

też zastosowanie nawożenia organicznego w tych warunkach zapewnia utrzymanie sprawności gleby na wysokim poziomie przez długi czas [Kuduk 1981].

Celem podjętych badań było określenie wpływu nawożenia organicznego, na tle nawożenia mineralnego użytego w uprawie ziemniaka odmiany Mila, na zawartość niektórych składników mineralnych w warstwie ornej gleby lekkiej.

METODY

Doświadczenie polowe prowadzono w Mydlnikach w Stacji Doświadczalnej Katedry Ogólnej Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej w Krakowie. Założono je metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Badania przeprowadzono w latach 1997–2000. W pracy wykorzystano wyniki dotyczące stosowania różnego nawożenia w uprawie ziemniaka na zawartość niektórych pierwiastków w warstwie ornej gleby lekkiej. W technologii uprawy tej rośliny do nawożenia użyto: 1) nawozów mineralnych w dawce NPK 90, 60, 100 kg ha⁻¹, 2) obornika – 30 t ha⁻¹, 3) słomy pszenżyta ozimego – 4,6 t ha⁻¹, 4) słomy jęczmienia jarego – 3,8 t ha⁻¹ oraz 5) słomy grochu siewnego – 3,4 t ha⁻¹. Przy tym objekty 2–5 były nawożone także wymienioną dawką nawozów mineralnych. Dawki słomy podano jako średnie z czterech lat badań. Ziemniak uprawiano po pszenzycie ozimym lub po pszenzycie ozimym z przyoranym międzyplonem ścierniskowym jakim była gorczyca biała (średnio 12,4 t ha⁻¹ świeżej masy). Dawki przyorywanej słomy i gorzycy białej zależały od ilości pozyskiwanej biomasy w danym roku. Nawozy organiczne oraz potasowe i fosforowe stosowano jesienią, a azotowe wiosną w okresie wegetacji ziemniaka. Uprawę roli pod ziemniak przeprowadzano zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami poprawnej agrotechniki. Próbkę gleby do analiz chemicznych pobierano z warstwy ornej po zbiorze ziemniaka. Odczyn gleby mierzony w H₂O i 1 mol dm⁻³ KCl oznaczono metodą potencjometryczną, zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, przyswajalnego fosforu i potasu metodą Egnera-Riehma. Statystyczne opracowanie danych przeprowadzono metodą analizy wariancji dla modelu stałego [Trętowski, Wójcik 1991; Rudnicki 1992]. Dla istotnych zależności obliczono wartości NIR. Przy porównywaniu średnich z okresu badań użyto testu Tukeya, dane oceniano na poziomie istotności p = 0,05.

WYNIKI

Gleba pola doświadczalnego przed założeniem eksperymentu należała do kwaśnych (pH w 1 mol KCl dm⁻³ 4,7; pH w H₂O 5,8). Pod wpływem stosowa-

nego w doświadczeniu nawożenia organicznego wraz z mineralnym nastąpiło obniżenie wartości pH gleby.

Stosowane nawożenie znacząco różnicowało wartości pH w warstwie ornej gleby (tab. 1). Bardzo kwaśny odczyn gleby, oznaczony w KCl i H₂O w stosunku do stanu wyjściowego odnotowano w obiektach nawożonych słomą jęczmienia jarego, pszenżyta ozimego i grochu. Na obiektach niewzbogaconych biomasą gorczycy białej pH gleby było niższe (odpowiednio w KCl i H₂O – 4,3 i 4,9) niż tam, gdzie przyorano międzyplon ścierniskowy (4,5 i 5,1). Jak podają Gładysiak [1998], Wierzejska-Bujakowska [1998], Yan i in. [2000], stosowanie różnych nawozów mineralnych i organicznych może obniżać wartości pH, co z kolei może niekorzystnie wpływać na rośliny uprawne. Spadek wartości pH gleby pod wpływem nawożenia słomą został wcześniej stwierdzony w badaniach Szymankiewicza i Pawłowskiego [1997].

Tabela 1. pH_{KCl} i pH_{H₂O} w warstwie ornej gleby w zależności od stosowanego nawożenia
Table 1. PH_{KCl} and pH_{H₂O} in a soil ploughing layer in different fertilization

Odczyn Reaction	Przedplon Forecrop	Nawożenie Fertilization					Średnio Mean
		NPK mineral fertilization	obornik manure + NPK	słoma jęczmienia jarego straw of spring barley + NPK	słoma pszenżyta ozimego straw of winter triticale + NPK	słoma grochu siewnego straw of peas+NPK	
pH w KCl	pszenżyto triticale	4,4	4,6	4,3	4,4	4,2	4,3
	pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,5
Średnio Mean		4,5	4,6	4,3	4,4	4,3	-
pH w H ₂ O	pszenżyto triticale	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,9
	pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	5,2	5,1	5,0	5,1	5,0	5,1
Średnio Mean		5,1	5,0	4,9	5,0	4,8	-

