

WPLYW DESZCZOWANIA I NAWOŻENIA AZOTEM NA FORMY MIKROELEMENTÓW W GLEBACH Z MONOKULTURĄ ZBOŻOWĄ

Monika Jakubus

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Mikroelementy w środowisku glebowym mogą występować w mniej lub bardziej dostępnych połączeniach dla rośliny. Aktywność takich form w dużej mierze uzależniona jest od właściwości gleby, głównie od jej odczynu, zawartości materii organicznej oraz frakcji sypkującej. Poza wpływem wymienionych czynników niebagatelną rolę w kształtowaniu ruchliwości pierwiastków odgrywa również nawożenie mineralne [MALHI i in. 1999], zakwaszenie gleb [REDDY i in. 1995] oraz zanieczyszczenie metalami ciężkimi [ASAMI i in. 1995]. Zdecydowanie mniejszą uwagę zwraca się na element wodny, który odpowiedzialny jest za ich zwiększone odprowadzenie z gleby [RUSZKOWSKA i in. 1996].

Ogólne ilości metali w glebie nie mają większego znaczenia w określaniu stopnia przyswajalności pierwiastka dla rośliny. Toteż analiza powyższych czynników powinna nade wszystko uwzględniać ich wpływ na rodzaj tworzonych przez mikroelementy połączeń. Chemiczny charakter kompleksów frakcji gleby oraz mikroelementów określa ich stopień stabilności, a co za tym idzie wskazuje na szybkość uwalniania metalu do środowiska, kontrolując w ten sposób jego dostępność dla rośliny.

W związku z powyższym w pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczące wpływu nawadniania oraz nawożenia azotem na rozmieszczenie cynku, manganu i żelaza we frakcjach glebowych.

Materiał i metody

Próby glebowe wykorzystane do badań pochodziły z wieloletniego, ścisłego doświadczenia polowego z monokulturą zbożową, założonego w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Uprawy Roli i Roślin AR w Złotnikach koło Poznania. Doświadczenie zostało założone na glebie płowej (wg FAO – Albic Luvisols) o składzie granulometrycznym warstwy ornej piasku gliniastego lekkiego. Próby glebowe pobrano z poziomu 0–30 cm specjalnym świdrem z wybranych kombinacji obejmujących wariant wodny (deszczowany i niedeszczowany) oraz dwa poziomy nawożenia azotowego (0 i 150 kg N·ha⁻¹). Tak zebrany materiał po wysusze-

niu i przesianiu przez sito o średnicy oczek 2 mm został poddany analizie na podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne gleb. W próbach glebowych oznaczono: skład granulometryczny metodą Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego, odczyn potencjometrycznie w 1 mol $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ (1 : 2,5), ogólną zawartość azotu metodą Kjeldahla oraz węgiel organiczny metodą Tiurina. Ogólną zawartość Zn, Mn i Fe określono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) po uprzedniej mineralizacji materiału w temp. 450°C i roztrawieniu w wodzie królewskiej.

Wykorzystując metodę sekwencyjnej ekstrakcji chemicznej według ZEIEN i BRÜMMER [1989] określono formy połączeń badanych pierwiastków w glebie. Zastosowana metoda wyróżnia siedem następujących frakcji: Fr. I – wymienna; Fr. II – łatwo ulegająca rozpuszczeniu; Fr. III – połączeń metali ciężkich z tlenkami Mn; Fr. IV – połączeń organicznych; Fr. V – połączeń słabo krystalizujących (amorficznych) tlenków Fe; Fr. VI – połączeń silnie krystalizujących tlenków Fe; Fr. VII – pozostałość.

Dane zaprezentowane dla analizy sekwencyjnej są średnią z trzech powtórzeń.

Wyniki i dyskusja

Dane zawarte w tabeli 1 wskazują, iż ogólne ilości badanych mikroelementów były zróżnicowane w zależności od wpływu wariantu wodnego oraz dawki azotu.

