. Nr 80, poz. 479) – w zakresie §5 pkt 7,

- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. Nr 119 poz. 765 z późn. zm.) – w zakresie §3 pkt 1,
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 kwietnia 2015 r. w sprawie danych dotyczących wyników przeprowadzonych analiz (Dz.U. z 2015 r. poz. 676),
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 maja 2015 r. w sprawie laboratoriów urzędowych i referencyjnych oraz zakresu analiz wykonywanych przez te laboratoria (Dz.U. z 2015 r. poz. 795),
- Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 2003/2003 z dnia 13 października 2003 r. w sprawie nawozów (Dz. Urz. UE L 304 z 21.11.2003, str. 1; z późn. zm.) – w zakresie tytułu III, art. 30 i załącznika IV do rozporządzenia.

Uzupełniają je, zwłaszcza w działalności laboratoryjnej, dokumenty normalizacyjne, krajowe i międzynarodowe, instrukcje, programy komputerowe. W doradztwie nawozowym zalecenia, opinie, ekspertyzy formułowane są na podstawie zaleceń nawozowych (opracowywanych przez instytuty resortowe tj. IUNG oraz ITP.) uzupełnione instrukcjami wdrożeniowymi, literaturą fachową, podręcznikami oraz programami komputerowymi. Ważną częścią zaleceń nawozowych są „dobre praktyki” wynikające z Kodeksu dobrej praktyki rolniczej oraz Metodyk integrowanej produkcji roślin zawierające m.in. wymogi nawożenia z uwzględnieniem analiz gleby [<https://piorin.gov.pl>].

Szczególne znaczenie posiadają badania agrochemiczne w obszarach regulowanych prawnie, których podstawę stanowią:

- Rozporządzenie (WE) NR 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. w sprawie nawozów
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2010 r. w sprawie sposobu pakowania nawozów mineralnych, umieszczania informacji o składnikach nawozowych na tych opakowaniach, sposobu badania nawozów mineralnych oraz typów wapna nawozowego
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (w zakresie Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1881/2006 z dn. 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych i aktów zmieniających).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. z 2016 r. poz. 1395).

Te i inne przesłanki nadają badaniom chemiczno-rolniczym szczególnego znaczenia i ugruntowują ich pozycję w różnych obszarach rolnictwa i środowiska, w szczególności stanowią podstawę:

- zarządzania składnikami mineralnymi w rolnictwie,
- decyzji agrotechnicznych,
- planowania efektów produkcyjnych,
- przewidywania i osiągnięcia rezultatów ekonomicznych,
- planowania rozwiązań technicznych i logistycznych,
- oceny ryzyka w produkcji roślinnej,
- oceny oddziaływania produkcji na środowisko,
- naukowych fundamentów doradztwa nawozowego,
- kształtowania polityk regionalnych (program wapnowania gleb województwa śląskiego),
- strategii w przemyśle nawozowym (program Grupy Azoty „Grunt to Wiedza”),
- kształtowania polityki krajowej i polityk UE (ONW, PROW 2014–2020).

## WYNIKI PRAC W ZAKRESIE BADANIA GLEBY REALIZOWANE PRZEZ STACJE CHEMICZNO-ROLNICZE

### Inwentaryzacja gleb pod kątem właściwości fizykochemicznych i chemicznych

Początkowy okres badań agrochemicznych na większą skalę charakteryzował się specyfiką ich wykorzystania. Obejmowały one dwa etapy:

- 1955–1975 badania pH, P, K, Mg – dwie rotacje badań wszystkich gleb użytków rolnych w Polsce,
- 1965–1983 – badania przyswajalnych form mikroelementów w glebach Polski.

Ich zasadniczym celem były wcześniej wspomniane wytyczne dla przemysłu nawozowego, ale miały także charakter poznawczy w zakresie fizykochemicznych i chemicznych właściwości gleb użytków rolnych w Polsce. Wyniki tych badań zawarto w tabelach 4 i 5.

