

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI GLEBY ŚREDNIEJ POD WPLYWEM NASTĘPCZEGO ODDZIAŁYWANIA WERMIKOMPOSTU ORAZ ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

ROMAN WACŁAWOWICZ, WIESŁAW WOJCIECHOWSKI, JANINA ZAWIEJA, EWA TENDZIAGOLSKA

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Synopsis. W dwuczynnikowym doświadczeniu polowym założonym na glebie średniej badano następczy wpływ wprowadzenia do gleby wermikompostu ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) wyprodukowanego z obornika bydłowego oraz dawek azotu (0, 45, 90, 135, $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) na wybrane właściwości chemiczne i fizyczne gleby. Badania przeprowadzono corocznie w latach 1999-2001 w terminie zbioru jęczmienia ozimego. Wartości pH gleby oznaczono elektrometrycznie w 1M roztworze KCl, zawartość węgla organicznego metodą Westerhoffa, azotu ogólnego – Kjeldahla oraz fosforu i potasu metoda Egnera-Riehma. Wilgotność objętościową i porowatość kapilarną gleby oznaczono w warstwach 5-10 cm, 15-20 cm i 25-30 cm w dwóch powtórzeniach na poletku przy użyciu cylinderków Kopeckiego. Trzy lata po wprowadzeniu do gleby wermikompostu pH gleby zwiększyło się o 0,3 jednostki, natomiast zawartość węgla organicznego w glebie wzrosła o 6,9%. Nie stwierdzono natomiast wyraźnych zmian odczynu gleby pod wpływem nawożenia azotem. Wzrastające dawki azotu powodowały systematyczne zwiększanie zawartości C organicznego w glebie. Zastosowanie wermikompostu pod przedprzedplon przyczyniało się na ogół także do zwiększenia zawartości azotu ogólnego i fosforu przyswajalnego w glebie oraz zmniejszenia potasu. Intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała nagromadzeniu się N ogólnego w glebie, jednocześnie obniżając zawartość P i K. Właściwości fizyczne gleby nie były istotnie modyfikowane pod wpływem nawożenia organiczno-mineralnego, obserwowano jedynie niewielki wzrost wilgotności i porowatości kapilarnej gleby w wyniku zastosowanego wermikompostu.

Słowa kluczowe – *key words*: wermikompost – *vermicompost*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, właściwości chemiczne gleby – *chemical soil properties*, właściwości fizyczne gleby – *physical soil properties*

WSTĘP

Zawartość materii organicznej w glebie jest jednym z czynników determinujących potencjalne możliwości produkcji roślinnej. Zadaniem nawożenia organicznego powinno być utrzymanie lub podnoszenie zawartości węgla organicznego w glebie, co jest warunkiem poprawnych właściwości chemicznych, fizycznych i biologicznych gleby [Ferrerias i in. 2006, Janowiak 1992, Jaskulska i Jaskulski 2003, Łoginow i in. 1988].

Ze względu na duży niedobór obornika w rolnictwie poszukuje się możliwości zastąpienia go innym nawozem, a rolę taką może pełnić między innymi wermikompost. Powstaje on z obornika, przy współdziałaniu dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.) [Ferrerias i in 2006, Kalembasa 2000], może być również produkowany na bazie słomy [Songin i Sławiński 1998], a także odpadowych materiałów organicznych [Mazur i in. 1996] oraz osadów ściekowych [Baran i in. 1996]. Wermikompost charakteryzuje się korzystniejszymi właściwościami w porównaniu z materiałem wyjściowym oraz kompostami otrzymywanymi metodą tradycyjną. Jego ważną zaletą jest brak zapachu

i duża zawartość suchej masy [Kostecka i Kołodziej 1995]. Wermikompost jest nawozem naturalnym zawierającym szczególnie duże ilości mikroelementów [Filipek-Mazur i in. 2000, Wójcikowska-Kapusta i in. 2001]. Wykazuje także działanie ochronne w stosunku do wielu chorób roślin [Kostecka i in. 1996]. Szczech i Brzeski [1994] wskazują, że ze względu na działania ochronne wobec wielu chorób roślin wermikompost należy traktować przede wszystkim jako biologiczny środek ochrony roślin o właściwościach nawozowych.

