

Wojciech Lipiński, Stanisław Franczak, Anna Watros

ODDZIAŁYWANIE SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO, ODCZYNU I MATERII ORGANICZNEJ GLEBY NA ZAWARTOŚĆ ŻELAZA I MANGANU W ZIARNIE PSZENICY

Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Warszawie

WSTĘP

Podstawowym źródłem pierwiastków dla roślin jest gleba, jednakże zawarte w niej składniki włączane są do łańcucha troficznego w sposób uwarunkowany wieloma czynnikami. Człowiek może wpływać na zwiększenie koncentracji pierwiastków przez użyźnianie gleby, ale także na ich ubytek, wywołany przede wszystkim działalnością rolniczą. Liczne badania dowodzą, że zawartość pierwiastków śladowych w roślinach zwiększa się nieproporcjonalnie do ich nagromadzenia w glebie (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999, LIPIŃSKI 2001, TERELAK i in. 1998). Zależy to głównie od cech gatunkowych roślin i właściwości gleby, wywierających wpływ na aktywność poszczególnych metali. Dlatego w produkcji rolniczej niezwykle istotne znaczenie ma rozpoznawanie czynników mogących oddziaływać na zawartość składników o dużym znaczeniu fizjologicznym dla roślin uprawnych, które przeznaczane są do spożycia przez człowieka lub na paszę dla zwierząt.

Celem pracy było określenie oddziaływania składu granulometrycznego, odczynu i materii organicznej gleby na koncentrację manganu i żelaza w ziarnie pszenicy, z jednoczesnym wykorzystaniem ocenianych właściwości gleby jako wskaźników do przewidywania koncentracji badanych mikroelementów w częściach użytkowych rośliny testowej.

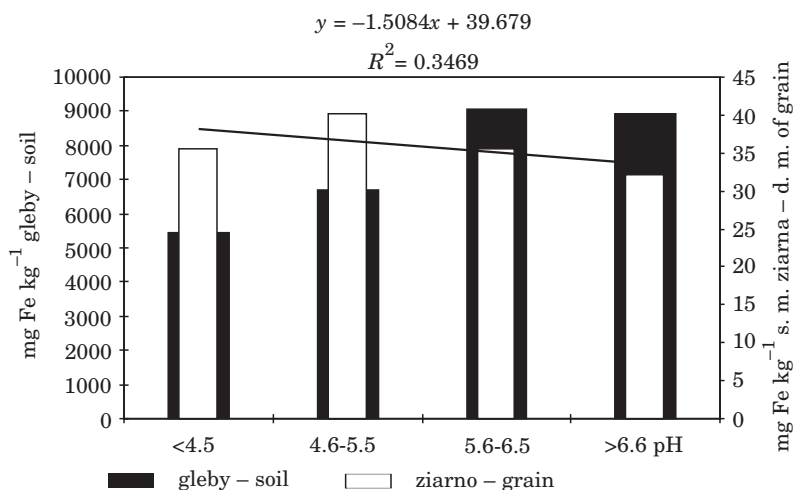
MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na podstawie materiału glebowego i roślinnego pobranego z terenu Lubelszczyzny i przeanalizowanego w latach 1997–2002. Do badań wytypowano obiekty, na których uprawiano pszenicę ozimą. O wyborze rośliny testowej zdecydowało wykorzystanie tego zboża przez człowieka głównie do celów konsumpcyjnych. Łącznie pobrano 150 próbek materiału roślinnego. Z tych samych miejsc pozyskiwano glebę do badań. W pracy wykorzystano materiał pochodzący z obiektów zlokalizowanych na glebach mineralnych, zróżnicowanych pod względem składu granulometrycznego, odczynu oraz zawartości materii organicznej. Glebę pobierano z warstwy 0–20 cm. Na próbkę ogólną składało się 15–20 próbek pojedynczych, pochodzących z powierzchni nie przekraczającej 2 ha. W glebie oznaczono skład granulometryczny metodą areometryczną, zawartość materii organicznej metodą Tiurina oraz pH w 1 mol KCl·dm⁻³. Żelazo i mangan oznaczono metodą AAS, po mineralizacji w wodzie królewskiej (HCl+HNO₃). Wyniki badań gleby przyporządkowano do funkcjonujących w praktyce granicznych wartości. Dla składu granulometrycznego wyznaczono 4 zakresy (poziomy) <10% części spławianych, 11–20%, 21–35% i >35%. Zakres odczynu, materiału glebowego pobranego do badań był szeroki, i w związku z powyższym wydzielono gleby bardzo kwaśne (pH<4,5), kwaśne (pH 4,6–5,5), lekko kwaśne (pH 5,6–6,5) oraz obojętne i zasadowe (pH>6,6). Ustanowienie jednej grupy gleb o odczynie obojętnym i zasadowym było związane z małą reprezentacją gleb o pH >7,3 (pojedyncze przypadki). Pod względem zawartości materii organicznej wyodrębniono gleby zawierające do 1,00%, 1,01–2,00%, 2,01–3,5 i powyżej 3,5% próchnicy.

