

WYMYWANIE WAPNIA, MAGNEZU I MATERII ORGANICZNEJ
Z GLEB WAPNOWANYCH W DOŚWIADCZENIU MODELOWYM*

Bogdan Karlik

Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN w Poznaniu

Fizykochemiczny i biologiczny stan środowiska glebowego zależy między innymi od ilości oraz form wapnia i magnezu w glebie. Występowanie tych metali w glebie uwarunkowane jest przede wszystkim jej składem mineralnym. Przeciętna zawartość wapnia i magnezu w uprawnych glebach polskich jest rzędu 0,1-0,5% [30]. W 50% gleb uprawnych kraju zawartość wapnia jako składnika pokarmowego roślin jest wystarczająca, natomiast zasobność gleb uprawnych w przyswajalny magnez jest niewystarczająca, szczególnie przy silnym nawożeniu mineralnym [27, 31].

W warunkach klimatycznych Polski, gdzie suma opadów atmosferycznych przewyższa w pewnych okresach i rejonach ilość wody wyparowanej, zachodzi może okresowe przemieszczanie składników z poziomu uprawnego prowadząc w rezultacie do ich wymywania. Znajdujące się wśród nich wapń i magnez przechodzą do głębszych warstw gleby i wraz z wodami drenarskimi lub w wyniku spływu powierzchniowego przedostają się do kanałów, rzek i śródpolnych zbiorników wodnych.

Wymywanie wapnia i magnezu z gleb zachodzi z różną intensywnością. Zależy to od form, w jakich te pierwiastki występują oraz właściwości fizycznych i chemicznych gleby. Decyduje o tym skład mineralny gleby, charakter materii organicznej oraz typ połączenia wapnia i magnezu z nieorganicznymi i organicznymi związkami chemicznymi [10, 20]. Druga grupa czynników wpływających na zdolność wymywania wapnia i magnezu to warunki klimatyczne, skład mechaniczny, charakter rolniczego użytkowania i nawożenia gleby [10, 23, 28, 11]. Różnorodność czynników wpływających na zdolność wymywania wapnia i magnezu z gleb decyduje o ich ilościach w wodach środowiska naturalnego (tab. 1).

*Praca wykonana w ramach planu MR-II/23.

Wapń i magnez w niektórych wodach środowiska naturalnego

	Wymywane ilości lub stężenie		Stosunek Ca:Mg	Źródło
	wapnia	magnezu		
Rodzaj wody:				
drenarska	180 kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹	11 kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹	15,7	S. Borowiec [3]
drenarska	134 "	20 "	6,7	M. Fotyma [6]
drenarska	103 "	26 "	3,9	M. Chojnacki [4]
gruntowa	60 mg/dm ³	6 mg/dm ³	10	A. Bartoszewicz [1]
rzek szczecińskich	135 kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹	22 kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹	6	S. Borowiec [3]
dorzecza Bystrej (Wyż. Lubelska)	179 "	21 "	8,5	H. Pondel [28]
rzek i kanałów Wielkopolski	140 mg/dm ³	22 mg/dm ³	6,4	Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska Poznań, 1980 [35]
kanału Wysokość, Wielkopolska	120 "	29 "	4,1	I. Życzynska-Bałażoniak [33]
Jeziora Zbęczy, Wielkopolska	70 "	25 "	2,8	I. Życzynska-Bałażoniak [33]
lizymetryczne	116 "	13 "	8,9	M. Ruzzkowska [31]
lizymetryczne	76 "	2 "	38	M. Misztal [21]

T a b e l a 2

Charakterystyka gleb użytych do doświadczeń

Typ gleby i symbol	Użytkowanie gleby	pH(H ₂ O)	Zawartość próchnicy %	Kwasowość hydrolit. me/100 g gleby
Gleba płowa (I)	nieuprawna (z zadrzewień polnych)	4,5	1,48	4,2
Czarna ziemia (II)	nieuprawna (z lasu liściastego)	7,0	3,05	0,6
Gleba płowa (III)	uprawna (zmianowanie)	6,7	1,36	0,5
Gleba rdzawa (IV)	uprawa (monokultura zbożowa)	5,6	0,88	2,2
Gleba rdzawa (V)	uprawna (zmianowanie 50% zbóż)	5,7	0,86	2,2

