

**Tamara Jadczyzyn, Piotr Ochal**

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

## ZAKWASZENIE GLEB I POTRZEBY WAPNOWANIA\*

**Słowa kluczowe:** aktualny stan zakwaszenia gleb, potrzeby wapnowania, zużycie nawozów wapniowych

### Wstęp

Jednym z najważniejszych czynników limitujących produkcję roślinną w Polsce jest duże zakwaszenie gleb (3, 6, 14). Przyczyniają się do niego zarówno warunki klimatyczno-glebowe, jak i działalność człowieka. Większość obszaru kraju zajmują gleby wytworzone z kwaśnych skał osadowych, z których intensywnie następowało wymywanie kationów o charakterze zasadowym. Do tych procesów przyczyniają się opady, zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym. Spadek odczynu gleby następuje także w wyniku stosowania nawozów azotowych oraz odprowadzania z plonem kationów zasadowych (1-5, 9-11, 14). Wielu naukowców twierdzi, że procesy glebowe zachodzące w środowisku naturalnym nie prowadzą do degradacji chemicznej gleb. Degradacja chemiczna gleb, której pierwotną przyczyną jest zakwaszenie występuje natomiast wtedy gdy oddziaływanie czynników naturalnych zostanie wsparte czynnikami antropogenicznymi.

Oceną stanu zakwaszenia gleb w Polsce na skalę masową już od ponad 50 lat zajmują się okręgowe stacje chemiczno-rolnicze. Początkowa działalność stacji przypadająca na lata 1955-1975 miała charakter inwentaryzacyjny. W latach 1955-1968 przebadano w Polsce, w zakresie odczynu i zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu oraz magnezu wszystkie gleby użytkowane rolniczo (12). Wyniki tych badań przekazywane były w formie map bezpośrednio gospodarstwom państwowym, spółdzielczym oraz jednostkom administracji terenowej z zadaniem upowszechniania ich wśród rolników. Po roku 1975 zaprzestano systematycznych badań masowych na rzecz badań w gospodarstwach, które zlecały badania agrochemiczne gleb. Pozytywnym aspektem tej zmiany było lepsze wykorzystanie wyników chemicznej analizy gleby przez gospodarstwa zlecające analizy.

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB

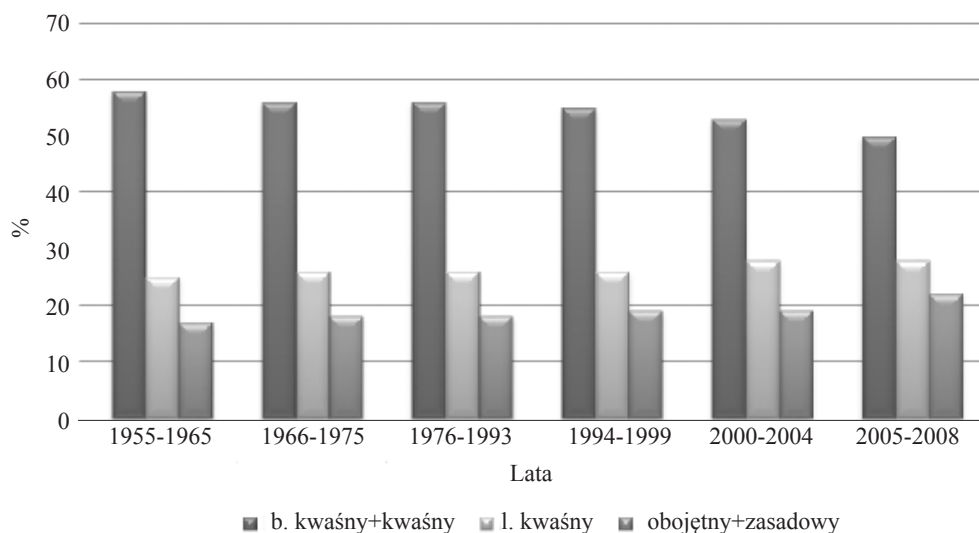
Przedmiotem opracowania jest ocena aktualnego stanu zakwaszenia gleb, potrzeb wapnowania i zużycia nawozów wapniowych w ujęciu regionalnym. W ramach pracy dokonano również porównania stanu zakwaszenia gleb w Polsce w ujęciu historycznym.

