

ZAWARTOŚĆ CAŁKOWITYCH I DTPA-EKSTRAHOWANYCH FORM MIKROSKŁADNIKÓW W WYBRANYCH MADACH FORDOŃSKIEJ DOLINY WISŁY ORAZ BASENU UNISŁAWSKIEGO

Halina Dąbkowska-Naskręt

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Mady, gleby wytworzone ze współczesnych osadów naniesionych przez wody płynące rzek, charakteryzują się żyznością i zasobnością w składniki pokarmowe, szczególnie jeśli powstały w zlewniach o przewodze utworów zwięzłych, ilastych. Gleby napływowe wykształcone w dolinie rzeki Wisły były dotychczas przedmiotem badań związanych głównie z ich podstawowymi właściwościami fizycznymi, odczynem i zasobnością w makroskładniki [13,16,17,20]. Badania te wykazały między innymi, że mady rejonu Doliny Dolnej Wisły są na ogół ubogie w przyswajalny dla roślin fosfor, potas [17]. Niewiele jest prac dotyczących zawartości mikroskładników, szczególnie form dostępnych dla roślin. Biorąc pod uwagę obszar zajmowany przez gleby aluwialne w Polsce (787 tys.ha) oraz ich rolnicze wykorzystanie, istotnym wydaje się określenie zasobności tych gleb w mikroskładniki oraz oszacowanie stopnia ich dostępności.

Przedmiotem niniejszej pracy jest określenie całkowitych zawartości cynku, miedzi, manganu i żelaza oraz form tych pierwiastków dostępnych dla roślin w wybranych madach wiślanych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do badań wybrano gleby uprawne z obszaru Fordońskiej Doliny Wisły oraz Basenu Unisławskiego. Przy lokalizacji miejsc pobrania prób brano pod uwagę ich reprezentatywność dla obszaru wytworzonego z osadów aluwialnych rzeki Wisły. Wyselekcjonowano 6 profilów mad różniących się uziarnieniem i zawartością próchnicy. Profile nr 1 i 2 położone są na lewym brzegu rzeki, na terenie płaskim, odciętych od koryta Wisły wałem przeciwpowodziowym (Łęgnowo k/Bydgoszczy). Profile nr 3 i 4 wyznaczono w Basenie Unisławskim, po prawej stronie Wisły (Starogród). Punkty badawcze nr 5 i 6 wytyczono na lewym brzegu Wisły, na terenie płaskim, wyniesionym ok. 20-25 m n.p.m., gdzie procesy akumulacji aluwialnej zostały przerwane stosunkowo niedawno na skutek obwałowania rzeki (Grabowo).

Próbki gleb z charakterystycznych poziomów i warstw wysuszono, przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm i oznaczono podstawowe właściwości ogólnie przyjętymi metodami: skład granulometryczny – metodą Bouyoucosa, w modyfikacji Casagrande'a-Prószyńskiego, pH – metodą elektrometryczną, a zawartość węgla organicznego (C org.) – metodą Tiurina. Zawartości całkowite mikroelementów oznaczono po

mineralizacji próbek gleb w mieszaninie kwasów nadchlorowego i fluorowodorowego. Formy przyswajalne mikrośladników oznaczono w ekstrakcie DTPA (kwas dietylenotriaminopentaoctowy) przy pH 7.3 wg Lindsay'a i Norvella [11], który to odczynnik chelatujący jest dobrym wskaźnikiem zawartości dostępnych form Cu, Zn, Mn i Fe dla roślin [10, 11]. Zawartości mikrośladników oznaczono metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej na przyrządzie Philips 4100 PUX.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analizowane gleby wykazują skład granulometryczny mady ciężkich (profile 1, 2, 3, 4) i średnich (profile 5 i 6). Stwierdzono wyższą zawartość frakcji gruboziarnistych (piasku i pyłu) w punktach 5 i 6 (Grabowo) w porównaniu do gleb z punktów 1-4. Mady wykazują odczyn obojętny do słabo alkalicznego, a zawartość węgla organicznego waha się od 0,1 do 1,9% i co jest charakterystyczne dla gleb aluwialnych. Substancja organiczna występuje nie tylko w warstwie powierzchniowej, ale w obrębie całego profilu glebowego.