Jedną z cech charakterystycznych dla nawożenia organicznego jest jego oddziaływanie nie tylko w pierwszym roku po zastosowaniu, ale także w dalszych latach [Sadowski 1998]. Niemniej jednak niewiele jest prac opisujących działanie nawozów organicznych w późniejszych okresach. Dotyczy to szczególnie nawozów alternatywnych w stosunku do obornika [Jaskulska i Jaskulski 2003, Kostecka i in. 1996, Rabikowska i Piszcz 1993, Wójcikowska-Kapusta i in. 2001].

Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian właściwości chemicznych i fizycznych gleby średniej w trzecim roku po przyoraniu wermikompostu w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1999-2001, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swójec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Dwuczynnikowe doświadczenie zostało założone metodą pasów prostopadłych (split-block) w czterech powtórzeniach na czarnej ziemi właściwej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej podścielonej gliną lekką. Gleba ta zaliczana jest do klasy IIIa kompleksu pszennego dobrego. Przed rozpoczęciem badań gleba w warstwie 0-30 cm w 1 kg zawierała średnio: 10,11 g C organicznego, 0,92 g N ogólnego, 80 mg P i 239 mg K, a wartość pH w 1 M KCl wynosiła 5,5.

W doświadczeniu rośliny uprawiano w zmianowaniu: burak cukrowy, pszenica jara, jęczmień ozimy. Pierwszym czynnikiem badawczym było nawożenie organiczne: a) obiekt kontrolny – bez nawożenia organicznego; b) wermikompost wyprodukowany z obornika bydłowego przy wykorzystaniu dżdżownicy kompostowej (*Eisenia fetida* (Sav.)) zastosowany w ilości 10 t·ha⁻¹ pod pierwszą roślinę w zmianowaniu (burak cukrowy). Drugi czynnik badawczy stanowiło zróżnicowane nawożenie azotem. Dawki azotu dostosowano do wymagań roślin uprawnych. Dla buraka cukrowego wynosiły one: 0, 100, 140, 180, 220 kg N·ha⁻¹, dla pszenicy 0, 60, 100, 150, 200 kg N·ha⁻¹ oraz dla jęczmienia 0, 45, 90, 135, 180 kg N·ha⁻¹. Nawożenie fosforowe i potasowe, jednakowe dla wszystkich obiektów doświadczenia, dostarczono jesienią w ilości na 1 ha: pod burak cukrowy 33 kg P i 79 kg K, pod pszenicę jarą 26 kg P i 75 kg K i pod jęczmień ozimy 26 kg P i 66 kg K, w formie 40% superfosfatu i 60% soli potasowej.

Badania właściwości chemicznych i fizycznych gleby przeprowadzono corocznie po zbiorze jęczmienia ozimego. Wilgotność objętościową i porowatość kapilarną gleby oznaczono w warstwach 5-10 cm, 15-20 cm i 25-30 cm w dwóch powtórzeniach przy użyciu cylindereków Kopeckiego o objętości 100 cm³, według powszechnie przyjętej metodyki. Badania podstawowych właściwości chemicznych przeprowadzono na średnich próbkach obiektowych w warstwie 0-30 cm. Wartość pH gleby oznaczono elektrometrycznie w 1M roztworze KCl, zawartość węgla organicznego metodą Westerhoffa, azotu ogólnego metodą Kjeldahla oraz przyswajalnych form fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma.