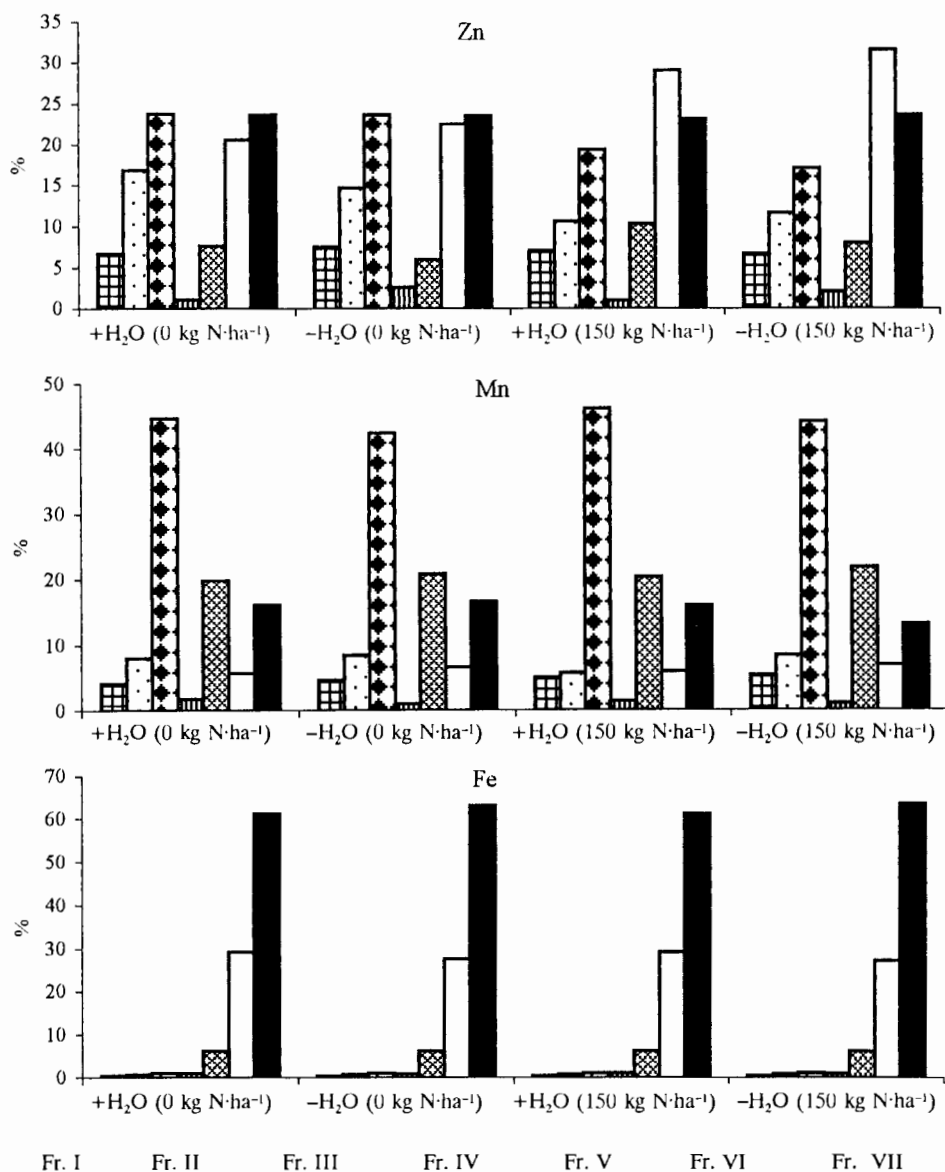
Cynk oraz mangan wykazały podobieństwo w reakcji na stosowany czynnik deszczowania jak i nawożenia azotem. Wzrost zawartości obu tych pierwiastków miał miejsce na kombinacjach deszczowanych niezależnie od zastosowanej dawki N i był średnio wyższy o 12% dla cynku i 3,7% dla manganu w porównaniu do kombinacji niedeszczowanych.