Niektóre właściwości badanych mady przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Niektóre fizykochemiczne właściwości badanych mady
Some physico-chemical properties of investigated alluvial soils

	Zakres Range	Średnio Mean	Współczynnik zmienności Coefficient of variation [%]
pH _{H₂O}	7.0 – 8.4	7.8	4.26
pH _{KCl}	6.8 – 8.0	7.5	3.39
C _{org} [g/kg]	1.0 – 19.0	9.0	51.0
Frakcja <0.02 mm Fraction <0.02 mm	6.0 – 58.0	34.0	39.1
Frakcja ilasta Clay fraction	3.0 – 24.0	13.3	35.6
CaCO ₃ [%]	0.23 – 1.4	0.7	43.6

Miedź. Zawartość miedzi całkowitej w badanych glebach wahała się od 3,8 do 76,2 mg/kg (tabela 2), natomiast miedzi ekstrahowanej roztworem DTPA od 0,8 do 5,9 mg/kg. Stanowi to od 0,9 do 32,5% zawartości całkowitej tego pierwiastka.

Poziomy wierzchnie są zwykle zasobniejsze w miedź, niż warstwy głębiej położone, co wskazuje na jej akumulację i tworzenie połączeń z substancjami próchnicznymi [10]. Analiza korelacji wykazała istotną, dodatnią korelację między zawartością miedzi całkowitej a zawartością węgla organicznego ($r=0,40^{**}$). Zwraca uwagę podwyższona zawartość miedzi w poziomie powierzchniowym profilu 2 i 6, co może być związane z lokalnym zanieczyszczeniem spowodowanym środkami ochrony roślin, zawierającymi miedź.

Tabela 2
Zawartość całkowitych i DTPA ekstrahowanych form Cu, Zn, Mn i Fe w madach
The content of total and DTPA-extractable forms of Cu, Zn, Mn and Fe in alluvial soils

Profile No	Głębokość Depth [cm]	Cu _p * mg/kg	Cu _t mg/kg	Cu _p /Cu _t [%]	Zn _p mg/kg	Zn _t mg/kg	Zn _p /Zn _t [%]	Mn _p mg/kg	Mn _t mg/kg	Mn _p /Mn _t [%]	Fe _p mg/kg	Fe _t [%]	Fe _p /Fe _t [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	5-10	4,6	51,3	9,0	4,5	147,0	3,1	90,8	85,2	10,7	76,8	2,72	0,28
	12-25	4,2	43,1	9,7	3,5	135,1	2,6	68,8	75,5	9,1	58,8	2,63	0,22
	40-50	5,2	27,7	18,8	3,9	73,2	5,3	27,2	72,5	6,0	71,8	2,74	0,26
	75-85	3,2	54,7	5,9	0,9	74,0	1,2	21,7	75,5	2,7	18,8	3,05	0,06
	105-115	5,9	29,5	20,0	0,9	95,7	0,9	14,8	69,7	2,1	39,8	3,00	0,13
2.	2-10	5,2	86,0	6,0	3,5	118,1	3,0	95,4	77,5	12,3	51,0	2,36	0,22
	12-20	4,0	27,6	14,5	2,5	113,1	2,2	63,8	85,2	7,5	25,2	2,30	0,11
	30-40	4,0	30,4	13,2	1,0	65,8	1,5	45,6	61,9	7,4	48,2	2,13	0,23
	55-62	3,6	32,4	11,1	0,7	98,6	0,7	34,6	77,5	4,5	26,4	2,54	0,10
	75-85	3,5	16,8	20,8	0,8	87,0	0,9	37,8	61,9	6,1	31,0	2,62	0,12
3.	0-15	2,0	25,1	8,0	1,2	71,5	1,7	43,2	46,5	9,3	21,2	2,22	0,10
	15-30	1,8	23,3	7,7	1,3	78,3	1,7	42,6	54,2	7,9	18,2	2,50	0,07
	45-60	3,0	10,3	29,1	0,6	69,6	0,9	17,0	92,9	1,8	25,4	2,87	0,09
	60-75	2,6	13,4	19,4	0,4	91,4	0,4	22,6	147,2	1,5	31,6	3,82	0,08
	90-105	1,9	22,3	8,5	0,3	62,2	0,5	18,4	170,4	1,1	29,2	3,53	0,08
4.	120-135	1,0	3,8	26,3	0,5	34,8	1,4	11,0	108,4	1,0	13,2	2,06	0,06
	0-15	2,6	21,8	11,9	1,2	69,6	1,7	43,0	62,0	6,9	36,6	2,00	0,18
	15-30	2,1	6,5	32,3	1,0	74,0	1,4	37,6	62,0	6,1	28,8	2,13	0,14
	30-45	2,3	9,9	23,2	0,5	65,3	0,8	30,2	62,2	4,9	15,4	1,98	0,08
	45-60	3,4	14,9	22,8	0,7	50,4	1,4	25,2	54,2	4,6	14,6	1,86	0,08
5.	90-105	3,1	16,4	18,9	1,0	87,0	1,1	16,4	100,7	1,6	22,0	3,20	0,07
	135-150	1,0	14,1	7,0	0,6	30,6	2,0	13,6	62,0	2,2	9,8	2,17	0,05
	0-15	2,2	30,0	7,3	2,2	74,0	3,0	19,4	46,5	4,2	88,8	1,96	0,45
	15-30	2,3	25,3	9,1	1,0	121,7	0,8	18,4	46,5	4,0	24,2	1,52	0,16
	45-60	2,3	14,1	16,3	1,0	69,6	1,4	8,8	38,7	2,3	21,4	1,88	0,11
6.	75-90	2,1	15,1	13,9	0,6	43,5	1,4	5,0	46,5	1,1	17,6	1,98	0,09
	125-135	2,8	12,5	22,4	0,9	60,9	1,5	4,0	62,0	0,6	24,8	1,62	0,15
	0-15	2,4	76,2	3,1	5,0	126,1	4,0	35,6	38,7	9,2	40,4	1,33	0,30
	15-30	3,5	21,6	16,0	5,9	113,1	4,0	29,4	46,5	6,3	143,6	1,34	1,06
	45-60	2,5	14,5	17,2	0,9	47,9	1,9	8,4	38,7	2,2	10,8	1,52	0,07
75-90	0,8	13,4	6,0	1,1	21,8	5,0	23,8	4,0	23,8	1,7	8,6	0,89	0,10
	3,9	12,0	32,5	0,3	69,6	0,4	69,8	69,8	39,7	10,0	95,2	2,05	0,46