T a b e l a 3

Ilość wapnia, magnezu oraz suchej masy wymyte z gleb nie wapnowanych i wapnowanych w mg/kg powietrznie suchej gleby

Typ gleby i symbol	Gleba nie wapnowana			Gleba wapnowana		
	mg/kg gleby					
	sucha masa	wapń	magnez	sucha masa	wapń	magnez
Gleba płowa (I)	312	12,3	1,4	420	10,3	6,8
Czarna ziemia (II)	386	36,7	3,2	372	36,8	4,6
Gleba płowa (III)	165	25,1	3,8	500	76,0	15,0
Gleba rdzawa (IV)	506	57,7	9,6	573	63,0	9,7
Gleba rdzawa (V)	393	43,2	10,6	460	52,4	10,9

Występujące rokrocznie dość znaczne straty wapnia i magnezu w wyniku wypłukiwania przez wody opadowe w głąb gleby stwarzają potrzebę ich uzupełnienia, np. w postaci nawozów wapniowych, które równocześnie obniżają lub powstrzymują wzrastającą z roku na rok kwasowość gleby. Przy stosowaniu tego zabiegu agrochemicznego obserwuje się wzrost żyzności gleby zauważalny w postaci zwiększenia plonów [7, 8]. Coraz liczniejsze doniesienia literatury rolniczej wskazują, że stosowanie nawozów wapniowych powoduje również uboczne skutki. Objawia się to w ich oddziaływaniu na glebową materię organiczną [5, 13, 14, 18, 24, 31]. Przeprowadzone wcześniej badania [11, 34] nad oddziaływaniem węglanowego nawozu wapniowego na glebową materię organiczną wykazały, że wymywanie składników organicznych z gleb po zwapnowaniu jest większe niż z gleb nie wapnowanych, a wymyte ilości uzależnione

są od odczynu gleby i rolniczego użytkowania. Wraz z wymywaną materią organiczną, którą stanowią mogą: cukry, polocukry, fenole, polifenole, chinony, aminokwasy, frakcje związków próchnicznych - kwasy fulwowe i huminowe [17, 16, 29] - wynoszone mogą być z gleby również inne składniki chemiczne z grupy makro- i mikroelementów [3, 6, 28, 31, 34].

Biorąc pod uwagę znaczenie procesu wymywania wapnia, magnezu i materii organicznej dla kształtowania się właściwości fizykochemicznych gleb oraz wpływu na ich zasobność w wodach środowiska naturalnego przeprowadzono wazonowe doświadczenia, których celem było ustalenie zdolności wymywania różnych form wapnia i magnezu z niektórych typów nie wapnowanych i wapnowanych gleb na tle wymywanej materii organicznej.

METODYKA BADAŃ

Charakterystykę badanych gleb przedstawiono w tabeli 2.

Do doświadczenia pobrano próbki gleby z poziomu uprawno-próchnicznego. Po powietrznym przesuszeniu glebę przesiano przez sito o oczkach 1 mm^2 i umieszczono w perforowanych od dołu wazonach w ilościach po 10 kg, w dwóch seriach, po trzy wazonu dla każdego typu gleby. Powierzchnia gleby w wazonie wynosiła 400 cm^2 , a wysokość warstwy gleby miała 20 cm. Powierzchnie gleb w trzech wazonach każdej serii posypano rolniczym nawozem wapniowym zawierającym 72% węglanu wapnia, 11% tlenku wapnia i 9% tlenku magnezu. Na każdy wazon użyto po 18 g nawozu wapniowego. Wszystkie gleby wysycano wodą destylowaną do maksymalnej pojemności wodnej [15]. Gleby wapnowane i nie wapnowane zraszano co tydzień wodą destylowaną przez okres czterech miesięcy w ilościach po $0,5\text{ dm}^3$ na wazon. Uzyskane wycieki z gleby sączono, zagęszczano i odparowywano na wrzącej łaźni wodnej. Wapń i magnez w uzyskanych suchych masach oznaczano kompleksometrycznie roztworem soli dwusodowej kwasu etylenodwuaminoczworoctowego. Wymytą materią organiczną oznaczano metodą miareczkową z dwuchromianem potasowym [9].

