

PODATNOŚĆ MAGNETYCZNA GLEBY PŁOWEJ

Z. Sokołowska, M. Hajnos, A. Alekseev, T. Alekseeva**

Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, 20-290 Lublin 27, Doświadczalna 4, Polska
zosia@maja.ipan.lublin.pl

*Instytut Podstawowych Problemów Fizykochemicznych i Biologicznych Gleb
Rosyjskiej Akademii Nauk, Puszcino, Rejon Moskwa, 142292, Rosja
alekseeva@issp.serpukhov.su

Streszczenie. W pracy podjęto próbę oceny wpływu systemu uprawy gleby na jej podatność magnetyczną. Badania prowadzono na próbkach pobranych z poziomu orno, z wieloletnich, statycznych doświadczeń polowych uwzględniających dwa systemy uprawowe – nawożenie organiczne (uprawa ekologiczna) i nawożenie mineralne (uprawa konwencjonalna). Próbkę glebowe pobierano z poletek obsianych pszenicą i jęczmieniem przez okres 3 lat (1996–98). Podatność magnetyczna (χ) próbek glebowych zmieniała się w niewielkim stopniu w zależności od sposobu uprawy gleby. Dla gleby uprawianej ekologicznie wynosiła ona średnio $9,72 \times 10^{-6}$ SI i była nieznacznie wyższa od χ otrzymanych dla gleby uprawianej konwencjonalnie $8,03 \times 10^{-6}$ SI. Czas trwania doświadczenia polowego i terminy pobierania próbek glebowych praktycznie nie różnicowały podatności magnetycznej badanych próbek. Podatność magnetyczna gleby ulegała większym zmianom w zależności od rodzaju uprawianych na niej roślin. Zarówno odczyn jak i zawartość substancji organicznej badanych próbek glebowych nie wykazywały związku z podatnością magnetyczną gleby. Natomiast bardziej wyraźny związek zauważono pomiędzy χ a składem granulometrycznym badanych próbek.

Słowa kluczowe: podatność magnetyczna, gleba płowa, uprawa konwencjonalna, uprawa ekologiczna, zboża

WSTĘP

Magnetyczne właściwości gleby zależą od właściwości magnetycznych składników glebowych, głównie zaś od ilości i rodzaju minerałów [23]. Jednymi z najważniejszych są związki żelaza, szczególnie tlenki. Obecność i rozmieszczenie w glebie żelaza i jego związków może być wskaźnikiem procesów glebotwór-

czych lub np. stopnia zwiętrzenia minerałów [3, 13, 15, 17]. Również pomiar podatności magnetycznej (ang. magnetic susceptibility, MS, χ) może być takim wskaźnikiem [1–3]. Podatność magnetyczna jest także stosowana do oceny stopnia zanieczyszczenia gleb [9, 20, 21]. Podatność magnetyczna zależy głównie od obecności w glebie minerałów ferromagnetycznych. Feng i Johnson [6] stwierdzili, że rozmiar cząstek glebowych i obecność w niej węglanów ma również istotny wpływ na podatność magnetyczną.

Sposób użytkowania gleb wywiera zasadniczy wpływ nie tylko na morfologię profilów glebowych, ale także na jej właściwości oraz wartość użytkową [4, 5, 7, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 22].

Celem pracy była próba oceny wpływu sposobu uprawy gleby na jej właściwości magnetyczne. Przeprowadzono również pomiary odczynu, zawartości węgla organicznego oraz składu granulometrycznego gleby przydatne do interpretacji wyników.

MATERIAŁ I METODY

Materiał glebowy został pobrany z poziomu ornego, z wieloletnich, statycznych doświadczeń polowych prowadzonych przez IUNG-Puławy w Osinach. Poletka doświadczalna założono na glebie płowej (Haplic Luvisol wg FAO) wytworzonej z glin zwałowych o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego (1-0,1 mm – 68%; 0,1-0,05 mm – 10%; 0,05-0,02 mm – 8%; <0,02 mm – 14%).

