

**Tamara Jadczyszyn**

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

## OCENA ZRÓWNOWAŻENIA GOSPODARKI NAWOZOWEJ W POLSCE\*

**Wstęp**

Gospodarka nawozowa w zrównoważonym systemie produkcji ma na celu zaspokojenie potrzeb pokarmowych roślin uprawnych oraz podtrzymanie lub poprawę żyzności gleb. Umiejętne wykorzystanie zasobów siedliska pozwala uzyskiwać dobre wyniki produkcyjne przy możliwie najmniejszym zużyciu nawozów mineralnych. Przy tym gospodarka zrównoważona nie może prowadzić do nadmiernej eksploatacji środowiska glebowego. Potrzeby pokarmowe roślin są zróżnicowane pomiędzy gatunkami, a w obrębie gatunku zależą od poziomu uzyskiwanych plonów. Rośliny mogą częściowo zaspokajać swoje potrzeby pokarmowe pobierając składniki nagromadzone w glebie. Stopień pokrycia zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe zależy od zasobności gleby. Niedobór składników powinien być uzupełniany przez nawożenie. Na glebach średnio zasobnych nawożenie powinno rekompensować ubytek składników pobranych z plonami roślin, co pozwala zregenerować zasoby glebowe. Większe dawki nawozów na glebach mało zasobnych, stosowane regularnie w dłuższej perspektywie czasu, powinny powodować stopniowe zwiększanie zasobów glebowych. Takie są założenia doradztwa nawozowego w odniesieniu do składników pokarmowych, które nie podlegają stratom w czasie pomiędzy kolejnymi okresami wegetacyjnymi. Do nich należą fosfor, potas i magnez. W przypadku azotu, składnika podatnego na straty z gleby, zrównoważone nawożenie ma na celu pokrycie potrzeb pokarmowych roślin przy maksymalnym wykorzystaniu tego składnika z nawozów i minimum pozostałości w glebie po sprzęcie roślin. Założenia zrównoważonego nawożenia w skali pola produkcyjnego i gospodarstwa były już wielokrotnie wcześniej prezentowane (3, 4, 5). W tym opracowaniu dokonano analizy zrównoważenia gospodarki nawozowej w skali kraju.

**Wapnowanie gleb**

Odczyn gleby jest czynnikiem decydującym o całym spektrum jej właściwości fizykochemicznych oddziałujących na wzrost i plonowanie roślin. Do nich należą: prawidłowa struktura gleby, a więc stosunki powietrzno-wodne, pojemność sorpcyjna,

---

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

czyli zdolność zatrzymywania i uwalniania składników mineralnych oraz właściwości buforowe gleby. Wszystkie te elementy tworzą właściwe środowisko dla wzrostu roślin i decydują o efektywności wykorzystania przez nie składników pokarmowych. Regulacja odczynu gleb jest zatem podstawowym warunkiem zrównoważonego nawożenia. Rośliny wzrastające w sprzyjających warunkach mogą efektywnie wykorzystać składniki pokarmowe z nawozów dla wytworzenia plonu. W warunkach ograniczających wzrost roślin, pobieranie składników lub ich przetwarzanie na plon jest hamowane. Rośliny różnią się tolerancją na niski odczyn gleb. Z tego względu na glebach lżejszych, łatwiej ulegających zakwaszeniu, uprawiane są zazwyczaj gatunki roślin mniej wrażliwe, takie jak żyto, owies, ziemniaki i łubin. Natomiast gatunki bardziej wrażliwe, jak pszenica, jęczmień i buraki uprawiane są na glebach cięższych, mniej podatnych na procesy zakwaszania. Mając powyższe na względzie przyjęto zróżnicowane poziomy pH optymalnego dla poszczególnych kategorii agronomicznych gleb, przy których wapnowanie jest zbędne (tab.1). Dla gleb bardzo lekkich jest to wartość pH powyżej 5,6, dla gleb lekkich – 6,0, dla średnich – 6,6, a dla ciężkich – 7,0.

Tabela 1

Potrzeby wapnowania gleb mineralnych na gruntach ornych

Ocena potrzeb wapnowania	Kategoria agronomiczna gleb – pH <sub>KCl</sub>			
	b. lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
Konieczne	do 4,0	do 4,5	do 5,0	do 5,5
Potrzebne	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
Wskazane	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
Ograniczone	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0
Zbędne	od 5,6	od 6,1	od 6,6	od 7,1

Źródło: Zalecenia nawozowe. IUNG, 1990 (8)

Analizy wykonane przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze w latach 2005-2008 pokazują, że wapnowania wymaga ok. 70% gleb bardzo lekkich, 78% lekkich, 76% średnich i 90% ciężkich (tab. 2). W populacji badanych próbek gleby bardzo lekkie stanowiły niespełna 4%, gleby lekkie blisko 40%, średnie – 43%, a ciężkie prawie 14%. Uwzględniając powierzchnię użytków rolnych w dobrej kulturze, która w Polsce wynosi aktualnie ok. 14603 tys. ha (2) i wartości z tabeli 2, obliczono prawdopodobne powierzchnie użytków rolnych w poszczególnych kategoriach agronomicznych gleb i przedziałach odczynu (tab. 3).