Natomiast ogólne ilości żelaza ujawniły odwrotny kierunek zmian, wyrażający się ich wzrostem na kombinacjach niedeszczowanych. Jednocześnie badane metale jednakowo zareagowały spadkiem ogólnych zawartości w wyniku nawożenia azotem (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Wybrane właściwości fizyczne i chemiczne badanych prób glebowych
Selected physical and chemical properties of investigated soil samples

Objekt Object	% frakcji Fraction ($\varnothing < 0,02 \text{ mm}$)	pH	C org. Organic C	N og. Total N	Zawartość ogólna Total content ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)		
			(g·kg ⁻¹)		Zn	Mn	Fe
+H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	10	6,5	6,92	0,65	69,7	210	5075
-H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	14	6,5	7,38	0,64	63,3	204	5187
+H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	12	6,4	7,41	0,72	67,9	193	4421
-H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	15	6,3	7,20	0,70	59,0	185	4807



Frakcje; Fractions: Fr. I – wymienna; exchangeable, Fr. II – łatwo ulegająca rozpuszczeniu; easy soluble, Fr. III – połączeń metali ciężkich z tlenkami Mn; compounds of heavy metals with Mg oxides, Fr. IV – połączeń organicznych; organic compounds, Fr. V – połączeń słabo krystalizujących (amorficznych) tlenków Fe; weakly crystallizing (amorphous) compounds of iron oxides, Fr. VI – połączeń silnie krystalizujących tlenków Fe; strongly crystallizing compounds Fe oxides, Fr. VII – pozostałość; residue

Rys. 1. Procentowe występowanie pierwiastków we frakcjach gleb w zależności od deszczowania i nawożenia azotem

Fig. 1. Percentage of elements' distribution in soil fractions depending on spray irrigation and nitrogen doses

Oddziaływanie badanych czynników jakie stwierdzono w przypadku ogólnych ilości cynku, zostało odzwierciedlone w rozmieszczeniu tego pierwiastka we frakcjach glebowych (tab. 2). Nawożenie azotem przyczyniło się do obniżenia bezwzględnych ilości pierwiastka, głównie we frakcji wymiennej (Fr. I), łatwo ulegającej rozpuszczeniu (Fr. II), połączonej z tlenkami Mn (Fr. III) oraz z trudno rozpuszczalnymi związkami organicznymi (Fr. IV). Trend spadku zawartości cynku w wymienionych powyżej frakcjach odzwierciedla także ujęcie procentowe (rys. 1). Deszczowanie generalnie sprzyjało gromadzeniu się Zn we frakcjach glebowych. Jedynym wyjątkiem była frakcja IV, w przypadku której dwukrotnie większe ilości odnotowano na kombinacjach niedeszczowanych (tab. 2, rys. 1).

Tabela 2; Table 2

Zawartość cynku, manganu i żelaza we frakcjach glebowych w zależności od deszczowania i nawożenia azotem (mg·kg⁻¹)
Contents of zinc, manganese and iron in soil fractions depending on spray irrigation and nitrogen fertilization (mg·kg⁻¹)

	Frakcje; Fractions						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Cynk; Zinc							
+H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	4,9	12,2	17,2	0,8	5,5	14,9	72,6
-H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	4,7	9,1	14,7	1,6	3,7	14,0	14,6
+H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	4,8	7,3	13,3	0,6	7,1	19,9	15,8
-H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	4,0	7,0	10,3	1,2	4,8	19,0	14,2
Mangan; Manganese							
+H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	8,2	15,9	88,6	3,5	39,4	11,4	31,8
-H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	9,0	16,4	82,9	2,0	40,6	12,8	32,5
+H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	9,8	11,2	89,8	2,8	39,5	11,6	30,5
-H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	9,7	15,2	80,0	1,8	39,5	12,3	33,3
Żelazo; Iron							
+H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	22,6	37,0	56,0	48,0	285,5	1386	2875,5
-H ₂ O (0 kg N·ha ⁻¹)	26,4	39,5	58,0	46,5	311,3	1397	3184,5
+H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	22,5	35,0	50,5	47,5	279,8	1345	2819,5
-H ₂ O (150 kg N·ha ⁻¹)	26,2	39,0	55,0	43,7	352,0	1361,5	3169,5