### Badania gleb dla potrzeb doradztwa nawozowego na GO, UZ w uprawach ogrodniczych i sadowniczych (polowych i pod osłonami) po 1975 roku i aktualnie

Współczesne badania gleby na potrzeby doradztwa nawozowego dedykowane są gospodarstwom rolnym w celu ustalenia niezbędnych dawek nawozów w produkcji roślinnej. Ich wyniki, z uwagi na znaczącą liczebność służą także do opracowania map odczynu i zasobności gleby w przyswajalne formy P, K i Mg, które corocznie publikowane są w rocznikach statystycznych GUS. Są tym samym źródłem danych do oceny zmian we właściwościach fizykochemicznych i chemicznych gleb w Polsce, a tym samym mogą być wykorzystywane do kształtowania polityk regionalnych i krajowych. Aktualny stan odczynu i zasobności gleby w przyswajalne formy makro i mikroelementów zawarto w tabeli 6 i na rysunku 8.

**Tabela 4.** Ocena odczynu i zasobności gleby w latach 1955-1975

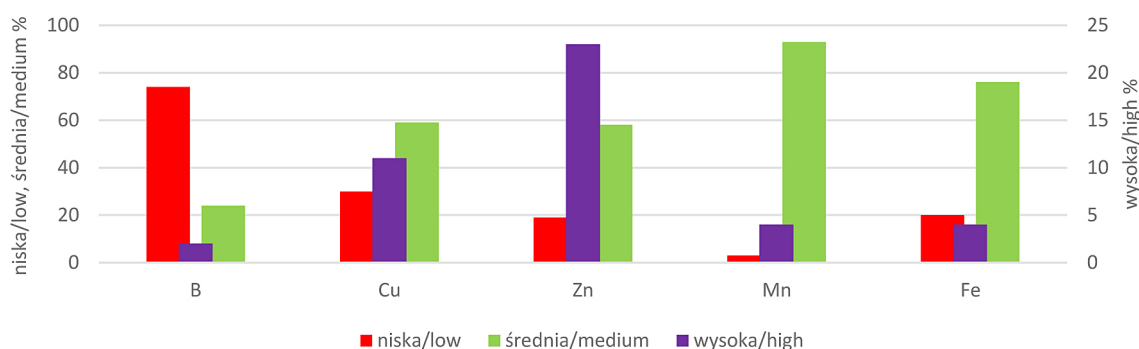
Parametr	Udział gleb w klasach odczynu i zasobności, %		
	bardzo kwaśny i kwaśny/ bardzo niska i niska	lekko kwaśny/ średnia	obojętny i zasadowy/ wysoka i bardzo wysoka
Odczyn	57	25	18
P	52	31	17
K	59	29	12
Mg	38	38	24

**Tabela 5.** Ocena zasobności gleb w przyswajalne formy mikroelementów w latach 1965-1983

Pierwiastek	Udział gleb w klasach zasobności, %		
	Niska	Średnia	Wysoka
B	41	41	18
Mo	44	49	7
Mn	25	14	61
Cu	41	25	34
Zn	9	39	52

**Tabela 6.** Ocena odczynu i zasobności gleby – stan aktualny (2014-2017)

Parametr	Ocena odczynu i zasobności gleby		
	bardzo kwaśny i kwaśny/ bardzo niska i niska	lekko kwaśny/ średnia	obojętny i zasadowy/ wysoka i bardzo wysoka
Odczyn	37	34	29
P	30	26	44
K	38	32	30
Mg	28	29	43