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Stosowane do badań gleby różniły się odczynem, zawartością próchnicy i rolniczym wykorzystaniem. W wymywaniu wapnia i magnezu z tych gleb nie wystąpiły ukierunkowane zależności pomiędzy tymi parametrami a ilościami wymytego wapnia i magnezu. Jedynie w przypadku gleb rdzawych zaobserwowano dużo większe wymycie jonów wapnia i magnezu niż z innych gleb, jako że wymywanie tych metali z gleb lekkich i kwaśnych, szczególnie magnezu, zachodzi dość intensywnie [13] (tab. 3).

Zastosowanie nawozu wapniowego spowodowało największe jego oddziaływanie na wymywanie jonów wapnia i magnezu z gleb płowych (I i III) o różnym odczynie. Z gleby o odczynie kwaśnym i nie ornej (I) ze spadkiem wymywanego wapnia zaobserwowano wzrost wymytych ilości magnezu. W przypadku gleby o odczynie prawie obojętnym, ale uprawnej (III), wzrosło wymycie obydwu jonów. Zwiększenie strat magnezu w glebie może być spowodowane uwolnieniem tego pierwiastka z kompleksu sorpcyjnego po wniesieniu nawozu wapniowego do gleby. Dwuwartościowy jon magnezu jest sorbowany przez kompleks sorpcyjny gleb słabiej od wapnia [30]. O wypieraniu tego pierwiastka z gleby decydują również odczyn i intensywność wapnowania [2].

Wapń i magnez występują w glebie w formie niewymiennej, wymiennej i w roztworze glebowym. Ilości tych metali w roztworze glebowym regulowane są różnymi czynnikami, między innymi tworzeniem połączeń z rozpuszczalnymi w wodzie związkami organicznymi. Mogą to być nierozpuszczalne w wodzie połączenia kompleksowe. Rodzaj i ilość tych połączeń uzależniona jest od charakteru i koncentracji rozpuszczalnej materii organicznej oraz jonów wapnia i magnezu w roztworze glebowym. Oznaczając wapń i magnez w roztworze glebowym przyjętą metodyką, tzn. kompleksometrycznie, uzyskać można wartości odpowiadające koncentracji jonów wapnia i magnezu. Nie oznaczony zostaje Ca i Mg w formie połączeń ze związkami organicznymi czy niskocząsteczkową substancją humusową. Działając mocnym mineralnym kwasem, np. kwasem solnym, na wymyte połączenia wapnia i magnezu z tymi substancjami doprowadzamy do ich rozerwania i przejścia tych metali w stan jonowy. Ponowne oznaczenie daje inne wartości powiększone o skompleksowane formy wapnia i magnezu. W niektórych przypadkach (w zależności od typu gleby) można otrzymać jeszcze wyższe wartości, mineralizując suchą masę uzyskaną po odparowaniu roztworu glebowego stężonym kwasem solnym.

Wzrastające wartości wapnia i magnezu w suchych masach oznaczone w roztworze wodnym, w roztworze jednomolowego kwasu solnego oraz po mineralizacji (tab. 4) dowodzą, że wapń i magnez wymywane są z gleby nie tylko jako kationy, ale również w innych formach, np. związane z substancjami organicznymi [16, 25], czy tworzące o różnej trwałości organiczno-mineralne połączenia typu adsorpcyjnego [17].