### Odczyn gleby

W Polsce zakwaszenie gleb jest od kilkudziesięcioleci jednym z głównych problemów rolnictwa. Zgodnie z indeksem żyzności gleby czynnik ten w największym stopniu ogranicza produkcję rolniczą. Odczyn gleby jest podstawowym czynnikiem wpływającym na efektywne wykorzystywanie przez rośliny składników pokarmowych.

W Polsce do celów doradztwa nawozowego przyjęto oznaczanie odczynu w roztworze 1 mol KCl·dm<sup>-3</sup>. Na podstawie wartości pH w KCl, gleby dzieli się na 5 grup: bardzo kwaśne pH < 4,5, kwaśne pH 4,6-5,5, lekko kwaśne pH 5,6-6,5, obojętne pH 6,6-7,2 i zasadowe > 7,2 (18).

Z zestawień wyników badań stacyjnych z lat 1955-2004 (12, 13) i 2005-2008 (16) wynika, że procentowy udział próbek gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych ulega powolnemu, ale systematycznemu zmniejszeniu z 58% w latach pięćdziesiątych do 50% w chwili obecnej. Nieznacznie, o kilka procent wzrósł procentowy udział próbek w klasach odczynu lekko kwaśnego i obojętnego. Zależności te przedstawiono na rys. 1.



Rysunek 1. Zestawienie zmian odczynu pH gleb w latach 1955-2008

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Lipiński, (12, 13), Ochal, 2011 (16).

Poprawa odczynu gleby w okresie ponad 50 lat jest niewielka, i zwłaszcza w ostatnim okresie prawdopodobnie wynika ze zmiany podejścia do badań agrochemicznych z inwentaryzacyjnego (cały obszar kraju) na usługowy (lepsze gospodarstwa).

### **Aktualny stan zakwaszenia gleb**

Ocenę aktualnego stanu zakwaszenia gleb w ujęciu przestrzennym dla województw dokonano na podstawie wyników badań właściwości agrochemicznych gleb gruntów ornych w Polsce przeprowadzonych przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze w latach 2005-2008. Baza obejmuje dane liczbowe dla odczynu ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ), zawartości przyswajalnych form fosforu ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), potasu ( $\text{K}_2\text{O}$ ) i magnezu (Mg) oraz dane jakościowe dla kategorii agronomicznych gleb. Do obliczeń wykorzystano 957 551 obserwacji z bazy danych zawierającej 974 624 rekordów. Szczegółowy sposób przygotowania zbioru danych do obliczeń znajduje się w pracy O c h a l a (16).

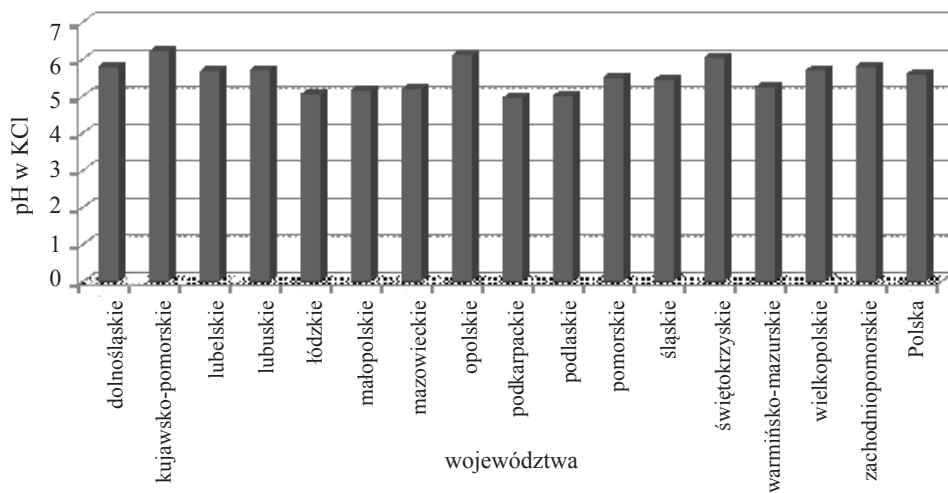
W tab. 1 przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie procentowego udziału próbek gleb w poszczególnych klasach odczynu. Udział tych gleb decyduje o zapotrzebowaniu na nawozy wapniowe w poszczególnych województwach. Próbkę gleb o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym stanowiły w kraju około 50%, gleb o odczynie lekko kwaśnym 28% i gleb o odczynie obojętnym i zasadowym około 22%. Gleby najsilniej zakwaszone występują w województwach: podkarpackim, podlaskim, łódzkim, warmińsko-mazurskim, mazowieckim i małopolskim. Najmniej takich gleb występuje w województwach opolskim i kujawsko-pomorskim. Najwięcej gleb o odczynie obojętnym i zasadowym występuje w województwach kujawsko-pomorskim i świętokrzyskim.