**Rys. 8.** Udział gleb w klasach zasobności w przyswajalne formy mikroelementów w latach 2012-2015

### Badania monitoringowe

#### Zawartość metali ciężkich i siarki

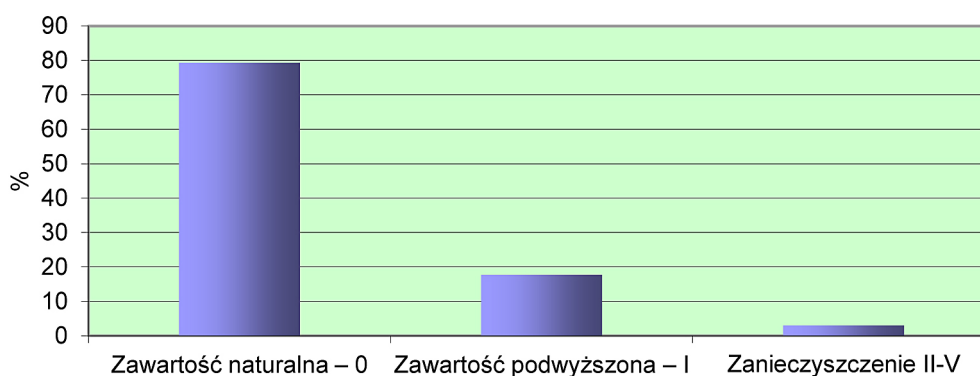
W ostatnim dziesięcioleciu XX wieku, w pracach prowadzonych przez stacje chemiczno-rolnicze na uwagę zasługuje udział w badaniach metali ciężkich i siarki w agroekosystemie Polski. Badania te prowadzone były na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, pod metodycznym nadzorem Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Badaniami objęto obszar całego kraju wykonując oznaczenia zawartości metali ciężkich i siarki w 48.000 punktów. Z 33.000 punktów pobierano do badań także materiał roślinny. Wyniki pozwoliły ustalić stan zanieczyszczenia gleb użytków rolnych metalami ciężkimi i wyznaczyć klasy zagrożeń

tymi pierwiastkami w uprawie roślin. Uzyskane pomiary pozwoliły ocenić faktyczny stan zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi i określić zagrożenia wynikające z tego faktu w produkcji roślinnej (rys. 9).

Efektom tych prac było również określenie zawartości siarki w glebach Polski (tab. 7), stref zagrożeń tym składnikiem, ale również opracowanie liczb granicznych i pierwszych zaleceń w zakresie nawożenia siarką, na podstawie oceny wstępowania jej siarczanowej formy w glebie [Lipiński i in. 2001, Lipiński i in. 2003].

#### Zawartość azotu mineralnego w glebie

Zawartość azotu mineralnego w glebie na głębokości do 90 cm pod powierzchnią terenu przedstawionow tabeli 8 i na rysunku 10.



**Rys. 9.** Udział gleb w klasach zanieczyszczenia wg IUNG



**Tabela 7.** Liczby graniczne i zalecane dawki siarki [Lipiński i in. 2003]

Rośliny i grupy roślin	Zasobność gleb w siarkę				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
	mg S-SO <sub>4</sub> · kg <sup>-1</sup> gleby				
	≤ 5,0	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	> 20,0
	dawka siarki (kg · ha <sup>-1</sup> )				
Zboża, tytoń	20	15	10	-	-
Siano z użytków zielonych i roślin motylkowatych	30	20	15	-	-
Ziemniak	60	50	40	30	-
Kukurydza	80	60	55	50	40
Rzepak	100	90	70	60	50
Burak cukrowy	150	130	110	100	80