t – zawartość całkowita – total content

*p – formy DTPA-ekstrahowane (przyswajalne) – DTPA extractable (available) forms

Porównanie zawartości miedzi ekstrahowanej DTPA z poziomem krytycznym dla roślin (0,12-0,25 mg/kg) wskazuje, że badane mady są zasobne w łatwo dostępne dla roślin połączenia miedzi [7].

Cynk. W badanych madach stwierdzono od 21,0 do 140,7 mg/kg cynku, co odpowiada optymalnej jego zawartości w glebach [3]. W poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych zaobserwowano wyższą zawartość cynku całkowitego niż w warstwach zalegających głębiej. Zawartość tego składnika jest istotnie skorelowana z zawartością węgla organicznego ($r=0,52^{**}$).

Zbliżone ilości cynku w madach stwierdzili inni autorzy [1,6]. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki są również zgodne z obliczonymi oraz wyznaczonymi doświadczalnie naturalnymi zawartościami cynku w powierzchniowych warstwach gleb Polski (tj. od 11 do 194 mg/kg) [2].

Frakcja przyswajalnego dla roślin cynku ekstrahowana roztworem DTPA mieściła się w przedziale od 0,3 do 5,9 mg/kg, co stanowi od 0,4 do 5,2% całkowitej zawartości tego pierwiastka w glebie. Zawartość przyswajalnego cynku w analizowanych madach jest zbliżona do jego zawartości w innych typach gleb obszaru Polski [4,5,8] oraz glebach Europy [18]. Zaobserwowano tendencję do obniżania się zawartości cynku ekstrahowanego roztworem DTPA w poziomach zawierających CaCO_3 . Fakt ten można wyjaśnić wynikami wcześniejszej przeprowadzonych badań nad cynkiem, które wykazały, że stężenie jonów Zn^{12} w roztworach glebowych gleb alkalicznych i węglanowych jest bardzo niskie [15]. Zależność taką zaobserwowali również inni autorzy [5,19]. Porównanie ilości Zn-DTPA w madach wiślanych z progową zawartością tego pierwiastka, poniżej której stwierdza się niedobór cynku dla wielu roślin (0,8 mg/kg) wykazuje, że poziomy głębsze badanych gleb mają tylko nieznacznie wyższe zawartości cynku, a w niektórych profilach (3, 6) ilości tego pierwiastka w formie przyswajalnej są poniżej wartości uznanych jako niewystarczające dla roślin [11,14]. Zatem zawartość cynku przyswajalnego jest w badanych madach w zakresach bliskich deficytowym. Należy jednak wziąć tutaj pod uwagę, że o niedoborze tego mikroelementu decyduje również odczyn gleby, zawartość frakcji ilastej oraz kationowa pojemność wymienna.