Na rysunku 2 przedstawiono wartości przeciętne (mediany) dla pH w KCl. Z przeprowadzonej analizy wynika, że wartości analizowanych cech gleby były znacznie zróżnicowane pomiędzy województwami. Większe niż w kraju przeciętne wartości odczynu stwierdzono w województwach dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, lubuskim, opolskim, świętokrzyskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim. Wartość mediany dla Polski oscyluje na granicy odczynu kwaśnego i lekko kwaśnego.

Przestrzenne zróżnicowanie udziału próbek w klasach odczynu w województwach.

Województwa	Udział próbek w klasach odczynu (%)				
	b. kwaśny	kwaśny	l. kwaśny	obojętny	zasadowy
Dolnośląskie	14,3	28,7	33,9	14,2	9,0
Kujawsko-pomorskie	10,2	21,2	28,0	23,3	17,4
Lubelskie	21,1	26,3	23,4	14,5	14,8
Lubuskie	12,6	32,9	37,9	11,8	4,9
Łódzkie	32,1	33,3	21,7	9,1	3,7
Małopolskie	31,3	28,6	20,9	14,6	4,6
Mazowieckie	31,2	29,1	22,0	12,9	4,8
Opolskie	6,0	22,7	45,6	19,5	6,1
Podkarpackie	36,3	30,5	19,3	11,4	2,5
Podlaskie	31,7	34,8	21,3	10,1	2,2
Pomorskie	16,8	34,4	29,1	17,8	1,9
Śląskie	23,1	30,7	32,0	11,2	3,0
Świętokrzyskie	19,0	21,8	21,0	20,1	18,1
Warmińsko-mazurskie	22,1	39,3	25,5	11,1	2,0
Wielkopolskie	15,8	28,3	30,9	14,1	10,8
Zachodniopomorskie	11,7	30,9	29,9	16,2	11,3
Polska	20,2	29,4	28,0	14,7	7,7

Źródło: Ochal, 2011 (16).

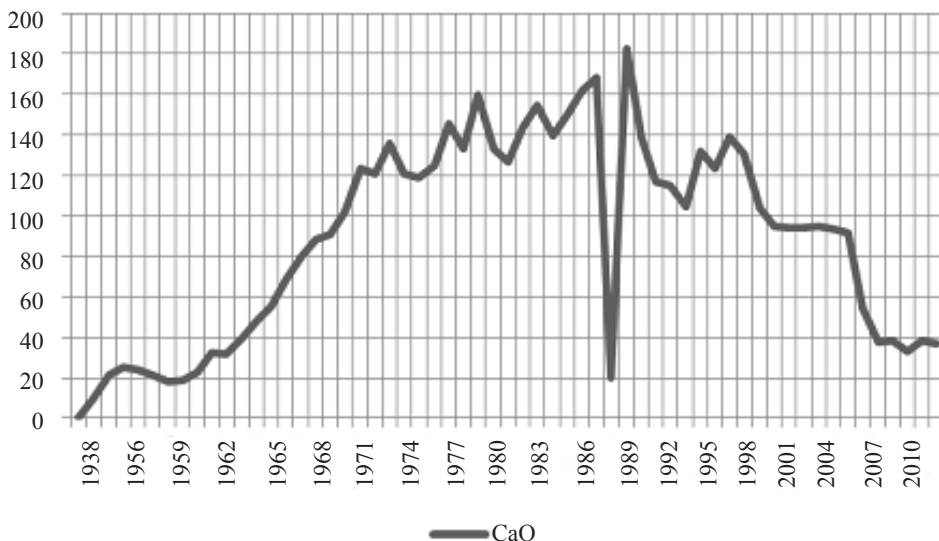


Rysunek 2. Przeciętne wartości pH dla województw

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych OSChR.