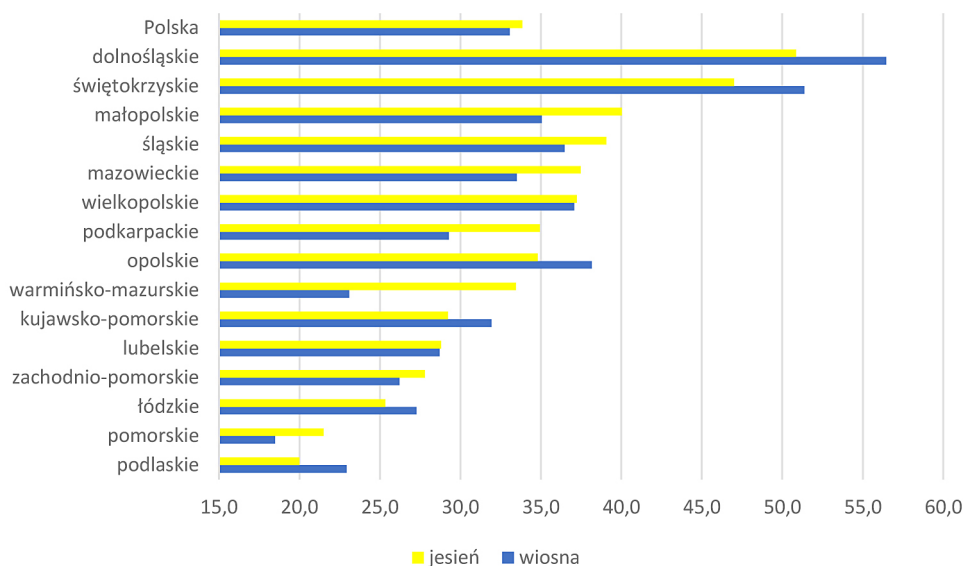
Zmieniające się uwarunkowania w odniesieniu do zagrożeń jakości wód zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego spowodowały konieczność prowadzenia monitoringu azotu mineralnego w glebach użytków rolnych. Obejmują one aktualnie ok. 5000 stałych punktów wytypowanych na terenie kraju, zlokalizowanych na gruntach ornych, i użytkach zielonych, z których pobierane są w dwóch terminach (wczesna wiosna, jesień) próbki gleb z trzech warstw (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm). W ciągu roku badania zawartości azotu wykonywane są w 30000 próbek glebowych.

W blisko 30% lokalizacji pozyskuje się wody celem oznaczenia w nich zawartości azotanów. Wyniki uzupełnione są także badaniami fosforu w glebie jako czynnika eutroficznego.

Wymiernym rezultatem badań monitoringu są wyniki stanowiące podstawę opracowania wskaźników zawartych w obowiązujących w Polsce aktach prawnych (Dz.U. 2018), ale także wytycznych dla praktyki rolniczej [Jadczyzyn i in. 2008, Jadczyzyn, Lipiński 2016, 2017].

**Tabela 8.** Zawartość azotu mineralnego w glebie w latach 2008-2016 [kg/ha]

Pora roku	0-90	Warstwy [cm]		
		0-30	30-60	60-90
Wiosna	151,5	68,7	44,2	38,6
Jesień	168,8	78,9	52,7	37,2

**Rys. 10.** Azot mineralny [kg/ha] w warstwie gleby 60-90 cm

## Badania w celu wyznaczenia obszarów z ograniczeniami naturalnymi w latach 2014–2015

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1305/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFR-RROW) i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1698/2005 pozwoliło na wprowadzenie do obszarów z ograniczeniami naturalnymi (ONW) różnych kryteriów niekorzystnych właściwości gleby w tym jej nadmiernego zakwaszenia. Jako próg określono wartość pH gleby (w wierzchniej warstwie) na poziomie  $\leq 5$  (w wodzie). Uwzględnienie tego kryterium może się przyczynić do utrzymania poziomu delimitacji ONW, pozwalającego na szersze wykorzystanie przez Polskę środków ze wspólnej polityki rolnej. W celu zastosowania tego kryterium, w latach 2014-2015 wykonano ponad 320.000 pomiarów pH w wodzie i KCl na terenie całego kraju (tab. 9).

Innym działaniem prowadzonym w ramach Wspólnej Polityki rolnej jest monitoring gleb w ramach PROW 2014-2020 zgodnie z ustawą z dnia 20 lutego 2015 r. o wspieraniu rozwoju obszarów wiejskich z udziałem środków Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 (Dz.U. z 2015 r. poz. 349) (tab. 9).

## Badania nad wdrożeniem do praktyki metody Mehlich 3

Z prac przeprowadzonych w roku 2013, na podstawie analiz ok. 4000 próbek gleby pobieranych z warstwy ornej, opracowana została procedura oznaczania przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu wg metody Mehlich 3 wraz z nowymi liczbami granicznymi wyznaczonymi dla wymienionych pierwiastków [Kęsik i in. 2014]. Opracowane dla praktyki liczby graniczne zamieszczono w tabeli 10. Mają one już zastosowanie w praktyce, chociaż w dalszym ciągu trwają nad nimi prace doskonalące.

