



lem podjętych badań było określenie wpływu różnych form nawozów stosowanych w uprawie ziemniaka na zawartość oraz skład frakcyjny próchnicy w glebie lekkiej.

#### METODY

Doświadczenie płodozmianowe prowadzono w Mydlnikach k. Krakowa 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. Opierając się na mapie glebowo-rolniczej, glebę, na której prowadzono doświadczenie, zaliczono do kompleksu żyniego dobrego. Do analiz laboratoryjnych pobierano próbki z warstwy ornej gleby po zbiorze ziemniaka. W technologii uprawy tej rośliny do nawożenia użyto: 1) nawozów mineralnych w dawce NPK 90, 60, 100 kg ha<sup>-1</sup>, 2) obornika – 30 t ha<sup>-1</sup>, 3) słomy pszenżyta ozimego – 4,6 t ha<sup>-1</sup>, 4) słomy jęczmienia jarego – 3,8 t ha<sup>-1</sup> oraz 5) słomy grochu siewnego – 3,4 t ha<sup>-1</sup>. Obiekty 2–5 były nawożone także wymienioną dawką nawozów mineralnych. Ziemniak uprawiano po pszenżycie ozimym lub po pszenżycie ozimym z przyorany m międzyplonem ścierniskowym, jakim była gorczyca biała (średnio 12,4 t ha<sup>-1</sup> świeżej masy). W glebie oznaczono zawartość węgla organicznego metodą Tiurina. Na podstawie zawartości węgla organicznego i gęstości gleby (1,75 g m<sup>-3</sup>) obliczono zasoby substancji organicznej w warstwie ornej gleby (0–25 cm). Przeprowadzono frakcjonowanie próchnicy metodą Boratyńskiego i Wilka [1963], wydzielając następujące frakcje: ruchliwe związki próchniczne ekstrahowane 0,025 mol dm<sup>-3</sup> Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (I ekstrakcja), silniej związane substancje próchniczne wydzielone podczas ekstrakcji 0,1 mol dm<sup>-3</sup> NaOH (II ekstrakcja), połączenia wyekstrahowane w wyniku kwaśnej hydrolizy przy traktowaniu gleby 0,25 mol dm<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (III ekstrakcja), substancje próchniczne trwale związane wyekstrahowane 0,1 mol dm<sup>-3</sup> NaOH (IV ekstrakcja), bardzo trwale związane substancje próchniczne (huminy).

#### WYNIKI

W warunkach prowadzenia eksperymentu polowego wyliczone zasoby próchnicy w warstwie ornej wynosiły przed rozpoczęciem badań 21,0 t ha<sup>-1</sup> (tab. 1). Zgodnie z oczekiwaniami wzbogacenie gleby w próchnicę glebową zależało od ilości wnoszonej substancji organicznej w postaci nawozów. Średnio za cztery lata zasobność gleby w próchnicę w stosunku do stanu wyjściowego

Tabela 1. Zasoby substancji organicznej ( $t\ ha^{-1}$ ) w warstwie ornej gleby w zależności od stosowanego nawożeniaTable 1. Humus content ( $t\ ha^{-1}$ ) in a soil ploughing layer depending on fertilization

Wyszczególnienie Specification	Nawożenie Fertilization					Średnio Mean	
	NPK mineral fertiliza- tion	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		
Przed założeniem doświadczenia Before field experiment (a)	21,00						
Międzyplon Intercrop	brak without (b)	20,17	24,90	22,70	22,84	22,31	22,58
	gorczyca biała white mustard (c)	24,06	34,87	28,39	26,77	25,33	27,87
Różnica Difference (c - b)		3,89	9,97	5,69	3,93	3,02	5,29
Średnio dla nawożenia Mean for fertilization (d)		22,09	29,88	25,55	24,81	23,80	-
Różnica Difference (d - a)		1,09	8,88	4,55	3,81	2,80	-