### Zużycie nawozów wapniowych w Polsce

Bardzo istotnym elementem zrównoważonego systemu nawożenia jest odczyn gleby warunkowany w znacznej mierze zabiegiem wapnowania. Rośliny uprawiane na glebach kwaśnych dają niskie plony o słabej jakości. Zużycie nawozów wapniowych nawet w najlepszym okresie lat 70. i 80. było mniejsze od zapotrzebowania, a w os-tatnich latach uległo obniżeniu do niemal symbolicznego  $36,8 \text{ kg CaO} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  (7). Tak małe zużycie nawozów nie jest w stanie pokryć strat wapnia wynoszonego z plonem roślin i wymywanego w głąb profilu gleby. Analiza danych GUS wskazuje, że zużycie nawozów wapniowych (CaO) w chwili obecnej jest niemal 5-krotnie niższe niż na początku lat 90. ubiegłego stulecia, w tym okresie zużywano najwięcej wapna w historii polskiego rolnictwa (rys. 3).



Rysunek 3. Zużycie wapna nawozowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (7).

Zużycie nawozów wapniowych w Polsce jest zróżnicowane regionalnie (rys. 4), co wiąże się przede wszystkim z intensywnością produkcji rolniczej. Największe zużycie wapna nawozowego w ostatnich latach odnotowano w województwie opolskim, zachodniopomorskim kujawsko-pomorskim i dolnośląskim. Natomiast najmniej wapna nawozowego zużywano w województwach: świętokrzyskim małopolskim, podlaskim, podkarpackim i mazowieckim. Niestety, tak niskie zużycie wapna pokrywa się z województwami w których udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych wynosi ponad 60% i nie ma żadnych przesłanek, że sytuacja ta w najbliższym czasie ulegnie wyraźnej poprawie. Przy tak drastycznie niskim poziomie zużycia nawozów wapniowych możliwe jest, że w przyszłości udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych będzie się systematycz-

nie zwiększał. Nie pozostanie to z pewnością bez wpływu na ilość i jakość produkowanej żywności i pasz. Utrzymująca się tendencja spadkowa w zużyciu nawozów wapniowych może doprowadzić do dalszej degradacji gleb pod względem odczynu. Jedynym sposobem zapobieżenia temu zjawisku jest wapnowanie gleb.



Rysunek 4. Zużycie wapna nawozowego w roku gospodarczym 2010/2011 (kg·ha<sup>-1</sup> UR)  
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS (7).

### Zapotrzebowanie na wapno nawozowe

W celu wyznaczenia zapotrzebowania na wapno nawozowe wykorzystano wyniki analiz próbek glebowych wykonywanych usługowo przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze. W każdym województwie określono liczebność próbek danej kategorii agronomicznej w poszczególnych przedziałach odczynu. Uwzględniając powierzchnię gruntów ornych w województwach w roku 2012 i zakładając, że każda próbka dostarczona do badań reprezentuje przeciętnie taki sam areal, obliczono powierzchnię gleb poszczególnych kategorii agronomicznych w określonych przedziałach odczynu. Sumując odpowiednie powierzchnie w województwach wyznaczono powierzchnie gruntów ornych w przedziałach odczynu w skali całego kraju (tab. 2).

Tabela 2

Powierzchnia gleb gruntów orných w przedziałach odczynu w Polsce (tys. ha)

Kategoria agronomiczna gleby	pHKCl						Razem
	<4,5	4,5-5,1	5,2- 5,6	5,7-6,1	6,2-6,6	>6,6	
Bardzo lekkie	258	172	84	61	45	65	685
Lekkie	1240	1294	829	715	573	922	5573
Średnie	866	1180	883	863	807	1353	5951
Ciężkie	171	256	234	280	284	456	1681
Razem	2535	2903	2030	1919	1709	2796	13891

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS i OSChR.

Optymalny odczyn (pH) zależy od kategorii agronomicznej i wynosi: 5,1 dla gleb bardzo lekkich, 5,6 dla gleb lekkich, 6,1 dla gleb średnich i 6,6 dla gleb ciężkich. Gleby, których odczyn jest niższy od optymalnego wymagają wapnowania. Dawki wapna niezbędne dla doprowadzenia odczynu do poziomu optymalnego przedstawiono w tabeli 3, a w tabeli 4 – minimalne dawki wapna, które pozwolą podnieść odczyn gleb do poziomu pH 5,1.

Tabela 3

Zalecane dawki wapna nawozowego (Mg CaO·ha<sup>-1</sup>)

Kategoria agronomiczna gleby	pH				
	<4,5	4,5-5,1	5,2- 5,6	5,7-6,1	6,2-6,6
Bardzo lekkie	2,5	1	-	-	-
Lekkie	5	3	1	-	-
Średnie	6	4	2	1	-
Ciężkie	6	5	3	1,5	1

Źródło: obliczenia własne wg zaleceń IUNG.