Warunki pogodowe w okresie trwania doświadczenia były zróżnicowane. W pierwszym roku badań, jesienią wystąpiły obfite opady. Rozwojowi roślin sprzyjały także wysokie temperatury powietrza oraz podwyższona ilość opadów w okresie wiosennym. Niekorzystny wpływ na wegetację jęczmienia wywarły natomiast zmniejszone opady w maju. Najmniej sprzyjający przebieg

pogody obserwowano w drugim roku badań. Okres jesienno zimowy był zbliżony do średniej z lat 1968-1998, w kwietniu natomiast obserwowano posuchę, z kolei w czerwcu suszę (opady były niższe odpowiednio o 23 i 76% od zanotowanych w wieloleciu), czemu sprzyjała podwyższona temperatura powietrza. Najbardziej korzystny dla rozwoju jęczmienia przebieg pogody wystąpił w ostatnim roku badań. Zarówno średnie miesięczne temperatury powietrza, jak i sumy opadów były na ogół wyższe lub zbliżone do wartości z wielolecia.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Nie stwierdzono wyraźnych zmian odczynu gleby pod wpływem nawożenia azotem (tab. 1). Jeżeli nie stosowano nawozów organicznych to najwyższe pH gleby (5,7) obserwowano na obiekcie, na którym jęczmień ozimy nawożony był dawką $135 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wykazano natomiast dość wyraźne oddziaływanie wermikompostu na tę cechę. Trzy lata po wprowadzeniu tego nawozu do gleby pH było średnio o 0,3 jednostki większe od pH gleby nie nawożonej organicznie. Szczególnie korzystne oddziaływanie wermikompostu stwierdzono po zastosowaniu najniższej dawki azotu ($45 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$); pH gleby w tych warunkach wzrosło o 0,5 jednostki. Również Nowak i Draszawka-Bołzan [2000] oraz Filipek-Mazur i Gonddek [2004] stwierdzili, że nawożenie wermikompostem przyczynia się do wzrostu pH gleby.

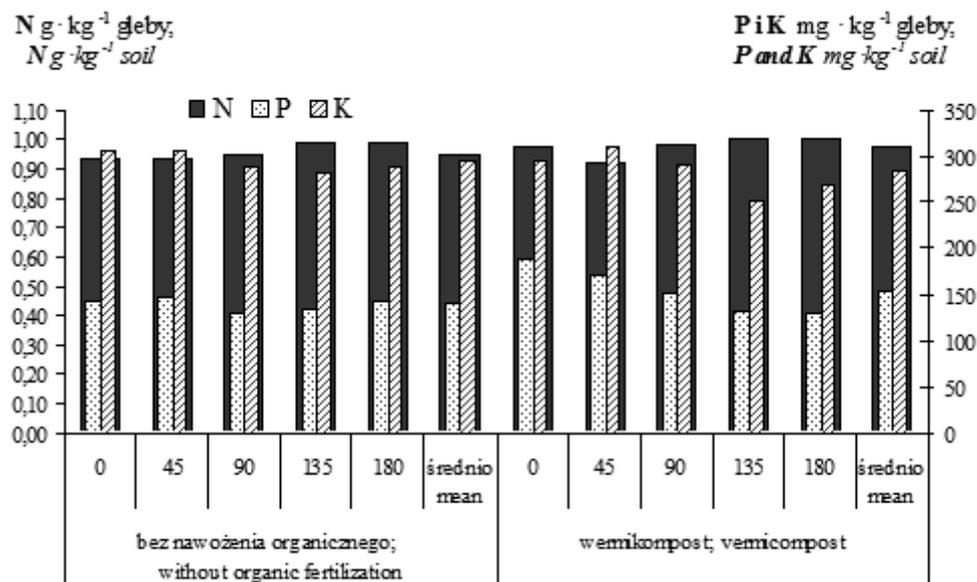
Tabela 1. Odczyn gleby oraz zawartość węgla organicznego w glebie (średnie z lat 1999-2001)
Table 1. pH of a soil and content of organic carbon in soil (mean for years 1999-2001)