Na podstawie analiz chemicznych próbek gleby pochodzących z warstwy ornej, dokonanych przed założeniem doświadczenia (0,079% N) i corocznie po zbiorze ziemniaka, stwierdzono, że gleba była mało zasobna w azot ogólny (tab. 2). Zastosowane formy nawożenia nie wpłynęły istotnie na zawartość tego

Tabela 2. Zawartość azotu ogólnego w %, przyswajalnego fosforu (P_2O_5) i potasu (K_2O) w $mg\ kg^{-1}$ w warstwie ormej gleby w zależności od stosowanego nawożenia
 Table 2. Total nitrogen (%), available phosphorus as P_2O_5 and potassium as K_2O content ($mg\ kg^{-1}$) in ploughing soil layer in different methods of fertilization

Pierwiastek Element	Przedplon Forecrop	Nawożenie Fertilization					Średnio Mean
		NPK mineral fertilization	obornik manure+NPK	słoma jęczmienia staw of spring barley+NPK	słoma pszenicyta ozimego staw of winter triticale+NPK	słoma grochu siewnego staw of peas+NPK	
Azot Nitrogen	pszenżyto triticale pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	0,065 0,069	0,067 0,070	0,069 0,071	0,063 0,067	0,067 0,070	0,066 0,069
Średnio Mean		0,067	0,068	0,070	0,065	0,069	-
NIR, $p=0,05$: nawożenie LSD _($p=0,05$) ; fertilization ni ns							
NIR, $p=0,05$: przedplon LSD _($p=0,05$) ; forecrop ni ns							
NIR, $p=0,05$: nawożenie × przedplon LSD _($p=0,05$) ; fertilization × forecrop ni ns							
Fosfor Phosphorus	pszenżyto triticale pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	202,5 195,3	207,5 211,5	193,4 194,5	205,0 191,9	185,3 186,5	198,7 196,0
Średnio Mean		198,9	209,5	194,0	198,4	185,9	-
NIR, $p=0,05$: nawożenie LSD _($p=0,05$) ; fertilization 1,1							
NIR, $p=0,05$: przedplon LSD _($p=0,05$) ; forecrop 1,1							
NIR, $p=0,05$: nawożenie × przedplon LSD _($p=0,05$) ; fertilization × forecrop ni ns							
Potas Potassium	pszenżyto triticale pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	93,1 103,4	104,3 108,1	98,7 98,1	101,2 122,8	82,5 96,2	96,0 105,7
Średnio Mean		98,2	106,2	98,4	112,0	89,4	-
NIR, $p=0,05$: nawożenie LSD _($p=0,05$) ; fertilization ni ns							
NIR, $p=0,05$: przedplon LSD _($p=0,05$) ; forecrop 8,2							
NIR, $p=0,05$: nawożenie × przedplon LSD _($p=0,05$) ; fertilization × forecrop ni ns							

pierwiastka w glebie. Jednakże zaobserwowano tendencję do nieco wyższych zawartości azotu w glebie wszystkich obiektów dodatkowo nawożonych międzyplonem. Podobne wyniki uzyskali wcześniej Kotlyarova i Czerenkova [1998]. W innych badaniach echnik, Wolski [1994] potwierdzają pozytywne oddziaływanie obornika i słomy w porównaniu z nawożeniem mineralnym na zwiększenie zawartości azotu w glebie.

W momencie rozpoczęcia badań gleba odznaczała się wysoką zawartością przyswajalnych form fosforu (195 mg kg^{-1} gleby). Przyjęte w doświadczeniu nawożenie wpłynęło istotnie na zwiększenie tego pierwiastka w glebie. Najwięcej fosforu zawierała gleba nawożona obornikiem (209 mg kg^{-1} gleby), natomiast najniższą zawartością odznaczała się gleba nawożona słomą grochu (186 mg kg^{-1} gleby). W pozostałych trzech obiektach (nawożenie mineralne i słoma roślin zbożowych) średnia zawartość fosforu w glebie wahała się od 194 do 199 mg kg^{-1} gleby. Przyorany międzyplon ścierniskowy spowodował istotne zmniejszenie zawartości przyswajalnego fosforu w glebie (196 mg kg^{-1} gleby) w porównaniu z obiektami bez jego udziału (199 mg kg^{-1} gleby).

Zawartość potasu przyswajalnego w glebie przed rozpoczęciem badań była niska (77 mg kg^{-1} gleby). W wyniku przyjętego w badaniach nawożenia nastąpił wzrost zawartości potasu w glebie (tab. 2). Średnio za cztery lata badań istotny wpływ miał przyorany międzyplon ścierniskowy (106 mg kg^{-1} gleby) w porównaniu z obiektami bez jego udziału (96 mg kg^{-1} gleby). Przyorana gorczyca biała w kombinacji ze słomą pszenżyta ozimego lub obornikiem odegrała największą rolę w procesie gromadzenia potasu przyswajalnego w glebie (odpowiednio: 123 i 108 mg kg^{-1} gleby). Rozpatrując obiekty nawozowe, należy stwierdzić, że średnio za cztery lata najmniej potasu w glebie było wówczas, gdy stosowano nawożenie słomą grochu, zaś najwięcej – gdy stosowano obornik lub słomę pszenżyta ozimego.