Prowadzone doświadczenia polowe uwzględniają dwa systemy uprawowe – nawożenie organiczne (uprawa ekologiczna) i nawożenie mineralne (uprawa konwencjonalna). W uprawie ekologicznej stosowano nawożenia organiczne (kompost) oraz ręczne i mechaniczne zwalczanie chwastów. W systemie ekologicznym następstwo roślin było następujące: ziemniak/jęczmień jary/koniczyna czerwona/koniczyna czerwona/pszenica ozima. Natomiast w systemie konwencjonalnym – rzepak/pszenica ozima/jęczmień jary.

Należy podkreślić, że doświadczenie polowe w Osinach trwa od 1994 roku i jest nadal kontynuowane. Bardziej szczegółowe informacje znajdują się w pracy Kusia [10]. W naszym przypadku, próbki glebowe pobierano z poletek obsianych pszenicą i jęczmieniem przez okres 3 lat (1996–98), każdego roku w trzech terminach: wiosną – po wschodach, latem – w okresie intensywnego wzrostu oraz

jesienią – po zbiorze roślin. Z reprezentatywnej dla poletka próby glebowej pobierano po około 200 g materiału, który po przesuszeniu na powietrzu, lekkim utarci i przesianiu przez sito o średnicy oczek 1 mm poddawano analizie.

Pomiary podatności magnetycznej wykonywano przy użyciu aparatu Kappa-bridge KLY-2 (Geofizyka Brno, Czechy), w trzech powtórzeniach, w temperaturze 20°C.

Odczyn gleby oznaczano metodą elektrometryczną. Pomiaru pH w wodzie i w 1M KCl (stosunek gleby do roztworu 1:2,5) dokonywano po 24 godzinach w cieczy nad glebą. Ogólną zawartość węgla organicznego w glebie oznaczano metodą Tiurina, a skład granulometryczny metodą Bouyoucos'a w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego. Zawiesinę glebową przygotowano stosując kalgon jako czynnik dyspergujący. Wszystkie pomiary wykonywano w trzech powtórzeniach, w temperaturze 20°C.

WYNIKI I DYSKUSJA

Otrzymane wyniki podatności magnetycznej (χ) próbek glebowych przedstawiono w Tabeli 1 oraz na Rys. 1 i 2. W Tabeli 1 zamieszczono ponadto średnie, z trzech lat prowadzenia badań, wyniki pomiarów odczynu (pH) i zawartości węgla organicznego ($C_{org.}$).

Podatność magnetyczna próbek glebowych zmieniała się w niewielkim stopniu w zależności od sposobu uprawy gleby. Dla gleby uprawianej ekologicznie wynosiła ona średnio $9,72 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 2,49$) i była nieznacznie wyższa od χ otrzymanych dla gleby uprawianej konwencjonalnie ($8,03 \times 10^{-6}$ SI; $\sigma = 1,47$). Czas trwania doświadczenia polowego praktycznie nie różnicował podatności magnetycznej badanych próbek glebowych i wynosiła ona średnio w roku 1996 – $9,36 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 3,25$), w roku 1997 – $8,33 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 1,41$) oraz w roku 1998 – $9,10 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 2,06$). W tym przypadku również podatność magnetyczna próbek z uprawy ekologicznej była wyższa niż próbek z uprawy konwencjonalnej. Wartości liczbowe przedstawiały się następująco: w roku 1996 – $11,04 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 3,25$) i $7,68 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 2,55$), w roku 1997 – $8,73 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 1,61$) i $7,90 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 1,01$) oraz w roku 1998 – $9,84 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 2,66$) i $8,36 \times 10^{-6}$ SI ($\sigma = 0,98$), odpowiednio dla uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Nie stwierdzono także znaczących zmian w podatności magnetycznej dla