Ziarno pszenicy pozyskane w fazie dojrzałości pełnej mielono w stanie naturalnym, a następnie mineralizowano w mieszaninie kwasów nadchlorowego i azotowego. Żelazo i mangan oznaczano metodą AAS. Wyniki badań poddano ocenie statystycznej metodą analizy regresji liniowej. Na rysunkach podano równania wraz ze współczynnikami determinacji.

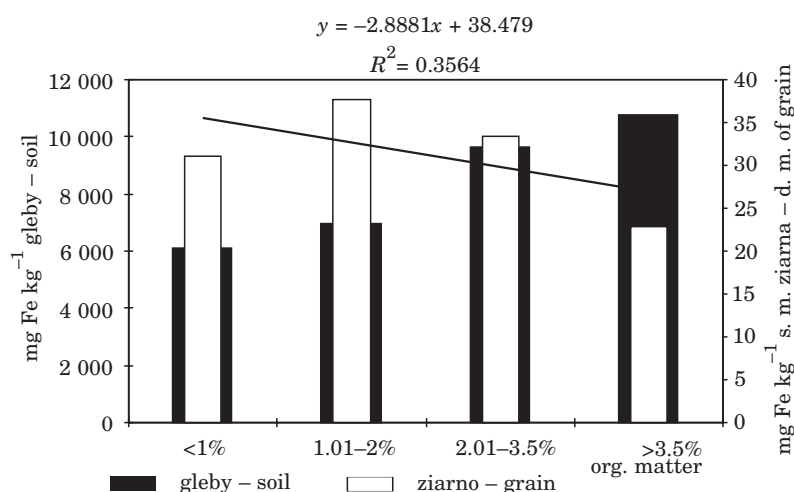
WYNIKI

W badaniach potwierdzono wyraźny związek między składem granulometrycznym, zawartością materii organicznej oraz odczynem gleby i występowaniem w niej ogólnych ilości żelaza (rys. 1–3) oraz manganu (rys. 4–6). Większy udział cząstek glebowych o wymiarach poniżej 0,02 mm sprzyjał zwiększaniu koncentracji zarówno manganu, jak i żelaza w glebie. Wyższym wartościom pH odpowiadała także większa zawartość żelaza ekstrahowanego wodą królewską, natomiast ilość manganu zmniejszała się w glebach o pH powyżej 6,6. Stwierdzona zawartość manganu, w przeciwieństwie do żelaza, była mniejsza w glebach o wyższej zawartości substancji organicznej.



Rys. 1. Wpływ pH gleby na zawartość Fe w ziarnie pszenicy

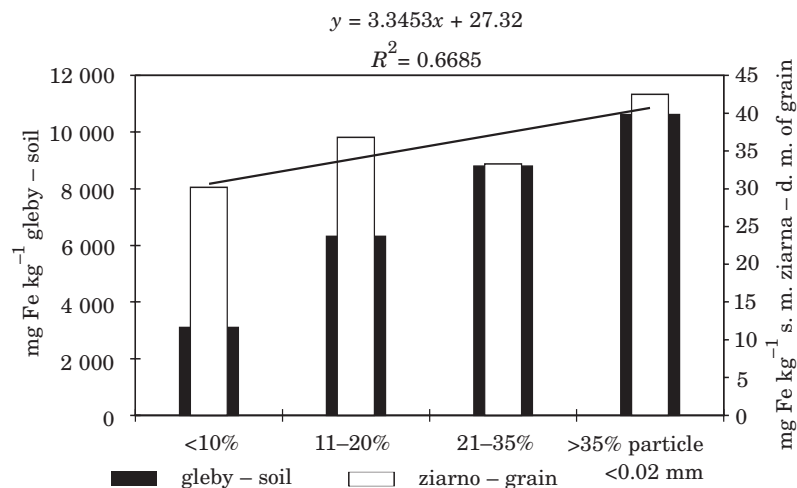
Fig. 1. Influence of soil pH on Fe content in wheat grain