Mangan. Całkowite zawartości manganu mieszczą się w przedziale od 238,0 do 1704 mg/kg (tabela 2), z tego formy przyswajalne stanowią od 0,4 do 129,4 mg/kg tj 0,5-12,3% manganu całkowitego. Tylko w profilu 6 udział Mn-DTPA w poziomie podpowierzchniowym przekracza 27% ilości manganu całkowitego. Rozmieszczenie manganu w obrębie profili jest nierównomierne, co być może spowodowane warstwową budową mad oraz zróżnicowaną zawartością substancji organicznej i odczynem gleb. Odczyn ma szczególny wpływ na zawartość przyswajalnego manganu – stwierdzono istotną ujemną korelację między zawartością Mn-DTPA w badanych madach a pH mierzonym w H_2O ($r=-0,38^*$). Udowodnioną statystycznie ujemną korelację, pomiędzy pH a Mn-DTPA, uzyskali również inni autorzy dla gleb południowo-zachodniej Wielkopolski [8].

Biorąc pod uwagę klasy zasobności w przyswajalne formy Mn, badane mady, które zawierają $>1,0$ mg/kg Mn-DTPA zaliczyć można do gleb zasobnych w ten mikroskładnik [11].

Żelazo. Ilości żelaza całkowitego w analizowanych glebach aluwialnych były w granicach 0,89-3,82% (tabela 2). Nie stwierdzono równomiernego rozmieszczenia żelaza w obrębie profilów. Zawartość żelaza ekstrahowanego roztworem DTPA wahała się w zakresie od 7,7 do 143,6 mg/kg, co stanowi 0,05-1,1% ilości żelaza całkowitego. Tak niski udział żelaza w formie przyswajalnej wynika z faktu, że badane gleby aluwialne mają odczyn obojętny lub słabo alkaliczny, a w takich warunkach rozpuszczalność połączeń żelaza jest niewielka [11, 12].

Porównanie uzyskanych wyników zawartości Fe-DTPA z wynikami badań gleb obszarów Europy wykazuje, że badane mady są stosunkowo mało zasobne w żelazo przyswajalne, jakkolwiek jego zawartość jest powyżej zakresu wyznaczonego jako deficytowy dla roślin tj. powyżej 4,5-5,0 mg/kg [11].

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Biorąc pod uwagę zawartości całkowite mikroelementów, analizowane mady z obszaru Fordońskiej Doliny Wisły oraz Basenu Unisławskiego są zasobniejsze w miedź i cynk aniżeli gleby wytworzone z glin zwałowych [4,5], utworów pyłowych [4] oraz piasków akumulacji wodnolodowcowej [6]. Wyższe zawartości mikroelementów w madach w porównaniu z glebami niealuwialnymi potwierdzają także inni autorzy [1,6,9]. Fakt ten wynika głównie z charakteru materiału sedymentacyjnego, w którym przeważa frakcja ilasta. Nie stwierdza się w badanych glebach nadmiernie wysokich stężeń cynku i miedzi. Jednocześnie zawartości całkowitego manganu i żelaza w madach nie odbiegają od koncentracji tych pierwiastków w glebach innego pochodzenia. Obserwuje się brak regularności w rozmieszczeniu tych pierwiastków w obrębie profilów, związany z warstwowaniem mad.

Oceniając zawartości ekstrahowalnych form mikroelementów należy stwierdzić, że analizowane mady są zasobne w dostępne dla roślin formy Cu, Mn i Fe, podczas gdy zawartości cynku przyswajalnego dla roślin są niskie, a w niektórych profilach ilości tego składnika w formie przyswajalnej są poniżej wartości przyjętych w glebach za deficytowe.

LITERATURA

1. Andruszczak E., Czuba R. (1984). Wstępna charakterystyka całkowitej zawartości makro i mikroelementów w glebach polskich. *Roczn. Glebozn.*, 35, 61-78.
2. Dudka S. (1989). Naturalne zawartości Cd i Zn w glebach Polski i wybranych roślinach jednoliściennych. *Pam. Pul.*, 95, 207-213.
3. Gembarzewski H., Korzeniowska I. (1980). Optymalna i dopuszczalna zawartość cynku w glebie. *Roczn. Glebozn.*, 41, 1/2, 145-152.
4. Gworek B. (1985). Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych południowo-wschodniego regionu Polski. *Roczn. Glebozn.*, 36, 2, 43-59.
5. Gworek B. (1986). Zawartość rozpuszczalnych form pierwiastków śladowych w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Roczn. Glebozn.*, 37, 1, 79-90.
6. Kabata-Pendias A. (1981). Zawartość metali ciężkich w glebach uprawnych Polski. *Pam. Pul.*, 74, 101-111.
7. Karamanos R.E., Kruger G.A. (1985). The copper fertility of Saskatchewan soils. *Can. J. Soil Sci.*, 65, 89-99.