Wymywane wraz z wapniem i magnezem mogą być polifenole i chinony oraz frakcje związków próchnicznych - fenolokwasy i kwasy huminowe [18, 17]. Wapń i magnez połączony z tymi związkami czy substancjami organicznymi może być, drogą wymywania, wynoszony ze środowiska glebowego, powodując z jednej strony zwiększenie koncentracji tych składników w wodach środowiska naturalnego, z drugiej strony straty wapnia, magnezu i materii organicznej w glebie.

Wymyte ilości różnych form wapnia i magnezu oraz materii organicznej z gleb nie wapnowanych (NL) i wapnowanych (L)
w mg/kg powietrznie suchej gleby

Rozpuszczalnik suchej masy	Gleba rdzawa (IV)			Gleba rdzawa (V)			Czarna ziemia (II)					
	L		NL	L		NL	L		NL			
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg		
Woda	58	9,6	63	9,7	43	5,5	52	9,0	37	3,2	37	4,6
Kwas solny 1 M	63	10,4	63	10,6	48	7,8	57	9,2	99	3,8	95	5,4
Kwas solny stęż. (mineralizacja)	76	10,9	75	12,8	51	9,2	56	12,2	99	4,2	95	5,6
Materia organiczna w suchej masie	30		41		20		34		12		17	

WNIOSKI

W warunkach przeprowadzonych doświadczeń zaobserwowano, że zarysowuje się ukierunkowana zależność pomiędzy ilościami wymytego magnezu a rozpuszczalną w roztworze glebowym materią organiczną. W pięciu przebadanych glebach w trzech przypadkach stwierdzono, wraz ze wzrostem ilości wymytego magnezu, większe ilości rozpuszczalnej materii organicznej.

Stwierdzono, że ze wzrostem wymywania wapnia i magnezu z gleby o odczynie kwaśnym związane jest zwiększone wymywanie rozpuszczalnej materii organicznej.

LITERATURA

1. Bartoszewicz A.: Sprawozdanie z IV etapu badań tematu MR II/23.4 (1984). Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN, Poznań.
2. Boguszewski W.: Wapnowanie gleb, PWRiL, Warszawa 1980.
3. Borowiec S., Skrzyczyński T., Kucharska T.: Szczecińskie Towarzystwo Naukowe. Wydział Nauk Przyrodniczo-Rolniczych, XLVII, 1, PWN, Warszawa-Poznań 1978.
4. Chojnacki A., Ślusarczyk E.: Zawartość i straty niektórych składników mineralnych w wodach drenarskich z pól Zakładu Doświadczalnego Osiny k/Puław. Pam. Puł., 78, 49-62, 1982.
5. Damaska J.: The influence of liming and fertilizing on humus content in soils. Transact. Intern. Symp. Humus et Planta, Prague, p. 32, 1983.
6. Fotyma M.: Nawożenie a produkcja rolna. [W:] Rolnictwo ekologiczne. Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN, Poznań, 63-78, 1983.
7. Fotyma M., Gajek F., Malińska M.: Efektywność wapnowania w Polsce. Nowe Rol., 18, 12-16, 1978.
8. Gajek F., Machnicka J.: Współdziałanie wapnowania z nawożeniem mineralnym w wieloletnich doświadczeniach łanowych. Pam. Puł., 76, 63-78, 1981.
9. Hermanowicz W.: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady, Warszawa 1976.
10. Kac-Kacas M.: Nawożenie magnezem i wapnowanie. Post. Nauk Rol., 4/88, 115-132, 1964.
11. Karlik B., Życzyńska-Bałoniak I.: Soil organic matter from cultivated and uncultivated soils due to liming. Intecol, (w druku).
12. Kleszczycki A., Łakomiec I.: Wpływ wieloletniego nawożenia na właściwości fizyko-chemiczne kwasów huminowych. Roczn. Glebozn., XVI, z. 1, 171-191, 1966.
13. Kozłowski E. W., Niebolsin A. N., Aleksiejew E. W., Czurikow P. A.: Izwiestkowanie poczw. Izdatielstwo „Kołos”, 1983.
14. Krejtcowa J. "The effect of fertilization on the soil organic matter. Transact, Intern. Symp. Humus et Planta, Prague, p. 32. 1983.
15. Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E.: Analiza chemiczno-rolnicza. PWN. Warszawa 1976.
16. Łakomiec I.: Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość kationów Mg. Ca. Al. Fe w profilu gleby bielkowej. Roczn. Glebozn., XVI, 1. 157-170, 1966.
17. Łakomiec I., Kozakiewicz A.: Trwałość fulwianów i humianów w zależności od odczynu środowiska. Roczn. Glebozn., XXI, 1, 51-68, 1970.
18. Łakomiec I.: Aminokwasy i grupy funkcyjne w cząsteczkach fulwokokwasów. Roczn. Nauk Rol., ser. A, 101, 3, 123-141, 1976.
19. Mate F., Pustai A., Lamberger J.: Wlijanije izwiestkowanija na niekatoryje swojstwa kisłych poczw Wengrii. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 105, 105-113, 1970.