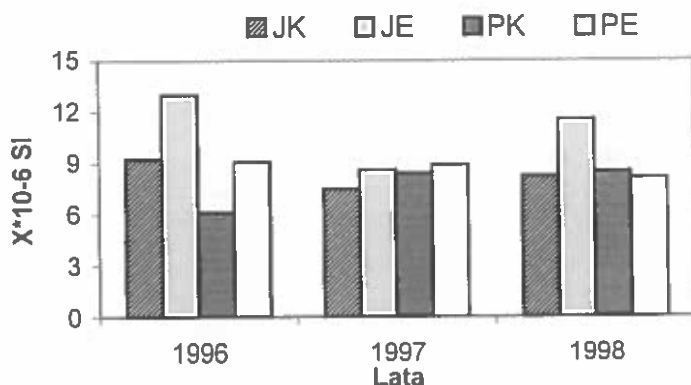
próbek pobranych wiosną (I), latem (II) i jesienią (III). Średnio χ wynosiła dla powyższych terminów odpowiednio: I – 9,76 ($\sigma = 2,28$); II – 8,98 ($\sigma = 2,14$); III – 10,45 ($\sigma = 3,09$) dla próbek gleby z uprawy ekologicznej i I – 7,33 ($\sigma = 0,63$); II – 8,27 ($\sigma = 1,58$); III – 8,12 ($\sigma = 1,85$) dla próbek z uprawy konwencjonalnej.

Tabela 1. Podatność magnetyczna (χ), węgiel organiczny (C_{org}), odczyn (pH) oraz skład granulometryczny badanych próbek glebowych (średnia z trzech lat, w nawiasie – odchylenie standardowe)

Table 1. Magnetic susceptibility (χ), organic carbon (C_{org}), reaction (pH) and granulometric composition of the investigated soil samples (mean from three years, in brackets – standard deviation)

Roślina	$\chi \times 10^{-6}$ SI	C_{org} %	pH		% frakcji o ϕ (mm)		
			H ₂ O	KCl	1-0,1	0,1-0,02	<0,02
Uprawa ekologiczna							
Jęczmień	10,81 (2,44)	1,09 (0,15)	6,6 (0,12)	5,9 (0,35)	66 (8)	21 (4)	13 (5)
Pszrenica ozima	8,63 (2,15)	1,15 (0,27)	6,4 (0,12)	5,7 (0,20)	64 (7)	22 (4)	14 (5)
Uprawa konwencjonalna							
Jęczmień	8,20 (4,51)	0,82 (0,18)	6,5 (0,06)	5,8 (0,15)	72 (4)	17 (4)	10 (4)
Pszrenica ozima	7,86 (1,51)	0,90 (0,21)	6,2 (0,03)	5,7 (0,3)	74 (6)	15 (4)	11 (5)

Podatność magnetyczna gleby ulegała większym zmianom w zależności od rodzaju uprawianych na niej roślin. I tak dla próbek gleby pobranych spod jęczmienia była wyższa niż dla próbek spod pszenicy ozimej (Tabela 1, Rys. 1 i 2). W uprawie konwencjonalnej średnie wartości χ dla gleby spod jęczmienia i pszenicy były do siebie zbliżone. Natomiast w uprawie ekologicznej zróżnicowanie χ było większe. Dla próbek glebowych pochodzących spod jęczmienia χ zmieniała się od około 6×10^{-6} SI do około 15×10^{-6} SI, a spod pszenicy ozimej od 6×10^{-6} SI do około 12×10^{-6} SI. W naszym przypadku czas trwania doświadczenia polowego nie różnicował znacząco podatności magnetycznej badanych próbek glebowych (Rys. 1), co było widoczne zwłaszcza dla gleby spod pszenicy. Powyższe obserwacje wymagają potwierdzenia i przeprowadzenia dalszych badań na liczniejszym i bardziej zróżnicowanym materiale.



Rys.1. Zmiana podatności magnetycznej (χ) gleby w trakcie trwania doświadczenia. Wyniki są średnią z pomiarów prowadzonych w danym roku. J – gleba spod jęczmienia uprawianego ekologicznie (E) i konwencjonalnie (K); P – gleba spod pszenicy ozimej uprawianej ekologicznie (E) i konwencjonalnie (K).