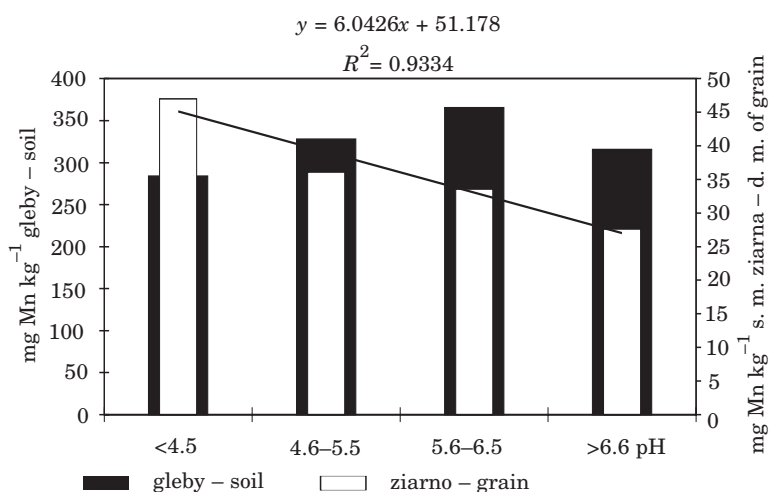
Rys. 2. Wpływ substancji organicznej gleby na zawartość Fe w ziarnie pszenicy

Fig. 2. Influence of soil organic matter on Fe content in wheat grain

Wymienione właściwości gleby wykazywały istotny związek z zawartością żelaza i manganu w ziarnie pszenicy. Mimo zwiększających się ilości tych składników w glebie, ich nagromadzenie w ziarnie zmniejszało się w roślinach pochodzących zarówno z obiektów o wyższym pH, jak i o większej zawartości materii organicznej. Liniową istotną zależność stwierdzono jedynie między koncentracją żelaza w ziarnie pszenicy oraz zwiększającym się udziałem części splanianych w glebie ($r=0,818$ – rys. 3). Oznaczenie pH gleby oraz substancji organicznej wykazało

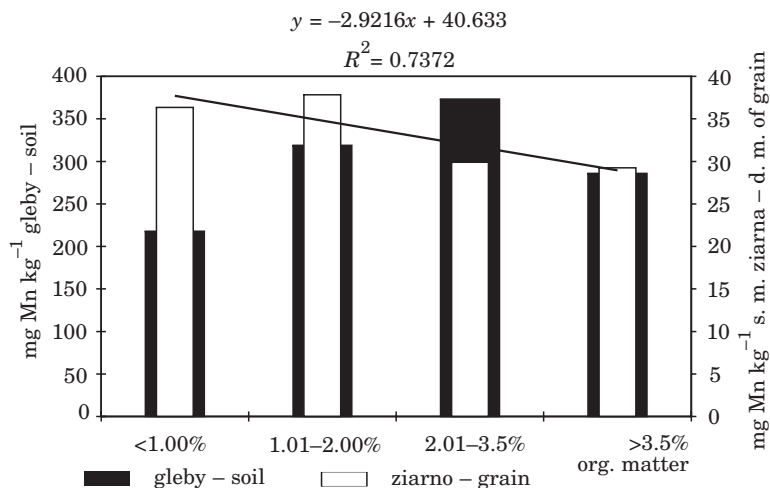


Rys. 3. Wpływ składu granulometrycznego gleby na zawartość Fe w ziarnie pszenicy
Fig. 3. Influence of soil granulometric composition on Fe content in wheat grain

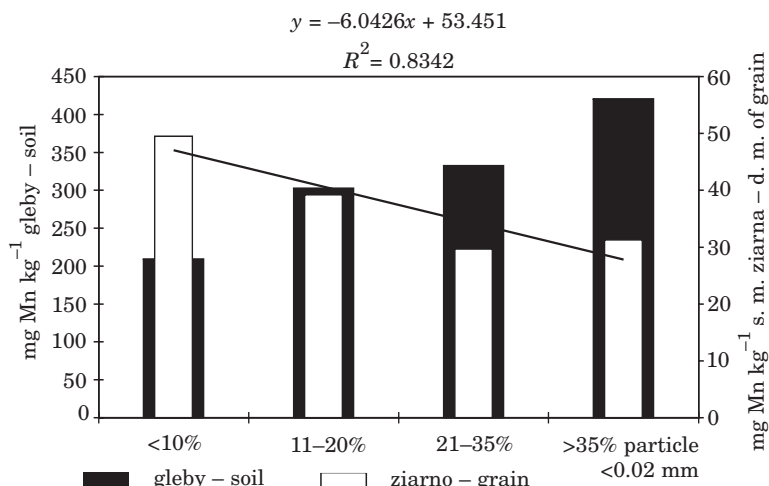


Rys. 4. Wpływ pH gleby na zawartość Mn w ziarnie pszenicy
Fig. 4. Influence of soil pH on Mn content in wheat grain