**Tabela 9.** Wykaz parametrów i ich ilościowe zestawienie w ramach badań na potrzeby wyznaczenia obszarów z ograniczeniami naturalnymi i monitoringu gleb w ramach PROW 2014-2020

Właściwości gleb	Lata		
	2014-2015	2016	2017
pH-H <sub>2</sub> O i pH-KCl	160.228	–	3.200
Corg	–	30.000	14.200
Przyswajane formy P, K, Mg	–	30.000	14.200
Całkowita pojemność kationowa	–	–	44.200

**Tabela 10.** Liczby graniczne zawartości form przyswajalnych P, K, Mg wyznaczone dla metody Mehlich 3 [Kęsik i in. 2014]

Odczyn / kategoria agronomiczna gleby	Klasy zasobności gleb				
	bardzo niska	niska	średnia	wysoka	bardzo wysoka
Zawartość fosforu przyswajalnego - P mg·kg <sup>-1</sup> gleby					
bardzo kwaśny	<50	50-110	111-186	187-262	>262
kwaśny	<49	49-103	104-158	159-215	>215
lekko kwaśny	<47	47-99	100-152	153-207	>207
obojętny	<27	27-54	55-75	76-99	>99
zasadowy	<27	27-54	55-75	76-99	>99
Zawartość potasu przyswajalnego - K mg·kg <sup>-1</sup> gleby					
bardzo lekka	<32	32-75	75-119	120-162	>162
lekka	<52	52-99	100-145	146-191	>191
średnia	<98	98-139	140-200	201-241	>241
ciężka	<126	126-174	175-270	270-318	>318
Zawartość magnezu przyswajalnego - Mg mg·kg <sup>-1</sup> gleby					
bardzo lekka	<7	7-21	22-51	52-80	>80
lekka	<31	31-43	44-67	68-93	>93
średnia	<48	48-77	78-106	107-135	>135
ciężka	<69	70-93	94-142	143-191	>191

### Badania w celu wyznaczenia wskaźnika wysycenia gleby fosforem

Równoczesne oznaczenie w wyciągu Mehlicha 3 stężenia fosforu, a także żelaza i glinu pozwala na dodatkowe wyznaczenie wskaźnika określającego stan fosforowy gleby [Kęsik i in. 2014].

Wskaźnik „P-sorption saturation” jest obliczany wg wzoru:

$$P_{sat} = P_{M3} / (Al_{M3} + Fe_{M3})$$

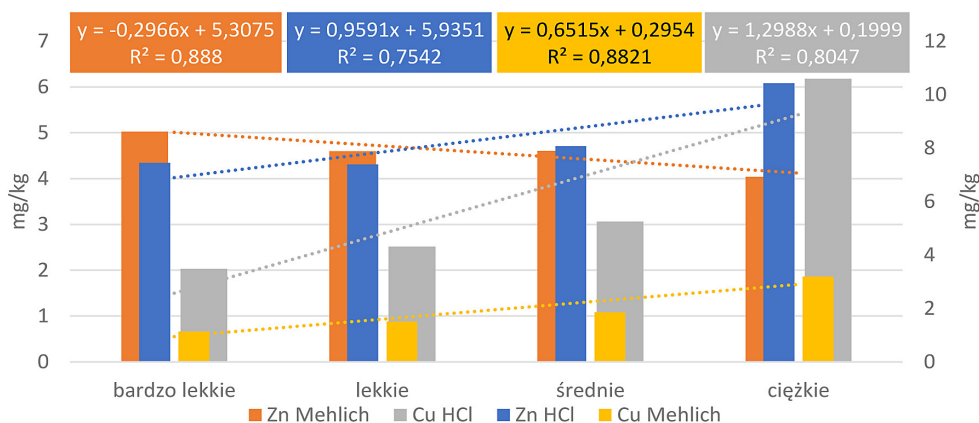
gdzie:  $P_{sat}$  – wskaźnik „P-sorption saturation”,  
 $P_{M3}$  – zawartość P w glebie oznaczoną wg metody Mehlich 3,  
 $Al_{M3}$  – zawartość glinu w glebie oznaczoną wg metody Mehlich 3,  
 $Fe_{M3}$  – zawartość żelaza w glebie oznaczoną wg metody Mehlich 3.