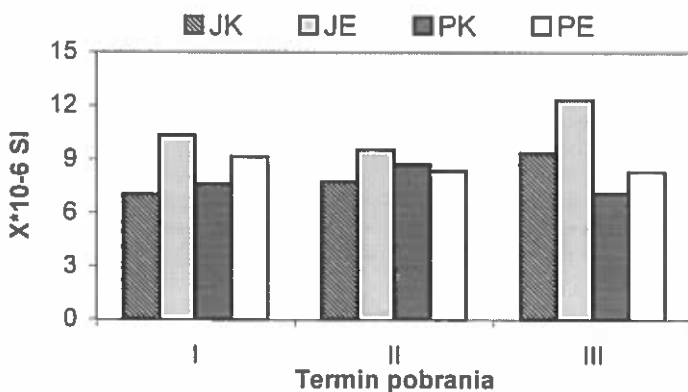
Fig. 1. Change of the magnetic susceptibility (χ) of soils. The results are average values for all measurements in each years. J – soil taken under barley from organic farming (E) and conventional cultivation (K); P – soil taken under winter wheat from organic farming (E) and conventional cultivation (K).

Na Rys. 2 przedstawiono zależność pomiędzy podatnością magnetyczną a terminem pobierania próbek glebowych. Wyniki są średnią z trzech lat prowadzenia badań. Dla pszenicy nie stwierdzono znaczących zmian w podatności magnetycznej dla próbek pobranych wiosną (I), latem (II) i jesienią (III). Większe różnice występują dla próbek gleby spod jęczmienia.

Nie stwierdzono także zależności pomiędzy innymi badanymi właściwościami gleby a jej podatnością magnetyczną (Tabela 1). Zarówno odczyn jak i zawartość substancji organicznej badanych próbek glebowych nie wykazywały związku z podatnością magnetyczną gleby.

Trywialnym jest stwierdzenie, że wprowadzenie do gleby, zwłaszcza lekkiej, nawozów mineralnych narusza jej równowagę jonową. Procesom tym sprzyja dodatkowo, ograniczenie lub całkowite zaniechanie nawożenia organicznego. Wyjałowienie gleby ze składników pokarmowych i wymywanie kationów zasadowych prowadzi do zakwaszenia gleby. Jednym ze skutków obniżonego odczynu jest roztwarzanie się fazy stałej gleby, w tym także związków zawierających

żelazo, które następnie może przemieszczać się w głąb profilu glebowego. Oczywiście, procesy takie są bardzo powolne i wymagają długiego czasu. Modelowe badania wpływu zakwaszenia na roztwarzanie czystych minerałów i gleb przeprowadzone w warunkach ekstremalnego pH wykazały, że stabilność czystych minerałów jest większa niż minerałów glebowych [8]. W naszym przypadku, relatywnie krótki czas prowadzenia pomiarów podatności magnetycznej, jak również łagodne zmiany odczynu gleby prawdopodobnie, nie pozwoliły na stwierdzenie zmian χ . Podobnie względnie niewielkie zmiany zawartości węgla organicznego w próbkach gleby uprawianej ekologicznie i konwencjonalnie nie znajdują odbicia w ich podatności magnetycznej. Natomiast bardziej wyraźny związek zauważono pomiędzy χ a składem granulometrycznym badanych próbek (Tabela 1). Większa zawartość frakcji piaszczystej i niższa frakcji koloidalnej w glebie uprawianej konwencjonalnie, znajduje odbicie w jej niższej podatności magnetycznej. Wynik ten jest zgodny z badaniami Fenga i Johnsona [6]. Wykazali oni, że frakcja koloidalna ma 40% udział w objętościowej χ , a obie frakcje splawialna i koloidalna mają w sumie aż 56% udział.



Rys..2. Zależność pomiędzy podatnością magnetyczną (χ) a terminem poboru prób glebowych. Wyniki są średnią z trzech lat prowadzenia pomiarów. J – gleba spod jęczmienia uprawianego ekologicznie (E) i konwencjonalnie (K); P – gleba spod pszenicy ozimej uprawianej ekologicznie (E) i konwencjonalnie (K); I – wschody; II – okres intensywnego wzrostu; III – po zbiorze roślin.

Fig.2. Relationship between magnetic susceptibility (χ) and sampling period. The results are average values for all measurements in each years. J – soil taken under barley from organic farming (E) and conventional cultivation (K); P – soil taken under winter wheat from organic farming (E) and conventional cultivation (K). I – sprouting, II – intensive growth, III – post harvest.