Tabela 2

Stan zakwaszenia gleb zaliczanych do różnych kategorii agronomicznych

Kategoria agronomiczna gleb	Próbki gleby według klas odczynu (%)					Ogółem próbki w kategorii gleb (%)
	b. kwaśny pH<4,5	kwaśny pH 4,6 – 5,5	l. kwaśny pH 5,6 – 6,5	obojętny pH 6,6 – 7,2	zasadowy pH> 7,3	
B. lekkie	39,4	30,1	18,0	7,90	4,6	3,9
Lekkie	24,0	31,5	25,0	12,2	7,3	39,3
Średnie	18,1	29,1	28,8	16,3	7,7	43,1
Ciężkie	10,5	24,1	36,8	19,1	9,5	13,7
Ogółem	20,2	29,4	28,0	14,7	7,7	100,0

Źródło: Ochal, 2011 (7)

Tabela 3

Powierzchnia użytków rolnych w Polsce według przedziałów odczynu gleby (tys. ha)

Kategoria agronomiczna gleb	Powierzchnia użytków rolnych w dobrej kulturze w klasach odczynu					Ogółem tys. ha
	b. kwaśny <4,5	kwaśny 4,6 – 5,5	l. kwaśny 5,6 – 6,5	obojętny 6,6 – 7,2	zasadowy > 7,3	
B. lekkie	223	171	102	45	26	567
Lekkie	1378	1809	1436	699	422	5744
Średnie	1139	1832	1817	1028	483	6299
Ciężkie	210	480	734	380	189	1993
Ogółem	2950	4292	4089	2152	1120	14603

Źródło: obliczenia własne

Następnie obliczono zapotrzebowanie na wapno nawozowe według dwu wariantów: minimalnego i optymalnego. Pierwszy z nich zakłada, że na wszystkich glebach kwaśnych i bardzo kwaśnych zastosowana będzie dawka równa 1 t CaO na 1 ha, która pozwoli podnieść odczyn gleb o 0,5 jednostki pH. Drugi wariant zakłada zastosowanie dawek wapna zalecanych dla zwiększenia odczynu do poziomu optymalnego dla większości roślin uprawnych tj. pH 5,6 (tab. 4).

Tabela 4

Dawki wapna na gruntach ornych (t CaO · ha<sup>-1</sup>)

Kategoria gleby	Odczyn gleby	
	bardzo kwaśny pH < 4,5	kwaśny pH 4,6-5,5
Bardzo lekka	3,0	1,0
Lekka	3,5	1,5
Średnia	5,5	2,0
Ciężka	6,0	3,0

Źródło: obliczenia własne

Zapotrzebowanie na wapno wg wariantu minimalnego wynosi 1810 tys. ton CaO, zaś w wymiarze optymalnym 5251 tys. ton CaO rocznie. W przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych w dobrej kulturze są to dawki odpowiednio 124 kg CaO i 360 kg CaO na 1 ha.

Aktualnie zużycie nawozów wapniowych w Polsce wynosi 36,8 kg CaO na 1 ha UR rocznie, co stanowi ok. 10 % dawki optymalnej lub ok. 30% dawki minimalnej.

### Gospodarka fosforem i potasem

Nawożenie fosforem i potasem zależy od pobrania tych składników z plonami i zasobności gleby. Pobranie określa się jako iloczyn uzyskanego plonu i pobrania składnika na wyprodukowanie jednostki plonu głównego i odpowiedniej ilości plonu ubocznego. Uwzględniając krajowe zbiory głównych roślin uprawnych oraz jednostkowe pobranie fosforu i potasu na wytworzenie jednostki plonu obliczono całkowite w skali kraju pobranie składników (tab. 5). Gatunki roślin uwzględnione w obliczeniach zajmują ok. 90% powierzchni zasiewów w Polsce. Pobranie fosforu z plonami wynosi 154550 ton P (353920 ton  $P_2O_5$ ), a potasu - 568922 ton K (682706 ton  $K_2O$ ).