Frakcje I-VII; Fractions I-VII – patrz rys. 1; see Fig. 1

Analiza sekwencyjna cynku potwierdziła charakterystyczne zachowanie się tego pierwiastka w środowisku glebowym, niezależnie od czynników doświadczenia, przejawiające się w preferencji do tworzenia połączeń z tlenkami Mn (Fr. III) oraz krystalicznymi tlenkami żelaza (Fr. VI). Zaprezentowane wyniki, dotyczące rozmieszczenia cynku we frakcjach glebowych, znajdują potwierdzenie w doniesieniach literaturowych [SHUMAN 1985; LIANG i in. 1990; ASAMI i in. 1995]. Jednocześnie uwagę zwraca relatywnie wysoka ilość cynku obecnego we frakcji I i II, a więc w połączeniach mobilnych charakteryzujących między innymi łatwo rozpuszczalne kompleksy z frakcją związków próchnicznych typu fulwokwasów. Zjawisko to jest zgodne z badaniami REDDIEGO i in. [1995], którzy wykazali większą zdolność kwasów fulwowych do wiązania Zn w porównaniu z kwasami huminowymi próchnicy glebowej. Powyższe stwierdzenie jednocześnie tłumaczy wyjątkowo

słabą kumulację cynku w połączeniach z trwałymi związkami próchnicznymi (Fr. IV), co również odnotowali LIANG i in. [1990] oraz ASAMI i in. [1995]. W związku z powyższym, duża ruchliwość cynku w środowisku z jednej strony jest korzystna, bowiem przyczynia się do większej dostępności mikroelementów dla rośliny, z drugiej jednak może stać się przyczyną zwiększonego wymycia cynku z warstwy ornej.

Zastosowana analiza sekwencyjna ujawniła podobieństwa między manganem i żelazem w ich rozmieszczeniu w analizowanych frakcjach. W odróżnieniu od cynku stwierdzono, iż w przypadku frakcji IV Mn i Fe w większych ilościach gromadziły się na obiektach deszczowanych, na których średnio nastąpił wzrost o 65% Mn i o 6% Fe w porównaniu do ilości w próbach glebowych pochodzących z kombinacji niedeszczowanych. Rozważając wpływ czynnika wodnego na zawartość Mn i Fe w wyróżnionych frakcjach glebowych należy stwierdzić, iż generalnie poza omówionym powyżej wyjątkiem frakcji IV – brak nawadniania sprzyjał ich gromadzeniu, niezależnie od zastosowanej dawki azotu. W przypadku manganu prezentują to dane zawarte w tabeli 2 jak i na rysunku 1. Powyższy trend, odnośnie żelaza lepiej został zaprezentowany w postaci wartości względnych ujętych w tabeli 2. Niewielka ilość Fe i Mn w badanych frakcjach na obiektach deszczowanych wynikać może z faktu, iż oba metale w warunkach uwilgotnienia szybko ulegają uruchomieniu i przemieszczaniu w głąb profilu wskutek redukcji do form na drugim stopniu utlenienia [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Zjawisko to tłumaczyć może względnie małe ilości obu pierwiastków we frakcjach I i II odpowiedzialnych za ruchliwość metali w środowisku, a co za tym idzie ich dostępność dla rośliny. Jednocześnie najwyższa dawki azotu ($150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) wpłynęła na obniżenie ilości obu metali we wspomnianej frakcji IV oraz III i II (tab. 2). W przypadku manganu powyższy trend spadku w wartościach względnych został również potwierdzony w ujęciu procentowym, czego jednak nie odnotowano dla żelaza (rys. 1).

Mangan i żelazo w analizowanych frakcjach wykazały dużą jednolitość, dominując ilościowo w połączeniach z tlenkami Mn i Fe, co w przypadku manganu zostało wyrażone jego 42,3–46% udziałem we frakcji III, a żelaza 27,2–29,4% udziałem we frakcji VI (rys. 1). Wykazany typ rozmieszczenia obu powyższych metali w glebach, potwierdzony wynikami SHUMANA i in. [1985], wskazuje również na ich geochemiczny charakter, ujawniający się szczególnie w preferencji do tworzenia połączeń z tlenkami Mn i Fe, co w środowisku glebowym często występuje w postaci wytrąconych konkrecji żelazowo-manganowych [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999].