Nawożenie azotem ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) <i>Nitrogen fertilization</i> ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$)	pH gleby w 1M KCl <i>pH of a soil in 1M KCl</i>			Węgiel organiczny ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby) <i>Organic carbon ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ soil)</i>		
	bez nawożenia organicznego <i>without organic fertilization</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	średnio <i>mean</i>	bez nawożenia organicznego <i>without organic fertilization</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	średnio <i>mean</i>
0	5,4	5,7	5,6	10,59	11,18	10,89
45	5,4	5,9	5,7	10,74	11,25	11,00
90	5,5	5,7	5,6	10,79	11,95	11,37
135	5,6	5,8	5,7	11,39	11,66	11,53
180	5,4	5,8	5,6	10,81	12,01	11,41
Średnio <i>Mean</i>	5,5	5,8		10,86	11,61	

Zawartość węgla organicznego w glebie zmieniała się pod wpływem obydwóch czynników doświadczenia. Wprowadzając do gleby wermikompost zanotowano wzrost zawartości C organicznego średnio o 6,9% w porównaniu z glebą nie nawożoną organicznie. Także Ferreras i in. [2006] badając wermikomposty powstałe na bazie różnych nawozów naturalnych zaobserwowały wzrost zawartości węgla organicznego w przedziale 20-40%. Należy jednak zaznaczyć, że autorki badały bezpośredni, a nie następczy wpływ nawozów organicznych na właściwości gleby. W przeprowadzonych badaniach intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała systematycznemu

wzrostowi zawartości węgla organicznego w glebie, ale tylko w warunkach przyorania wermikompostu, natomiast jeśli stosowano wyłącznie nawożenie mineralne, to przekroczenie dawki 135 kg N·ha⁻¹ przyczyniło się do jego zmniejszenia. Stępień [2000] oraz Łoginow in. [1988] tłumaczą wzrost koncentracji węgla organicznego w glebie w wyniku nawożenia azotem wzrostem plonów, a tym samym pozostających na polu ilości resztek poźniwnych i w konsekwencji wzmocnieniem procesu humifikacji. Z kolei Janowiak [1992] uważa, że nawożenie azotem powoduje przede wszystkim przyspieszenie procesu mineralizacji i może prowadzić do istotnego, nawet 17% zmniejszenia zawartości C organicznego w glebie. Rozbieżności w wynikach w dużej mierze zależą, między innymi od warunków klimatyczno-glebowych.

Zawartość podstawowych składników mineralnych w glebie oznaczonych w terminie zbioru jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia organicznego i azotowego przedstawiono na rysunku 1. Trzy lata po przyoraniu wermikompostu zawartość azotu ogólnego w glebie była średnio o 1,8% wyższa niż na poletkach kontrolnych. Wprowadzając do gleby ten nawóz i rezygnując z nawożenia jęczmienia azotem mineralnym obserwowano wzrost zawartości N ogólnego o 3,9% w porównaniu ze stwierdzoną na poletkach nawożonych wyłącznie potasem i fosforem. Zwiększoną koncentrację azotu w glebie w wyniku zastosowania wermikompostów obserwowali również Ferreras i in. [2006], Nowak i Draszawka-Bołzan [2000] oraz Filipek-Mazur i Gondek [2004]. Intensyfikacja nawożenia azotowego wpływała na ogół na stopniowy wzrost zawartości N ogólnego w glebie, jednak wyłącznie do dawki 135 kg N·ha⁻¹. Stosując wyższą dawkę azotu w nawozach mineralnych nie stwierdzono zmian w gromadzeniu N ogólnego w glebie.



Rys. 1. Zawartość w glebie azotu ogólnego oraz przyswajalnych form potasu i fosforu (średnie z lat 1999-2001)

Fig. 1. Content of total nitrogen and available phosphorus and potassium in soil (mean for years 1999-2001)