WNIOSKI

Podatność magnetyczna próbek glebowych zmieniała się w niewielkim stopniu w zależności od sposobu uprawy gleby, wynosiła średnio około $9,0 \times 10^{-6}$ SI i była nieznacznie niższa dla gleby uprawianej konwencjonalnie w porównaniu do gleby uprawianej ekologicznie. Czas trwania doświadczenia polowego praktycznie nie różnicował podatności magnetycznej badanych gleb. Nie stwierdzono także istnienia zależności podatności magnetycznej z terminem pobierania próbek. Podatność magnetyczna gleby ulegała większym zmianom w zależności od rodzaju uprawianych na niej roślin. Dla próbek gleby pobranych spod jęczmienia była wyższa niż dla próbek spod pszenicy ozimej. W uprawie konwencjonalnej średnie wartości χ dla gleby spod jęczmienia i pszenicy były do siebie zbliżone. Natomiast w uprawie ekologicznej zróżnicowanie χ było większe. Również względnie niewielkie zmiany zawartości węgla organicznego w próbkach gleby uprawianej ekologicznie i konwencjonalnie nie znajdują odbicia w ich podatności magnetycznej. Natomiast bardziej wyraźny związek zauważono pomiędzy χ a składem granulometrycznym badanych próbek.

PIŚMIENNICTWO

1. Alekseev A. O., Kovalevskaya I. S., Morgun E. G., Samoylova E. M.: Magnetic susceptibility of soils in catena. *Soviet Soil Sci.* 21, 78–86, 1989.
2. Alekseeva T. V., Alekseev A. O., Morgun E. G., Józefaciuk G., Hajnos M., Sokolowska Z.: Clay mineralogy and iron state as indicators of soil forming processes in typical soils of Lublin Upland region. *Inter. Agrophys.* 7, 69–76, 1993.
3. Babanin V.F.: The use of magnetic susceptibility in identifying forms of iron in soils. *Sov. Soil Sci.*, 5, 847–493, 1973.
4. Biesiacki P. W., Zagórski Z.: Zmiany w składzie mineralogicznym frakcji ilastej pod wpływem intensywnych procesów glejowych. *Rocz. Glebozn.* 47, 181–193, 1996.
5. Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A., Józefaciuk B., Książkowska A., Szymona J., Stawiński J.: Relation between soil structure, number of selected groups of soil microorganisms, organic matter content and cultivation system. *Inter. Agrophysics* 10, 31–35, 1996.
6. Feng Z. D., Johnson W. C.: Factors affecting the magnetic susceptibility of a loess-soil sequence, Barton Country, Kansas, USA. *Catena* 24, 25–37, 1995.
7. Hajnos M., Sokolowska Z., Dąbek-Szreniawska M., Kuś J.: Influence of cultivation system on porosity of pseudopodzolic soil. *Polish J. Soil Sci.* 31, 33–41, 1998.