była większa o  $6,9\ t\ ha^{-1}$  w obiektach z przyoraną biomasa gorczycy białej. Spośród porównywanych form nawozów największy przyrost próchnicy (około  $9\ t\ ha^{-1}$ ) odnotowano, gdy do nawożenia gleby użyto obornika. Zastosowanie słomy roślin zbożowych w podobnym stopniu wpłynęło na wzrost zasobów próchnicy ( $3,8\ t\ ha^{-1}$  – słoma pszenżyta ozimego i  $4,5\ t\ ha^{-1}$  – słoma jęczmienia jarego). Mniej efektywna w tworzeniu próchnicy glebowej była słoma grochu siewnego (wzrost w stosunku do stanu wyjściowego tylko o  $2,8\ t\ ha^{-1}$ ). Ujemny bilans próchnicy glebowej, rozumiany jako różnica między jej ilością (średnią zawartością z 4 lat) w glebie przyjętych obiektów a stanem wyjściowym, odnotowano po stosowaniu samych nawozów mineralnych bez międzyplonu ścierniskowego (zmniejszenie zasobów próchnicy o około  $0,8\ t\ ha^{-1}$ ). W pozostałych obiektach bilans był dodatni.

Jak podaje literatura [Gonet, Wagner 1990], zawartość próchnicy w glebach uprawnych w znacznym stopniu uzależniona jest od czynników agrotechnicznych, w tym od nawożenia. W badaniach niektórych autorów [Wiśniewski i in. 1986; Adamus i in. 1988; Wiater 2000] stwierdzono wzrost zawartości próchnicy w glebie pod wpływem nawożenia obornikiem, a szczególnie wówczas, gdy było ono uzupełnione nawozami mineralnymi. W przeprowadzonym doświadczeniu została potwierdzona pozytywna rola stosowanego obornika w tworzeniu próchnicy glebowej.

Tabela 2. Zawartość azotu ogólnego (%), C organicznego (%) oraz stosunek C/N w warstwie ornej gleby w zależności od stosowanego nawożenia

Table 2. Content of total nitrogen, organic carbon and relation C/N in a soil ploughing layer in different fertilization

Właściwości chemiczne gleby Chemical parameters of soil	Przedplon Forecrop	Nawożenie Fertilization					Średnio dla przedplonu Mean for forecrop
		NPK mineral fertilization	obornik manure+N PK	słoma jęczmienia jarego straw of spring barley+NP K	słoma pszenżyta ozimego straw of winter triticale+N PK	słoma grochu siewnego straw of peas+NPK	
Azot Nitrogen	pszenżyto triticale	0,065	0,067	0,069	0,063	0,067	0,066
	pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	0,069	0,070	0,071	0,067	0,070	0,069
Średnio dla nawożenia Mean for fertilization		0,067	0,068	0,070	0,065	0,069	-
NIR $p=0,05$ nawożenie LSD ( $\alpha=0,05$ ) fertilization ni ns NIR $p=0,05$ przedplon LSD ( $\alpha=0,05$ ) forecrop ni ns NIR $p=0,05$ nawożenie $\times$ przedplon LSD ( $\alpha=0,05$ ) fertilization $\times$ forecrop ni ns							
Węgiel organiczny Organic carbon	pszenżyto triticale	0,461	0,569	0,519	0,522	0,510	0,516
	pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	0,550	0,797	0,649	0,612	0,579	0,637
Średnio dla nawożenia Mean for fertilization		0,505	0,683	0,584	0,567	0,544	-
NIR $p=0,05$ nawożenie LSD ( $\alpha=0,05$ ) fertilization 0,04 NIR $p=0,05$ przedplon LSD ( $\alpha=0,05$ ) forecrop 0,02 NIR $p=0,05$ nawożenie $\times$ przedplon LSD ( $\alpha=0,05$ ) fertilization $\times$ forecrop ni ns							
Stosunek C/N Relation C/N	pszenżyto triticale	7,1 : 1	8,4 : 1	7,5 : 1	8,3 : 1	7,5 : 1	7,7 : 1
	pszenżyto z międzyplonem triticale with intercrop	8,0 : 1	11,4 : 1	9,1 : 1	9,1 : 1	8,3 : 1	9,2 : 1
Średnio dla nawożenia Mean for fertilization		7,5 : 1	9,9 : 1	8,3 : 1	8,7 : 1	7,9 : 1	-

Przed rozpoczęciem badań zawartość N ogólnego wynosiła 0,079%, C organicznego 0,480%, stosunek C/N wynosił 6,0:1. Wyższe średnie wartości C/N stwierdzono w warstwie ornej gleby nawożonej biomasą gorczycy białej (8,0–11,4:1) oraz obornikiem 9,9:1 i słomą roślin zbożowych 8,3–8,7:1 (tab. 2).