Wskaźnik „P-sorption saturation” charakteryzuje stopień wysycenia gleby (jej zdolności sorpcyjnych). W przypadku ekstremalnego nasycenia gleb tym składnikiem, wskaźnik  $P_{sat}$  może przyjmować wartości powyżej 100%. Już o pod-

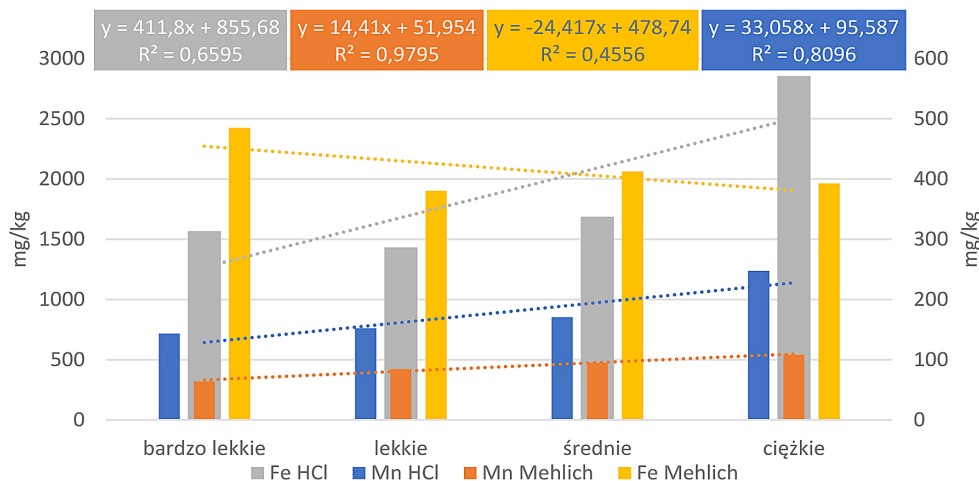
wyższym ryzyku wystąpienia znaczących strat fosforu z gleby do środowiska wodnego świadczy stopień nasycenia gleby na poziomie  $P_{sat}=15\%$ . Trwają prace nad praktycznym wykorzystaniem tego wskaźnika. W przyszłości  $P_{sat}$  może być wykorzystany jako wskaźnik oddziaływania nawożenia fosforem na eutrofizację wód.

### Badania gleby metodą Mehlich 3 w celu dostosowania diagnostyki i wyceny zasobności w mikroelementy

Wybrane wstępne wyniki badań nad zastosowaniem wielopierwiastkowego wyciągu Mehlich 3 przedstawiono na rysunkach 11 i 12. Stanowią one potwierdzenie kontynuacji prac związanych z wdrażaniem tej metody w warunkach Polski, jednak w przypadku mikroelementów, w powiązaniu z weryfikacją opartą o analizy materiału roślinnego. Trzyletnie badania (2016-2018) obejmują ponad 6000 punktów pomiarowych (gleba i roślina) i stanowią będą podstawę opracowania zaleceń dla rolnictwa.



Rys. 11. Zawartość Zn i Cu [mg/kg] w zależności od udziału w glebie cząstek o wymiarach 0,02 mm



Rys. 12. Zawartość Mn i Fe [mg/kg] w zależności od udziału w glebie cząstek o wymiarach 0,02 mm

## PODSUMOWANIE

Współczesna rola badań agrochemicznych wynika z polityk i strategii regionalnych, krajowych i międzynarodowych. Ich charakter znajduje często przełożenie na regulacje prawne. Ma to najczęściej związek z zadaniami rozwoju zrównoważonego i wynikającymi z tego tytułu działaniami zmniejszającymi presję działalności rolniczej na środowisko w połączeniu z racjonalną gospodarką surowcami, a tym samym z wyzwaniem w zakresie produkcji żywności o wysokich walorach jakościowych.