20. McLean E. O.: Calcium levels and availabilities in soils. *Commun. in Soil Sci. and Pl. Anal.*, 6/3, 219-232, 1975.
21. Misztal M.: Porównanie składu chemicznego przecieków lizymetrycznych i wyciągów wodnych z rędziny. *Rocz. Glebozn.* XXXII, 1, 51-68, 1975.
22. Motowicka-Terelak T.: Badania modelowe nad wpływem wapnowania na dynamikę właściwości chemicznych kwaśnej gleby gliniastej. *Pam. Puł.*, 59, 86-100, 1974.
23. Motowicka-Terelak T.: Wpływ wapnowania na wymywanie składników mineralnych z gleby gliniastej w doświadczeniu modelowym. *Pam. Puł.*, 66, 45-58, 1976.
24. Niebolsin A. N., Niebolsina Z. P.: Effect of calcium and magnesium on leaching losses of organic matter from liming soils. *Transac. Intern. Symp. Humus of Planta*, Prague, p. 84, 1983.
25. Ponomariewa W. W.: O roli gumusowych wieszczeń w obrazowaniu brzych lesnych poczw. *Poczwow.*, 21, 12, 15-30, 1962.
26. Pondel H.: Skład chemiczny kilku wód glebowo-gruntowych w okolicy Puław. *Pam. Puł.*, 18, 31-47, 1965.
27. Pondel H.: Zasobność gleb wytworzonych z piasków w różne formy wapnia i magnezu. *Pam. Puł.*, 45, 95-105, 1971.
28. Pondel H., Terelak H., Sadurska E.: Skład chemiczny wód w dorzeczu Bystrej (Wyżyna Lubelska). *Pam. Puł.*, 70, 7-22, 1978.
29. Prakash A., Arne Jensen, Rashid M. A.: Humic substances and aquatic productivity in humic substans, their structure and function in the biosphere. Ed. Povoledo D., Golterman H. L., Wageningen, 259-268, 1975.
30. Prończuk J.: Podstawy ekologii rolniczej. PWN, Warszawa 1982.
31. Ruszkowska M.: Dynamika i bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym. *Rocz. Nauk Rol.*, ser. D, 173, 1979.
32. Szederow E. G.: Wlijanie izwiesti na organiczeskoe wieszczenstwo poczw i udobrenij. *Woprosy izwiestkowanija dernowo-podzolstych poczw.* Trudy WIUA, 38, Moskwa 1961.
33. Życzyńska-Bałoniak I., Szpakowska B.: Role of biochemical organic complexes in matter cycling. Polish Academy of Sciences and Intecol warkshop on ecological guidelines for menagement soil, Zakład Biologii Rolnej i Leśnej PAN. Poznań 1984.
34. Życzyńska-Bałoniak I., Szpakowska B., Karlik B.: Wpływ nawożenia na wymywanie niektórych składników chemicznych z gleb. *Post. Nauk Rol.*, 6, 39-45, 1983.
35. Raport o stanie czystości wód rzeki Warty w roku 1980. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Poznaniu (opracowanie zespołowe).