8. **Józefaciuk G.:** Zmiany właściwości powierzchniowych gleb i mineralów ilastych w procesach zakwaszania i alkalizacji. *Badania modelowe. Acta Agrophysica* 15, 12–31, 1998.
9. **Knab M., Hoffmann V., Appel E., Jordanova N., Beck R.:** Magnetic mapping of road-side pollution and correlation with heavy metals. *Geologica Carpathica* 49, 237, 1998.
10. **Kuś J.:** Wstępne porównanie trzech systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). *Zesz. Nauk. AR Szczec., 307 Roln.* 52, 119–126, 1996.
11. **Lenart S., Gawrońska-Kulesza A., Urbanowski S.:** Wpływ wieloletniego nawożenia (obornikiem i nawozami mineralnymi) na wodoodporność agregatów glebowych. *Zesz. Nauk. AR Szczec., 172 Roln.* 62, 285–290, 1996.
12. **Martyniuk S., Gajda A., Kuś J.:** Właściwości mikrobiologiczne i biochemiczne gleby pod zbożami uprawianymi w systemach konwencjonalnym, integrowanym i ekologicznym. *Materiały Kongresu PTG i Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów”, Lublin 7–10 września 1999, Streszczenia prac,* 267, 1999.
13. **Maruszczak H., Nawrocki J.:** Stratigraphic-paleogeographic interpretation of the results of magnetic susceptibility investigations of loesses at Nielewki (Polska SE). *Ann. UMCS Lublin Sec. B, t.* 46, 173–185, 1992.
14. **Mazur T., Sądej W.:** Zmiana właściwości fizykochemicznych gleby w wyniku wieloletniego nawożenia gnojowicą trzody chlewnej i nawozami mineralnymi. *Rocz. Gleb.,* 47, 3/4, 101–108, 1996.
15. **Piaścik H.:** Zmiany zawartości wapnia i żelaza w glebach torfowo-murszowych Pojezierza Mazurskiego. *Rocz. Glebozn.* 47, 83–88, 1996.
16. **Schjonning P., Christensen B. T., Carstensen B.:** Physical and chemical properties of sandy loam receiving animal manure, mineral fertilizer or no fertilizer for 90 years. *European J. Soil Sci.,* 45, 257–268, 1994.
17. **Schwertmann U.:** The effect of pedogenic environments on iron oxide minerals. *Adv. Soil Sci.* 1, 171–200, 1985.
18. **Sokolowska Z., Hajnos M., Bowanko G., Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A.:** Zmiana niektórych fizyko-chemicznych właściwości gleby uprawianej konwencjonalnie i ekologicznie. *Z. Probl. Post. Nauk Roln.* 460, 351–360, 1998.
19. **Sokolowska Z., Hajnos M., Dąbek-Szreniawska M.:** Relation between adsorption of water vapour, specific surface area and soil cultivation. *Polish J. Soil Sci.* 32, 3–12, 1999.
20. **Strzyszczyński Z., Magiera T., Bzowski Z.:** Magnetic susceptibility as indicator of soils contamination in some regions of Poland. *Rocz. Glebozn.* 44 (suplement), 85–93, 1994.
21. **Strzyszczyński Z., Magiera T.:** Magnetic susceptibility of forest soils in polish-german border area. *Geologica Carpathica* 49, 241–242, 1998.
22. **Szajdak L., Osterberg R.:** Amino acids present in humic acid from soil under different cultivations. *Environmental International* 22, 331–334, 1998.

23. Thompson R., Oldfield F.: Environmental magnetism. Allen&Unwin London, p.227, 1986.
24. Wadiunina A. F., Babanin W. F.: Magnetic susceptibility of some soils of the USSR. Soviet Soil Sci. 10, 55–66, 1972.

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF THE ARABLE LAYER OF SOIL WITH ORGANIC FARMING AND MINERAL FERTILIZATION

Z. Sokolowska, M. Hajnos, A. Alekseev, T. Alekseeva**

Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences, 20-290 Lublin27, Doświadczalna 4, Poland

*Institute of Physico-chemical and Biological Problems in Soil Sciences
Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, 142292, Russia

Summary. In this work magnetic susceptibility of soil samples originating from two different cultivation systems: mineral fertilization (conventional) and organic farming has been investigated. The investigations were carried out for soils collected from the long-term static experiment. The soil samples were taken from humus horizon under barley and winter wheat during 3 years (1996–1998). The sampling was made three times each year: in spring, after sprouting; in summer, during intensive growth and in autumn, post harvest. Soil reaction, organic carbon and granulometric composition were also determined. All measurements were repeated three times at the temperature 20°C. The magnetic susceptibility was only slightly dependent on the cultivation system. For the soils from organic farming system, the average value of magnetic susceptibility was equal to $\chi = 9.72 \times 10^{-6}$ SI, whereas the average magnetic susceptibility for the soils from conventional cultivation was slightly lower and equal to $\chi = 8.03 \times 10^{-6}$ SI. The duration time of the field experiment and the sampling period did practically not influence the values of the magnetic susceptibility. Those values were dependent on the kind of cultivated cereals. The magnetic susceptibility was higher for the samples taken under barley than for the samples taken under wheat. Also, greater differentiation of the magnetic susceptibility was observed from the samples from organic farming than for the samples from conventional cultivation. Both soil reaction and the content of organic carbon did not correlate with the magnetic susceptibility. This can be explained by a rather short duration period of our experiments and fine changes of soil reaction during only three years. However, the experiments confirmed the existence of the correlations between the magnetic susceptibility and the granulometric composition of the investigated soils.

Keywords: magnetic susceptibility, pseudo podzolic soil, organic farming, mineral fertilization, cereals.