Tabela 5

Zbiory głównych upraw oraz pobranie fosforu i potasu

Roślina	Zbiory (tys. t)	Pobranie składnika (kg·t <sup>-1</sup> )		Pobranie ogółem (tys. t)	
		P	K	P	K
Pszenvica	9408	4,3	12,6	40454	118541
Żyto	2852	4,4	18	12549	51336
Jęczmień	3397	4,2	13,7	14267	46539
Owies	1517	4,7	18,3	7130	27761
Pszenvżyto	4576	4,7	17,6	21507	80538
Mieszanki zbożowe	3339	5	17,3	16695	57765
Gryka i proso	146	9,1	44,9	1329	6555
Kukurydza	1994	5,4	23,3	10768	46460
Rzepak i rzepik	2229	9,6	33,3	21398	74226
Ziemniaki	8188	0,5	4,8	4094	39302
Buraki cukrowe	9973	0,4	1,9	3989	18949
Strączkowe	88	4,2	10,8	370	950
Razem				154550 <b>353920*</b>	568922 <b>682706*</b>

\*w formie tlenkowej  $P_2O_5$  i  $K_2O$  odpowiednio

Źródło: obliczenia własne

Wyniki analiz zasobności gleb w fosfor pokazują, że ok. 25% gleb charakteryzuje się średnią zawartością przyswajalnego fosforu. Udział gleb o wysokiej i bardzo wysokiej zawartości  $P_2O_5$  (łącznie 41%) jest większy niż gleb o zawartości niskiej i bardzo niskiej (33%). Oznacza to, że na 25% gleb można gospodarować z wyrównanym saldem składnika tzn. ilość składnika stosowanego w nawozach jest równa pobraniu z plonami, a na 41% powierzchni dawki fosforu w nawozach można znacznie zredukować w stosunku do pobrania przez rośliny, zaś na 33% powierzchni zalecane jest dodatnie saldo składnika. Odpowiednie zmniejszenia lub zwiększenia dawek nawozów wynoszą 25% i 50% w stosunku do pobrania przez rośliny, odpowiednio przy niskiej lub wysokiej i bardzo niskiej lub bardzo wysokiej zawartości przyswajalnego składnika w glebie (5). Uwzględniając udział gleb w poszczególnych klasach zasobności oraz odpowiadające im zwiększenia i zmniejszenia składnika obliczono, że całkowite zapotrzebowanie na nawozy fosforowe stanowi 94% całkowitego pobrania składnika z plonami roślin.

Tabela 6

Udział próbek gleby w poszczególnych przedziałach zasobności

Składnik	Próbki gleby według klas zawartości				
	b. niska	niska	średnia	wysoka	b. wysoka
Fosfor	8,9	23,8	25,9	17,6	23,8
Potas	14,7	27,2	31,3	13,6	13,3

Źródło: Ochal, 2011 (7)

Udział gleb średniozasobnych w potas wynosi 31% (tab 6). Przeważają gleby o zawartości niskiej i bardzo niskiej (łącznie 42%), a gleby o zawartości wysokiej i bardzo wysokiej stanowią 27%. W przypadku potasu potrzeby nawożenia, obliczone na podstawie udziału gleb w poszczególnych przedziałach zasobności z uwzględnieniem odpowiednich naddatków lub zmniejszeń składnika, stanowią 105% pobrania z plonami.

W systemie zrównoważonego nawożenia nawozy mineralne są uzupełnieniem nawozów naturalnych. Potrzeby nawożenia fosforem i potasem oraz zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w kraju przedstawiono w tabeli 7. Do obliczenia stopnia pokrycia potrzeb nawożenia przyjęto zużycie nawozów przypadające na 90% powierzchni gruntów w dobrej kulturze, ponieważ pobranie składników przez główne uprawy odnosi się także do 90% powierzchni zasiewów.

Tabela 7

Potrzeby nawożenia fosforem i potasem oraz stopień ich pokrycia w skali kraju

Składnik	Pobranie z plonami (t)*	Potrzeby nawożenia (t)	Zużycie w nawozach (t)			Zużycie na 90% powierzchni GO	Pokrycie potrzeb (%)
			mineralnych	naturalnych	razem		
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	353919	332684	408405	1857	410262	369236	110
Potas (K <sub>2</sub> O)	682706	716841	454879	3095	457974	412177	58

\*w przeliczeniu na formy tlenkowe (i)

Źródło: obliczenia własne

Ilości składników w nawozach naturalnych obliczono na podstawie zużycia obornika, które w roku gospodarczym 2010/11 wynosiło 619 tys. ton. Założono, że zawartość fosforu w oborniku wynosi 0,3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a potasu 0,5% K<sub>2</sub>O. Obliczenia pokazują, że aktualnie w produkcji roślinnej dawki nawozów fosforowych z pewnym nadmiarem pokrywają potrzeby nawożenia tym składnikiem. Ilości potasu w nawozach mineralnych i naturalnych tylko w 58% pokrywają potrzeby nawożenia.