8. Komisarek J., Kocialkowski I., (1980). Ekstrakcja Cu, Zn, Mn, Fe z gleb przy zastosowaniu DTPA o różnym pH. *Prace Nauk. PTPN, Poznań*, 67, 90-102.
9. Laskowski S. (1986). Powstawanie i rozwój oraz właściwości gleb aluwialnych doliny środkowej Odry. *Rozprawy, AR Wrocław*.
10. Liang J., Steward J.W.B., Karamanos R.E. (1991). Distribution and plant availability of soil copper fractions in Saskatchewan. *Can. J. Soil Sci.*, 71, 89-99.
11. Lindsay W.L., Norvell W.A., (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese copper. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, 42, 138-152.
12. Lindsay W.L., Schwab A.B., (1982). The chemistry of iron in soils and its availability to plants. *J. Plant. Nutr.*, 5, 821-840.
13. Maszner P. (1979). Zmiany zasobności miedzi doliny Wisły w Grabowie po 20 latach użytkowania. *Roczn. AR Poznań*, 109, 85-94.
14. Mortvedt J.J. (1991). Micronutrients in Agriculture. SSSA Madison, Wisconsin.
15. Norvell W.A., Dąbkowska-Naskręt H., Cary E.E. (1987). Effect of P and Zn fertilization on the solubility of Zn⁺² in two alkaline soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 51, 584-588.
16. Nowak J., Nipanicz A. (1967). Odczyn i zasobność gleb Żuław Wiślanych. *Roczn. Glebozn.*, 18, 1, 247-265.
17. Reimann B., Cieśla W. (1961). Gleby fluwogeniczne Doliny Wisły w Grabowie. *Roczn. Nauk Roln.*, 82, 325-354.
18. Sillanpaa M. (1982). Micronutrients and the nutrients status of soils: a global study. *FAO Soil Bull.*, Rome.
19. Sinha M.K., Dhillon S.K., Dhillon K.S., Dyanand S. (1978). Solubility relationships of iron, manganese, copper and zinc in alkaline soils. *Aust. J. Soil Sci., Research*, 16, 19-26.
20. Zawadzki S., Guz T. (1961). Charakterystyka niektórych gleb Doliny Wisły w rejonie Kujaw. *Roczn. Glebozn.*, 10, 606-607.

STRESZCZENIE

Badano zawartości całkowitych form cynku, miedzi, manganu i żelaza oraz form tych pierwiastków dostępnych dla roślin (DTPA ekstrahowanych) w wybranych madach Fordońskiej Doliny Wisły oraz Basenu Unisławskiego. Stwierdzono, że mady są zasobne w formy całkowite miedzi i cynku a zawartości całkowite manganu i żelaza nie odbiegają od koncentracji tych pierwiastków w glebach pochodzenia nicaluwialnego. Zawartości DTPA ekstrahowanych form tych pierwiastków wskazują, że ilości cynku przyswajalnego dla roślin są niskie a w niektórych glebach są poniżej wartości przyjętych za deficytowe.

THE CONTENT OF TOTAL AND DTPA-EXTRACTABLE MICROELEMENTS IN SELECTED ALLUVIAL SOILS OF FORDON WISLA VALLEY AND UNISLAW BASIN

H. Dąbkowska-Naskręt

Department of Soil Science, University of Technology and Agriculture at Bydgoszcz

S u m m a r y

The content of total and DTPA extractable Zn, Cu, Mn and Fe was investigated in selected alluvial soils of the Fordon Wisła Valley and the Unisław Basin. It was stated that alluvial soils are rich in total copper and zinc. The total content of Mn and Fe was in the same range as in the soils of nonalluvial origin. The concentrations of DTPA-extractable Zn were on the low level, deficient to plant.

Prof. dr hab. Halina Dąbkowska-Naskręt
Akademia Techniczno-Rolnicza
Katedra Gleboznawstwa
ul. Bernardyńska 6
85-029 Bydgoszcz