Zastosowanie wermikompostu przyczyniło się do zwiększenia zawartości w glebie fosforu (średnio o 10,6%) oraz zmniejszenia koncentracji potasu (o 3,7%) w porównaniu do obiektu kontrolnego. Szczególnie duży przyrost zawartości fosforu (o 30,3%) obserwowano na poletkach, na których dostarczono do gleby nawóz organiczny, a zrezygnowano z mineralnego nawożenia azotem. Wójcikowska-Kapusta i in. [2001] badając następczy wpływ wermikompostu (pięć lat po zastosowaniu) stwierdzili, że zawartość P i K w glebie uległa istotnemu zmniejszeniu, co mogło być spowodowane wyższym pobieraniem składników przez rośliny uprawne oraz rozpuszczanie i wymywanie tych pierwiastków. Nowak i Draszawka-Bołzan [2000] zaobserwali natomiast wzrost P i K w glebie pod wpływem wprowadzenia do gleby wermikompostu. W badaniach własnych wzrastające dawki azotu wpływały na ogół na niewielkie obniżenie zawartości w glebie zarówno fosforu, jak i potasu.

Wilgotność gleby oraz porowatość kapilarna gleby (średnie z lat 1999-2001)

Tabela 2.

Table 2. Soil moisture and capillary porosity of soil (mean for years 1999-2001)

Nawożenie azotem (kg N·ha ⁻¹) <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)	Wilgotność gleby w % objętościowych <i>Soil moisture in % of volume</i>			Porowatość kapilarna (%) <i>Capillary porosity of soil (%)</i>		
	bez nawożenia organicznego <i>without organic fertilization</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	średnio <i>mean</i>	bez nawożenia organicznego <i>without organic fertilization</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	średnio <i>mean</i>
Warstwa 5-10 cm – Layer 5-10 cm						
0	18,5	20,3	19,4	26,3	29,8	28,1
45	15,4	21,8	18,6	24,1	28,8	26,5
90	18,9	22,2	20,5	28,0	28,3	28,1
135	17,6	23,2	20,4	28,8	29,9	29,4
180	19,8	21,8	20,8	29,1	27,5	28,3
Średnio – Mean	18,0	21,9		27,2	28,9	
Warstwa 15-20 cm – Layer 15-20 cm						
0	21,1	24,4	22,7	27,0	29,1	28,0
45	21,2	23,2	22,2	27,1	28,8	28,0
90	21,2	22,6	21,9	28,9	27,6	28,3
135	15,8	25,3	20,5	26,1	30,1	28,1
180	18,6	22,1	20,3	28,3	27,3	27,8
Średnio – Mean	19,6	23,5		27,5	28,6	
Warstwa 25-30 cm – Layer 25-30 cm						
0	19,7	22,3	21,0	26,5	27,1	26,8
45	19,4	21,8	20,6	28,1	27,8	27,9
90	19,5	22,9	21,2	27,4	29,1	28,2
135	18,2	21,9	20,1	25,8	29,5	27,6
180	20,7	21,6	21,1	27,0	27,9	27,4
Średnio – Mean	19,5	22,1		26,9	28,3	

Dla wszystkich warstw – For all the layers

NIR_{0,05} dla nawożenia organicznego – r.n.; LSD_{0,05} for organic fertilization – n.s.

NIR_{0,05} dla nawożenia azotowego – r.n.; LSD_{0,05} for nitrogen fertilization – n.s.

NIR_{0,05} dla interakcji – r.n.; LSD_{0,05} for interaction – n.s.

Wilgotność objętościowa gleby nie była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników (tab. 2). Zauważyć można jedynie nieco większe uwilgotnienie gleby po zastosowaniu pod przedprzedplon (burak cukrowy) wermikompostu. Uzyskane wyniki potwierdziły spostrzeżenia Edwards'a [1998], o poprawie właściwości wodnych gleb pod wpływem stosowania wermikompostów. Nawożenie azotem zastosowane w dawkach 90, 135 lub 180 kg N·ha⁻¹ przyczyniło się do nieznacznego zwiększenia wilgotności objętościowej gleby w najpłytszej warstwie, szczególnie jeśli zastosowano nawóz organiczny. W pozostałych warstwach nie obserwowano wyraźnych zmian uwilgotnienia gleby pod wpływem nawożenia N. Zdaniem Koszańskiego i in. [1995] wysokie dawki N wpływają natomiast na pogorszenie warunków wilgotnościowych.