mniej wyraźne, chociaż istotne statystycznie, zależności z koncentracją żelaza w ziarnie pszenicy ($r=589$ oraz $0,597$) – rys. 1–2. W badaniach wykazano silny związek między ilością manganu w ziarnie pszenicy i składem granulometrycznym, materią organiczną oraz odczynem gleby. Właściwości te mogą być wykorzystywane jako wskaźniki do przewidywania zawartości Mn w ziarnie badanej rośliny (odpowiednio $r = 0,966, 0,859$ i $0,913$) – rys. 4–6.



Rys. 5. Wpływ substancji organicznej gleby na zawartość Mn w ziarnie pszenicy
Fig. 5. Influence of soil organic matter on Mn content in wheat grain



Rys. 6. Wpływ składu granulometrycznego gleby na zawartość Mn w ziarnie pszenicy
Fig. 6. Influence of soil granulometric composition on Mn content in wheat grain

Występowanie pierwiastków śladowych w roślinach jest powiązane z ich koncentracją w glebie (KABATA-PENDIAS i in. 1995, KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999), co znajduje potwierdzenie przede wszystkim przy zanieczyszczeniu metalami ciężkimi. Chemiczne metody ekstrakcji składników z gleby nie są jednak najlepszym wskaźnikiem w zakresie oceny zawartości metali w roślinach, co jest ściśle związane ze zróżnicowaniem rozpuszczalności tych związków w roztworach ekstrakcyjnych i roztworze glebowym (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999, LPIŃSKI 2001, SPARKS 1995).

O mobilności pierwiastków w glebie decyduje wiele czynników, m.in. napowietrzenie, temperatura, dynamika wzrostu systemu korzeniowego, jednakże na uruchamianie metali największy wpływ wywierają odczyn gleby, zawartość części koloidalnych, a także zawartość materii organicznej. Większy udział cząstek o średnicy $<0,02$ mm wiąże się zwykle ze zwiększeniem ilości pierwiastków śladowych, a to może się przyczynić do intensywniejszego pobrania tych składników przez niektóre gatunki roślin uprawnych. Natomiast mniejsza zawartość części sypawych może sprzyjać wymywaniu łatwo rozpuszczalnych form metali poza zasięg korzeni, co może ograniczyć ich pobranie przez rośliny (HERMS, BRÜMMER 1984, LIPIŃSKI, BEDNAREK 1998, LIPIŃSKI 2001, RUSZKOWSKA i in. 1996, SYKUT, RUSZKOWSKA 2000, TERELAK i in. 1998).

Na zawartość metali ciężkich w roślinach wpływa odczyn gleby (BEDNAREK, LIPIŃSKI 1996, HERMS, BRÜMMER 1984, KABATA-PANDIAS i in. 1995, KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999, LIPIŃSKI 2001, TERELAK i in. 1998). Szczególnie silne zakwaszenie sprzyja ruchliwości kationów metali, ale wraz ze zwiększeniem pH mogą one ulegać unieruchamianiu w formie związków o słabszej rozpuszczalności (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999). Jednak wysokie pH, przy dużej koncentracji kationów wapnia lub magnezu, może przyczynić się do zwiększonej aktywności metali, co jest spowodowane ich wypieraniem z kompleksu sorpcyjnego przez Ca i Mg (JACKOWSKA, PIOTROWSKI 1996, KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999).

Znaczny wpływ na przyswajalność pierwiastków śladowych wywiera substancja organiczna gleby, w szczególności jej poszczególne frakcje. Metale tworząc chylaty z pewnymi frakcjami związków węgla z substancji organicznej mogą być przez nie unieruchamiane. Ale rozkładająca się materia organiczna, zwłaszcza w warunkach silnego zakwaszenia, może sprzyjać ich pobieraniu przez rośliny (BOLTON, THOROSE 1997, GORLACH, GAMBUŚ 1991, HERMS, BRÜMMER 1984).

WNIOSKI

1. Spośród ocenianych parametrów gleby, największy dodatni związek z koncentracją żelaza w ziarnie pszenicy miał zwiększający się udział cząstek o średnicy poniżej 0,02 mm.

2. Wyższy odczyn gleby oraz większa zawartość próchnicy wpływały na ograniczenie zawartości żelaza w ziarnie badanej rośliny.

3. Zarówno wyższe pH, jak i wzrastający udział materii organicznej oraz części sypawych w glebie wpływały na ograniczenie ilości manganu w ziarnie pszenicy.