Wnioski

1. Nawożenie azotem przyczyniało się do spadku ogólnych zawartości cynku, manganu i żelaza, jak również ich ilości w poszczególnych frakcjach glebowych. Deszczowanie natomiast sprzyjało tylko kumulacji ogólnych zawartości cynku i manganu.
2. Analiza sekwencyjna ujawniła, iż mangan i żelazo występowały w większych ilościach w próbach glebowych niedeszczowanych, przy czym oba metale dominowały w połączeniach trudno rozpuszczalnych.

3. Rozmieszczenie cynku we frakcjach gleby potwierdziło jego dużą ruchliwość w środowisku, wyrażoną preferencją do tworzenia połączeń mobilnych, łatwo rozpuszczalnych głównie na kombinacjach deszczowanych niezależnie od nawożenia azotowego.

Literatura

- ASAMI T., KUBOTA M., ORIKASA K. 1995. *Distribution of different fractions of cadmium, zinc, lead and copper in unpolluted and polluted soils*. Water, Air and Soil Pollution 83: 187-194.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawn. Nauk. PWN, Warszawa: 398 ss.
- LIANG J., STEWART W.B., KARAMANOS R.E. 1990. *Distribution of zinc fractions in prairie soils*. Can. J. Soil. Sci. 70: 335-342.
- MALHI S.S., HARAPIAK J.T., NYBORG M., WIŚNIEWSKA-KIELAN B. 1999. *Effect of long-term application of different nitrogen forms on soil reaction and some microelement contents in soil and bromegrass hay*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 547-558.
- REDDY K.J., WANG L., GLOSS S.P. 1995. *Solubility and mobility of copper, zinc and lead in acidic environments*, w: *Plant Soil Interactions at low pH*. Date R.A. et al. (red.). Kluwer Academic Publishers: 141-146.
- RUSZKOWSKA M., KUSIO M., SYKUT S., MOTOWICKA-TERELAK T. 1996. *Zmiany zawartości pierwiastków śladowych w glebach w warunkach doświadczenia lizymetrycznego (1991-1994)*. Roczn. Gleb. 47: 23-32.
- SHUMAN L.M. 1985. *Fractionation method for soil microelements*. Soil Sci. 140(1): 11-22.
- ZEIEN H., BRÜMMER G.W. 1989. *Chemische Extraktionen zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Boden*. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 59(1): 505-510.

Słowa kluczowe: frakcje glebowe mikroelementów, metoda sekwencyjna, nawadnianie, nawożenie azotem

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad rozmieszczeniem cynku, manganu i żelaza we frakcjach glebowych w zależności od zastosowanego wariantu wodnego oraz nawożenia azotem. W oparciu o uzyskane dane stwierdzono, iż nawożenie azotem przyczyniało się do spadku ogólnych zawartości badanych mikroelementów i ich ilości w poszczególnych frakcjach glebowych. Analiza sekwencyjna ujawniła, że deszczowanie zwiększało zawartość cynku a zmniejszało manganu i żelaza w uzyskanych frakcjach. Cynk głównie występował w połączeniach łatwo uruchamianych do środowiska, natomiast dla manganu i żelaza charakterystycznym było tworzenie trwałych połączeń z tlenkami manganu i żelaza.

INFLUENCE OF SPRAY IRRIGATION AND NITROGEN
FERTILIZATION ON FORMS OF MICROELEMENTS IN SOILS
UNDER CEREAL MONOCULTURE

Monika Jakubus

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Poznań

Key words: soil fractions of microelements, sequential method, spray irrigation, nitrogen fertilization

Summary

The current work presents the results of investigations on zinc, manganese and iron distribution in soil fractions in dependence on spray irrigation and nitrogen fertilization. It was found that the nitrogen fertilization decreased total content of analysed microelements as well as their amounts in obtained fractions. Sequential method revealed that zinc existed in easily soluble bonds and manganese and iron in hardly soluble ones. Moreover, the spray irrigation increased the content of zinc and decreased the manganese and iron contents.

Dr inż. **Monika Jakubus**
Katedra Chemii Rolnej
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
ul. Wojska Polskiego 71F
60-625 POZNAŃ
e-mail: monja@owl.au.poznan.pl