Tabela 4

Minimalne dawki wapna (Mg CaO·ha<sup>-1</sup>)

Kategoria agronomiczna gleby	pH	
	<4,5	4,5-5,1
Bardzo lekkie	2,8	1
Lekkie	3	1,5
Średnie	3,5	2
Ciężkie	5,5	2,5

Źródło: obliczenia własne wg zaleceń IUNG.

Zapotrzebowanie na wapno nawozowe w wariacie optymalnym wynosi ok. 29 mln Mg CaO, a w wariacie minimalnym – ok. 10 mln Mg CaO. W skali kraju na jeden cykl wapnowania tj. 5 lat. Zapotrzebowanie roczne wynosi odpowiednio

4,6 mln i 2 mln Mg CaO. Według O c h a l a (17) minimalna ilość wapna niezbędna dla przeprowadzenia regeneracyjnego wapnowania gleb, rozumianego jako zabieg wapnowania podnoszący odczyn gleb o pH niższym niż 4,8 do poziomu co najmniej 5,0, wynosi ok. 8 mln Mg CaO.

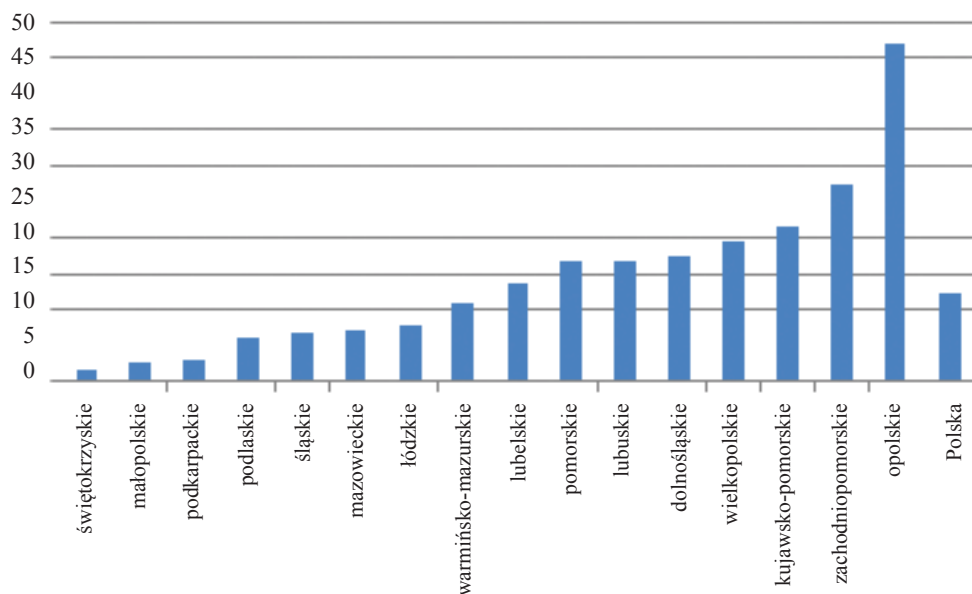
Uwzględniając aktualne powierzchnie gruntów ornych i udział gleb w przedziałach odczynu obliczono także zapotrzebowanie na wapno w poszczególnych województwach (tab. 5). Zużycie wapna nawozowego w roku gospodarczym 2010/2011 wg danych GUS w stosunku do obliczonego zapotrzebowania na wapno w wariantcie optymalnym w większości województw nie przekracza kilkunastu procent. Największe pokrycie potrzeb stwierdza się w województwie opolskim – 47% i zachodniopomorskim – 27%; w skali całego kraju jest to ok. 12%. W stosunku do zapotrzebowania minimalnego przeciętne w kraju zużycie wapna nawozowego wynosi ok. 27%.

Tabela 5

Aktualne zapotrzebowanie i zużycie wapna nawozowego (Mg CaO-rok<sup>-1</sup>)

Województwo	Zapotrzebowanie		Zużycie
	wariant optymalny	wariant minimalny	
Dolnośląskie	296902	106577	52021
Kujawsko-pomorskie	296902	69976	63748
Lubelskie	429327	187462	58545
Lubuskie	93339	36611	15743
Łódzkie	376180	205430	28888
Małopolskie	331362	175761	8639
Mazowieckie	679124	348054	49191
Opolskie	113360	26180	53341
Podkarpackie	301443	154363	8856
Podlaskie	250683	150090	15376
Pomorskie	216554	82634	36300
Śląskie	190225	83974	13073
Świętokrzyskie	150975	70905	2246
Warmińsko-mazurskie	349753	140718	38159
Wielkopolskie	371758	168221	72973
Zachodniopomorskie	187402	72202	51187
Polska	4635290	2079158	568283

Źródło: obliczenia własne i dane GUS.