Zróżnicowanie porowatości kapilarnej gleby w okresie zbioru jęczmienia było niewielkie. W porównaniu z glebą bez nawożenia organicznego wermikompost wpłynął na nieznaczne zwiększenie porowatości gleby w każdej z badanych warstw, jakkolwiek różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie. Marinari i in. [2000] stwierdzili, że nawożenie wermikompostem wpływa na polepszenie porowatości gleby. Autorzy badali jednak nie następczy, a bezpośredni wpływ substancji organicznej na właściwości fizyczne gleby. Nawożenie azotem sprzyjało niewielkiemu zwiększeniu ilości porów kapilarnych, ale tylko w najgłębszej warstwie, natomiast w pozostałych warstwach azot nie wpływał w sposób jednoznaczny na zmiany tej cechy.

WNIOSKI

1. Większy wpływ na kształtowanie właściwości chemicznych gleby wywarło nawożenie organiczne wermikompostem niż mineralne azotem.
2. Trzy lata po wprowadzeniu do gleby wermikompostu pH gleby zwiększyło się o 0,3 jednostki, a zawartość węgla organicznego w glebie wzrosła o 6,9%. W warunkach stosowania tego nawozu obserwowano w glebie również nieco większą zawartości azotu ogólnego i przyswajalnego fosforu oraz mniejszą potasu.
3. Właściwości fizyczne gleby nie były istotnie modyfikowane pod wpływem nawożenia organiczno-mineralnego, jakkolwiek w wyniku zastosowania wermikompostu obserwowano nieco większą wilgotność i porowatość kapilarną gleby.

PIŚMIENNICTWO

1. Baran, S., Żukowska, G., Pietrasik, W., Zalewski, P., Szczepankowska, I. 1996. Przydatność wermikompostów z osadów ściekowych do rekultywacji i użyzniania gleb. Zesz. Nauk. AR Krak. 372 (47): 33–44.
2. Edwards, C.A. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. W: Earthworm ecology. Edwards (red.). CRC Press LLC: 327–354.
3. Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, S., Firpo, I., Rotondo, R. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Biores. Technol.* 97: 635–640.
4. Filipek-Mazur, B., Gondek, K. 2004. Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby w wyniku stosowania wermikompostów z osadów ściekowych garbarskich z różnymi dodatkami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 498: 47–55.
5. Filipek-Mazur, B., Mazur, K., Gondek, K. 2000. Badania nad wartością nawozową wermikompostów. Cz. III. Wpływ nawożenia wermikompostami na zmiany właściwości chemicznych gleby. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 303–310.
6. Janowiak, J. 1992. Wpływ nawożenia obornikiem i azotem na zawartość substancji organicznej w glebie i niektóre właściwości kwasów huminowych. *Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne“.* Szczecin 8-9 września 1992r. 1: 271–276.