PIŚMIENICTWO

- BEDNAREK W., LIPIŃSKI W. 1996. *Zaopatrzenie jęczmienia jarego w mangan i cynk w warunkach zróżnicowanego nawożenia fosforem, magnezem i wpanowania*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 424: 30-35.
- BOLTON K. A., THOROSE E. 1997. *The effect of soil organic matter on cadmium bioavailability in barley*. 4th Intern. Conf. „Biogeochem. Trace Elements”, 23-26.07.1997, Berkeley, CA, 103-104.
- GORLACH E., GAMBUŚ F. 1991. *Desorpcja i fitoprzywajalność metali ciężkich w zależności od właściwości gleby*. Roczn. Glebozn., 42 (3/4): 207-214.
- HERMS U., BRÜMMER G. 1984. *Einflussgrößen der Schwermetalllöslichkeit und Bindung in Böden*. Z. Pflanzenemähr. Bodenkd., 147: 400-424.
- JACKOWSKA I., PIOTROWSKI J. 1996. *Dostępność metali ciężkich w środowisku naturalnym po dolo-mitowaniu*. Pr. Nauk IV Ogólnopol. Symp. Magnezol. „Magnez w środowisku człowieka”. Lublin, 129-135.
- KABATA-PANDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C. 1995. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA*. PIOŚ, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa.
- LIPIŃSKI W., BEDNAREK W. 1998. *Występowanie łatwo rozpuszczalnych form metali w glebach Lubelszczyzny w zależności od odczynu i składu granulometrycznego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 456: 399-404.
- LIPIŃSKI W. 2001. *Oddziaływanie niektórych właściwości gleby na zawartość metali ciężkich w ziarnie pszenicy, żyta oraz bulwach ziemniaka*. Rozp. Nauk. AR w Lublinie, 249.
- RUSZKOWSKA M., KUSIO M., SYKUT S., MOTOWICKA-TERELAK T. 1996. *Zmiany zawartości pierwiastków śladowych w glebie w warunkach doświadczenia lizymetrycznego (1991-1994)*. Roczn. Glebozn., 47 (1/2): 23-32.
- SPARKS D. L. 1995. *Environmental Soil Chemistry*. San Diego-New York-Boston London-Sydney-Tokyo-Toronto. Academic Press.
- SYKUT S., RUSZKOWSKA M. 2000. *Wymywanie mikroelementów i niektórych pierwiastków śladowych z gleb w lizymetrach*. Nawozy i Nawożenie PTN-CIEC, 4: 26-34.
- TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKA T., PIETRUCH Cz., BUDZYŃSKA K., SROCZYŃSKI W. 1998. *Właściwości chemiczne gleb oraz zawartość metali ciężkich i siarki w glebach i roślinach*. IUNG Puławy, 1-129.

Wojciech Lipiński, Stanisław Franczak, Anna Watros

**ODDZIAŁYWANIE SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO, ODCZYNU
I MATERII ORGANICZNEJ GLEBY NA ZAWARTOŚĆ ŻELAZA I MANGANU
W ZIARNIE PSZENICY**

Słowa kluczowe: skład granulometryczny, odczyn, materia organiczna, żelazo, mangan, pszenica.

Abstrakt

W badaniach potwierdzono zależności między składem granulometrycznym, zawartością materii organicznej oraz odczynem a ogólną ilością żelaza oraz manganu w glebie. Wymienione właściwości wykazywały istotne zależności z zawartością żelaza i manganu w ziarnie pszenicy. Mimo zwiększającej się koncentracji tych składników w glebie, ich nagromadzenie w ziarnie zmniejszało się w roślinach pochodzących zarówno z gleb o wyższym pH, jak i z gleb o większej zawartości materii organicznej. Stwierdzono także istotną zależność między koncentracją manganu w ziarnie pszenicy i składem granulometrycznym, odczynem i materią organiczną gleby.

**THE INFLUENCE OF GRANULOMETRIC COMPOSITION, REACTION
AND ORGANIC MATTER OF SOIL ON IRON AND MANGANESE CONTENTS
IN WHEAT GRAIN**

Key words: granulometric composition, reaction, organic matter, iron, manganese, wheat.

Abstract

Studies confirmed association between granulometric composition and organic matter content vs. reaction and total amounts of iron and manganese in soil. Those properties showed significant dependence on iron and manganese level in wheat kernels. Despite of increasing concentrations of those elements in the soil, their accumulation in grain decreased in plants originating both from soil with higher pH, and that with higher organic matter content. Also significant association between manganese concentration in wheat grain and granulometric composition, reaction and organic matter was found.