Rysunek 5. Aktualne zużycie wapna w stosunku do zapotrzebowania wg wariantu optymalnego (%)  
 Źródło: obliczenia własne i dane GUS.

W zależności od przyjętych założeń wyniki obliczeń zapotrzebowania na nawozy wapniowe wykonanych przez różnych autorów (5, 8, 15) mogą różnić się znacząco, niemniej jednak wszystkie jednoznacznie potwierdzają ogromne potrzeby w tym zakresie.

### Podsumowanie

Poważnym problemem polskiego rolnictwa jest zakwaszenie gleb. Wynika ono po części z uwarunkowań naturalnych, a po części jest skutkiem oddziaływania czynników antropogenicznych. Od wielu lat udział gleb pilnie wymagających wapnowania stanowi ok. 50% gleb użytkowanych rolniczo. Największym udziałem gleb zakwaszonych wyróżniają się województwa: podkarpackie, podlaskie, łódzkie, warmińsko-mazurskie, mazowieckie i małopolskie. Najmniej takich gleb występuje w województwach opolskim i kujawsko-pomorskim. Szacuje się, że dla poprawy odczynu gleb bardzo kwaśnych konieczne jest zastosowanie ok. 10 mln Mg CaO, natomiast w celu doprowadzenia wszystkich gleb do poziomu optymalnego konieczne byłoby trzykrotnie większe zużycie wapna nawozowego.

## Literatura

1. Bednarek W., Lipiński W.: Kationy wymienne w glebie poddanej oddziaływaniu zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1998, **456**: 147-151.
2. Dechnik I.: Wpływ nawożenia na właściwości gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1987, **324**: 81-106.
3. Filipek T.: Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. Nawozy i Nawożenie, 2001, **8**: 5-26.
4. Filipek T.: Dynamika antropogenicznych przyczyn zakwaszenia gleb w Polsce w ostatnich latach. Nawozy i Nawożenie, 2005, **23**: 67-83.
5. Filipek T., Fotyma M., Lipiński W.: Stan, przyczyny i skutki zakwaszenia gleb ornych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 2006, **27**: 7-38.
6. Grzebisz W., Diatta J. B., Szczepaniak W.: Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb gruntów ornych. Nawozy i Nawożenie, 2006, **27**: 69-85.
7. GUS: Roczniki statystyczne rolnictwa. Warszawa
8. Jadczyzyn T., Ocena zrównoważenia gospodarki nawozowej w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2012, **29**: 135-142.
9. Kaniuczak J.: The effect of various systems of mineral fertilization on the acidification of brown soilformed from loes. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1994, **413**: 173-178.
10. Goulding K. W. T., Blake L.: Soil acidification and the mobilisation of toxic metals caused by acid deposition and fertiliser application. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1998, **456**: 19-27.
11. Kuszelewski L., Łabętowicz J.: Skutki niezrównoważonego nawożenia mineralnego w świetle trwałego doświadczenia polowego. Roczn. Gleb., 1991, **XLII**, **3/4**: 9-7
12. Lipiński W.: Odczyn i zasobność gleb w świetle badań stacji chemiczno - rolniczych. Nawozy i Nawożenie, 2000, **3**: 89-105.
13. Lipiński W.: Pięćdziesiąt lat działalności stacji chemiczno rolniczych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 2005, **23**: 7-25.
14. Lipiński W.: Odczyn gleb Polski. Nawozy i Nawożenie, 2005, **23**: 33-40.
15. Materiały konferencyjne: Wapnowanie gleb – wyzwanie dla Polskiej gospodarki. Puławy, 26 września 2012.
16. Ochal P.: Wykorzystanie syntetycznego wskaźnika do oceny stanu agrochemicznego gleb w Polsce. Praca doktorska (maszynopis) IUNG-PIB, Puławy, 2011.
17. Ochal P.: Regeneracyjne wapnowanie gleb w Polsce. Instrukcja upowszechnieniowa nr 198 IUNG-PIB, Puławy, 2012
18. PN-ISO 10390: 1997: Jakość gleby - oznaczanie pH.

---

Adres do korespondencji:

*dr Tamara Jadczyzyn*  
*Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. 81 886 32 24 w. 225*  
*e-mail: tj@iung.pulawy.pl*