### Gospodarka azotem

W zrównoważonym systemie produkcji nawożenie azotem mineralnym powinno uzupełniać różnicę pomiędzy potrzebami pokarmowymi roślin oraz ilością składnika dostępnego z innych źródeł. Całkowite pobranie azotu z plonami roślin jest równe 7775723 ton N (tab. 8). Z obliczeń wyłączono rośliny strączkowe, dla których głównym źródłem składnika jest wiązanie symbiotyczne. Zużycie azotu w nawozach mineralnych wg GUS wynosi 1091065 t (1). Produkcję azotu w nawozach naturalnych w roku gospodarczym 2010/11 oszacowano na 3095 ton N. Po uwzględnieniu 15% strat azotu podczas składowania (6), ilość składnika wnoszonego w nawozach naturalnych wynosi 2631 ton N. Rośliny mogą także wykorzystać azot dostający się do gleby z opadem atmosferycznym. Na 1 ha powierzchni z tego źródła trafia 17 kg N. Na całą powierzchnię upraw uwzględnionych w tabeli 8 opad atmosferyczny azotu wynosi 156009 t N. Łącznie z nawozów mineralnych i naturalnych oraz z opadu atmosferycznego do gleby rocznie dostaje się 1249705 t N. Z tej ilości rośliny akumulują w plonach 62% azotu. Wskazuje to na dobre wykorzystanie tego składnika.

Tabela 8

Powierzchnia uprawy i pobranie azotu przez główne rośliny uprawne

Roślina	Zbiory (tys. t)	Powierzchnia uprawy (tys.ha)	Pobranie N (kg·t <sup>-1</sup> )	Pobranie N (tys. t)
Pszenica	9408	2142	23,7	222970
Żyto	2852	1063	21,6	61603
Jęczmień	3397	974	21	71337
Owies	1517	577	22,2	33677
Pszonżyto	4576	1330	24,1	110282
Mieszanki zbożowe	3339	1100	22	73458
Gryka i proso	146	117	41,7	6088
Kukurydza	1994	334	28,4	56630
Rzepak i rzepik	2229	946	44,5	99191
Ziemniaki	8188	388	3,1	25383
Buraki cukrowe	9973	206,4	1,7	16954
Razem	-	9177		777573

Źródło: obliczenia własne.

### Podsumowanie

Głównym problemem gospodarki nawozowej w Polsce jest zakwaszenie gleb i bardzo małe w stosunku do potrzeb zużycie wapna nawozowego. Bardzo niekorzystnym zjawiskiem jest także duże ujemne saldo potasu. Utrzymanie takiego stanu będzie powodować dalsze pogorszenie zasobności gleb i pogorszenie ich żyzności. Wysoki wskaźnik wykorzystania azotu przez rośliny pokazuje, że nawożenie tym składnikiem można zintensyfikować, gdyż przeciętne dawki nawozów azotowych stosowane w kraju są nadal dosyć niskie. Powinno się to dokonywać przy równoczesnej eliminacji głównych czynników ograniczających plonowanie. Są nimi aktualnie zarówno zakwaszenie gleb, jak i deficyt potasu. Gospodarkę fosforem można uznać za zrównoważoną przy aktualnym poziomie produkcji roślinnej. Potrzeby nawożenia tym składnikiem są aktualnie pokrywane z pewną nadwyżką. Nadmiar fosforu nie jest zjawiskiem korzystnym ze względów środowiskowych, dlatego też należy więcej uwagi poświęcić problemom optymalnego zarządzania tym składnikiem.

### Literatura

1. GUS: Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2010-2011. Warszawa 2011
2. GUS: Powszechny spis rolny 2010. Użytkowanie gruntów. Warszawa 2011
3. J a d c z y s z y n T., 2003: Doradztwo nawozowe w rolnictwie zrównoważonym. W: Upowszechnianie zasad dobrej praktyki rolniczej. Materiały szkol. IUNG-PIB Puławy, 2003, **87**:33-46
4. J a d c z y s z y n T.: Planowanie nawożenia w gospodarstwie z wykorzystaniem programu NawSald. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, 16:9-18
5. J a d c z y s z y n T.: Polish fertilizer recommendations system NawSald. Nawozy i Nawożenie, 2009, **37**:195-203
6. K o p i ń s k i J.: Bilans azotu brutto dla Polski i województw w latach 2002-2005. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007,**5**:117-131
7. O c h a l P.: Wykorzystanie syntetycznego wskaźnika do oceny stanu agrochemicznego gleb w Polsce. Praca doktorska (maszynopis) IUNG-PIB, Puławy, 2011
8. Zalecenia nawozowe.Cz. I. Liczby graniczne dla wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG Puławy, 1990, P (44)

Adres do korespondencji:

*dr Tamara Jadczyzyn*  
*Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. 81 886 32 24 wew. 298*  
*e-mai: tj@iung.pulawy.pl*