Funkcja badań agrochemicznych stanowi podstawę zrównoważonego gospodarowania składnikami mineralnymi na poziomie pola, całego gospodarstwa rolnego oraz na poziomie krajowym czy międzynarodowym, czego przykładem może być wykorzystywanie wyników badań w ocenie skuteczności wspólnej polityki rolnej UE.

Badania agrochemiczne mogą być także niezwykle istotnym narzędziem w zarządzaniu ryzykiem na poziomie gospodarstwa rolnego i tym samym mogą decydować o działaniach w zakresie zapobiegania ryzykom.

## LITERATURA

1. Fotyma M., Kęsik K., Lipiński W., Filipiak K., Purchała L.: 2015. Testy glebowe jako podstawa doradztwa nawozowego. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 42(16), 9-52.
2. Jurga B.: 2015. Indeks fosforowy jako narzędzie do szacowania ryzyka strat fosforu do wód (przegląd piśmiennictwa). *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 42(16), 91-112.
3. Jadczyzsyn T., Kowalczyk J., Lipiński W.: 2008. Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. Instrukcja upowszechnieniowa nr 151. IUNG-PIB, ss. 24.
4. Jadczyzsyn T., Lipiński W.: 2016. Optymalizacja nawożenia azotem przy pomocy testu  $N_{min}$ . *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 48(2), 9-17.
5. Jadczyzsyn T., Lipiński W.: 2017. Praktyczne wykorzystanie testu  $N_{min}$  w doradztwie nawozowym. Materiały szkoleniowe IUNG-PIB, 107, 1-17.
6. Kęsik K., Lipiński W., Jadczyzsyn T., Boreczek B., Janda B., Sumorek-Gołabek A., Kocoń A., Ochal P., Pikula D., Bochniarz A.: 2014. Liczby graniczne oraz procedura badawcza oznaczania metodą Mehlich 3 ruchomych form fosforu, potasu i magnezu w glebach mineralnych. Instrukcja wdrożeniowa nr 230, ss. 28.
7. Komisja Europejska. 2010. EUROPA 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. KOMUNIKAT KOMISJI, <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PL:PDF>, ss. 37.
8. Lipiński W.: 2000. Odczyn i zasobność gleb w świetle badań stacji chemiczno-rolniczych. *Nawozy i Nawożenie*, PTN-CIEC, Nr 3(4), 3a/2000, 89-104.
9. Lipiński W.: 2005. Pięćdziesiąt lat działalności stacji chemiczno-rolniczych w Polsce. *Nawozy i Nawożenie*, 2(23), 7-25.
10. Lipiński W.: 2006. Zadania i metody pracy stacji chemiczno-rolniczych w Polsce. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 1, 11-16.
11. Lipiński W.: 2016. Ocena zasobności gleb Polski w mikroelementy. *Zeszyty Naukowe UP we Wrocławiu, Rolnictwo*, 621, 49-58.
12. Lipiński W., Motowicka-Terelak T., Terelak H.: 2001. Sulphur concentration in the agricultural soils of the Lublin region and Poland. *Acta Agrophysica*, 52, 161-165.
13. Lipiński W., Terelak H., Stuczyński T.: 2001. Concentration of heavy metals in agricultural soils of the Lublin region and Poland. *Acta Agrophysica*, 51, 243-253.
14. Lipiński W., Terelak H., Motowicka-Terelak T.: 2003. Propozycja liczb granicznych zawartości siarki siarczanowej w glebach mineralnych na potrzeby doradztwa nawozowego. *Rocz. Glebozn. LIV*, 3, 79-84.
15. <https://piorin.gov.pl/publikacje/metodyki-ip/#>
16. [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)