Wprowadzenie do gleby substancji organicznej o zróżnicowanym składzie chemicznym ma istotny wpływ na kształtowanie się zawartości przyswajalnych form podstawowych składników pokarmowych [Chojnicki, Czarnowska 1993; Wiater, Dębicki 1994]. Jednakże ilość makroelementów w glebie, a zwłaszcza przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu, zależy nie tylko od rodzaju stosowanego nawozu, ale także tempa ich rozkładu i rodzaju gleby. Substancja organiczna zawiera związki fosforu, które są uwalniane w trakcie jej rozkładu oraz w wyniku jej przemian w glebie. Powstają wówczas związki organiczne, między innymi kwasy huminowe, mające zdolność zatrzymywania jonów Fe^{3+} , co z kolei zapobiega wytrącaniu rozpuszczalnych fosforanów. Fosfor niepobierany systematycznie przez rośliny gromadzi się w glebie w formie przyswajalnej, co potwierdziła Wenglikowska i Krupa [1992]. Dowodem potwierdzającym

te opinie są pozyskane wyniki w prowadzonym doświadczeniu, chociażby mniejsza ilość fosforu w obiektach z przyoraną biomasa gorczycy białej.

WNIOSKI

1. Stosowane nawożenie wpłynęło znacząco na odczyn gleby, w obiektach nawożonych międzyplonem ścierniskowym i samymi nawozami mineralnymi gleba była mniej kwaśna.

2. Zawartość w warstwie ornej gleby azotu ogólnego nie była istotnie różnicowana pod wpływem stosowanego nawożenia. Jednakże w niewielkim stopniu zawartość tego pierwiastka zwiększyła się pod wpływem przyoranej biomasy gorczycy białej.

3. Zawartość przyswajalnych form fosforu zwiększyła się pod wpływem stosowania obornika, samych nawozów mineralnych i słomy pszenżyta ozimego.

4. Zawartość przyswajalnego potasu w warstwie ornej gleby wzrosła w wyniku stosowania międzyplonu ścierniskowego.

PIŚMIENICTWO

- Chojnicki J., Czarnowska K. 1993. Zmiany zawartości fosforu ogółem i rozpuszczalnego oraz Zn, Cu, Pb i Cd w glebach intensywnie użytkowanych rolniczo. *Rocz. Gleb.* 44, 3, 99–111.
- Dechnik I., Wolski T. 1994. Wpływ różnych nawozowych substancji organicznych na zawartość węgla i azotu łatwo hydrolizującego w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 407, 1–5.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Fragm. Agron.* 1, 85–97.
- Gładysiak S. 1998. Wpływ odczynu gleby i następstwa roślin na plonowanie odmian ziemniaka. *Rocz. AR w Poznaniu* 307, *Rolnictwo* 52, 205–212.
- Gruczek T. 1995. Efektywność produkcji ziemniaka na glebie lekkiej w warunkach gospodarki bezobornikowej. *Ziemniak Polski* 4, 13–20.
- Kotlyarova O.G., Cherenkov V.V. 1998. The accumulation of soil organic matter by green manure crops and nutrients added to soil as a result of their incorporation. *Agrokhimiya* 12, 15–19.
- Kuduk Cz. 1981. Wpływ nawożenia słomą gleby lekkiej na niektóre właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne oraz na plony roślin. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* 35, 69–86.
- Mazur T. 1996. Problemy zrównoważonego nawożenia. *Mat. Konf. Nauk. Czynniki agrotechniczne w rolnictwie zrównoważonym. AR-T w Olsztynie*, 19–33.
- Rudnicki F. 1992. Doświadczalnictwo rolnicze. *AT-R w Bydgoszczy*.
- Szymankiewicz K., Pawłowski F. 1997. Kształtowanie się niektórych wskaźników żyzności gleby lekkiej w zależności od rodzaju nawożenia organicznego w płodozmianie. *Mat. Konf. Nauk. Ochrona i wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. Puławy 3–4 VI 1997*, 291–298.

-
- Trętowski J., Wójcik A.R. 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. WSR-P w Siedlcach.
- Wenglikowska E., Krupa J. 1992. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie roślin i zawartość przyswajalnego fosforu w glebie lekkiej. *Mat. Konf. Nauk. Nawozy organiczne w Szczecinie 2*, 139–144.
- Wiater J., Dębicki R. 1994. Następce oddziaływanie różnych gatunków materiałów organicznych na glebę i roślinę. Cz. I. Wybrane elementy żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 407, 57–64.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1998. Influence of soil pH and suitability complex on potato yield at different levels of nitrogen fertilization. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 203–206.
- Yan F., Schubert S. 2000. Soil pH changes after application of plant shoot materials of faba bean and wheat. *Plant and Soil* 220, 279–287.