7. Jaskulska, I., Jaskulski, D. 2003. Wpływ wieloletniego nawożenia na kształtowanie właściwości gleby. Post. Nauk Rol. 50 (4): 21–35.
8. Kalembsa, D. 2000. Charakterystyka wermikompostów i ich przemiany w utworach piaszczystych. AP Siedlce, Rozpr. Nauk. 59: ss 85.
9. Kostecka, J., Błażej, J., Kołodziej, M. 1996. Badania z zastosowaniem wermikompostu w uprawie ziemniaków w drugim roku doświadczenia. Zesz. Nauk. AR Krak. 372 (47): 69–77.
10. Kostecka, J., Kołodziej, M. 1995. Niektóre cechy wermikompostu produkowanego przez dżdżownicę kompostową *Eisenia fetida* (Sav.). Post. Nauk Rol. 2: 37–47.
11. Koszański, Z., Kaczmarczyk, S., Podsiadło, C. 1995. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na pszenicę i pszenżyto ozime uprawiane na glebie kompleksu żytniego dobrego. Cz. III. Gospodarka wodna oraz chemiczne właściwości gleby. Zesz. Nauk. AR Szczec. 165, Rolnictwo 59: 51–56.
12. Łoginow, W., Murawska, B., Janowiak, J. 1988. Wpływ równoległego nawożenia obornikiem i słomą oraz azotem na zawartość węgla organicznego w glebie. Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”. Szczecin 13-15 września 1988r. 1: 19–27.
13. Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Biores. Technol. 72: 9–17.
14. Mazur, K., Filipek-Mazur, B., Kopeć, M., Rościszewska, M. 1996. Wstępne badania nad działaniem kompostów i wermikompostów wytworzonych przez *Eisenia fetida* z osadów i odpadów garbarskich z dodatkiem różnych kompostów. Zesz. Nauk. AR Krak. 372 (47): 59–68.
15. Nowak, W., Draszawka-Bołzan, B. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i wermikompostem na plonowanie, jakość sałaty i rzodkiewki oraz na zmiany właściwości gleby lekkiej. Cz. II. Zmiany właściwości gleby lekkiej. Fol. Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 363–366.
16. Rabikowska, B., Piszcz, U. 1993. Następcze działanie obornika poddżdżownicowego na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 409: 151–158.
17. Sadowski, T. 1998. Następczy wpływ zróżnicowanego nawożenia okopowych na plonowanie jęczmienia jarego i owsa. Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura 66: 167–173.
18. Songin, H., Sławiński, K. 1998. Ocena kompostów wyprodukowanych z obornika i słomy bez i przy współdziałaniu dżdżownicy kalifornijskiej *Eisenia Fetida* (Sav.). Roczn. AR Pozn. 107, Rolnictwo 52: 113–117.
19. Stepien, A. 2000. Zmiany chemicznych właściwości gleby pod wpływem różnych sposobów nawożenia w zmianowaniu. Fol. Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 459–464.
20. Szczech, M., Brzeski, M.W. 1994. Wermikompost – nawóz czy biologiczny środek ochrony roślin? Zesz. Nauk. AR Krak. 292 (41): 77–83.
21. Wójcikowska-Kapusta, A., Baran, S., Żukowska, G., Hunek-Gostkowska, K., Pietrasik, W. 2001. Wpływ wermikompostu z osadu ściekowego na zmiany wybranych właściwości gleby. Zesz. Nauk. AR Krak. 372. Sesja naukowa 75. Mat. Konf. „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic”. Rzeszów 13-14 października 2000r.: 255–260.

R. WACLAWOWICZ, W. WOJCIECHOWSKI, J. ZAWIEJA, E. TENDZIAGOLSKA

CHANGES IN MEDIUM SOIL PROPERTIES UNDER RESIDUAL EFFECT OF VERMICOMPOST AND NITROGEN FERTILIZATION

Summary

Field experiment with two factors was conducted as split-block method on medium soil. Residual effect of applying of vermicompost ($10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) made from manure and varying rates of nitrogen (0, 45, 90, 135, 180 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) on selected chemical and physical properties of soil were examined. The studies were carried out every year during harvest time of winter barley. pH of a soil was determined with electrometric method in molal solution of KCl, content of organic carbon – with a method by Westerhoff, total nitrogen – with a method by Kjeldahl and phosphorus and potassium with a method by Egner-Riehm.

Soil moisture and capillary porosity were determined in layers: 5-10 cm, 15-20 cm i 25-30 cm in two replications with the use of cylinders having a cubic of 100 cm³.

After three years of applying of vermicompost into the soil increase of pH by 0,3 units and also increase of organic carbon content by 6,9% were observed. There was not significant differences in pH of a soil under nitrogen fertilization, which promoted in general systematic increase of organic carbon content in soil.

Application of vermicompost for fore-forecrop increased in general content of total nitrogen, available phosphorus and decreased content of potassium. Increasing rates of nitrogen promoted to assemble total nitrogen with decrease of content of phosphorus and potassium at the same time.

Physical properties of soil were not significantly affected by organic-mineral fertilization. There was only a tendency to increase of moisture and capillary porosity of soil under application of vermicompost.