Tabela 3. Skład frakcyjny próchnicy w % C organicznego  
Table 3. Humus composition in % organic carbon

Wyszczególnienie Specification		Ekstrakcja Extraction				Huminy Humins
		I	II	III	IV	
Brak międzyplonu Without intercrop	NPK mineral fertilization	25,44	28,94	3,14	7,85	34,64
	obornik manure	22,82	21,00	3,13	6,52	46,54
	słoma jęczmienia jarego straw of spring barley+NPK	21,50	23,50	4,52	6,99	43,48
	słoma pszenżyta ozimego straw of winter triticale+NPK	20,53	21,69	4,38	6,53	46,86
	słoma grochu siewnego straw of peas+NPK	22,58	25,10	3,15	6,28	42,89
Średnio Mean		22,57	24,05	3,66	6,83	42,88
Międzyplon ścierni- skowy Intercrop	NPK mineral fertilization	21,12	23,13	3,62	9,31	42,81
	obornik manure+NPK	16,65	16,72	6,68	8,33	51,61
	słoma jęczmienia jarego straw of spring barley+NPK	19,06	21,74	4,20	9,32	45,68
	słoma pszenżyta ozimego straw of winter triticale+NPK	18,44	20,73	4,02	8,05	48,77
	słoma grochu siewnego straw of peas+NPK	19,95	23,88	4,46	6,73	44,98
Średnio Mean		19,04	21,24	4,59	6,74	46,77
Średnio dla rodzaju nawożenia Mean for fertilization	NPK Mineral fertilization	23,28	26,03	3,38	8,58	38,73
	obornik manure+NPK	19,73	18,86	4,90	7,42	49,07
	słoma jęczmienia jarego straw of spring barley+NPK	20,28	22,62	4,36	8,15	44,58
	słoma pszenżyta ozimego straw of winter triticale+NPK	19,48	21,21	4,21	7,29	47,82
	słoma grochu siewnego straw of peas+NPK	21,06	24,49	3,80	6,50	43,93

Jednym z możliwych sposobów oceny jakości humusu (próchnicy) w glebach uprawnych są badania jego składu frakcyjnego. Wśród oznaczonych frakcji próchnicy (tab. 3) największy udział miały huminy. W glebie z przyorany mi międzyplonem ścierniskowym średnia zawartość humin w ogólnej zawartości węgla organicznego była większa (około 47%). Przeciętnie najwięcej humin stwierdzono w warstwie ornej gleby obiektów nawożonych obornikiem (49% C organicznego) i słomą roślin zbożowych (45–48% C organicznego). Wzbogacenie gleby biomasą międzyplonu ścierniskowego oraz łączne stosowanie gorczyicy białej i obornika najkorzystniej oddziaływało na jakość próchnicy glebowej. W obiektach tych stwierdzono w glebie najmniej ruchliwych związków próchnicznych i najwięcej humin. Więcej związków ruchliwych (I ekstrakcja) i silniej od nich związanych (II ekstrakcja) stwierdzono w glebie pochodzącej z obiektów bez międzyplonu ścierniskowego (odpowiednio 22,6% i 24,0% C or-

ganicznego). Prawidłowość ta dotyczyła wszystkich wariantów nawozowych. Nieco większe ilości połączeń próchnicznych, wyekstrahowanych w wyniku kwaśnej hydrolizy (III ekstrakcja), oznaczono w glebie wzbogaconej międzyplonem ścierniskowym (średnio 4,6% C organicznego). Porównując warianty nawozowe, najwięcej tych połączeń stwierdzono w glebie nawożonej obornikiem wraz z gorczycą białą (6,7%). Najwięcej substancji próchnicznych trwale związanych z mineralną częścią badanej gleby (IV ekstrakcja) stwierdzono w glebie nawożonej nawozami mineralnymi (8,6% C organicznego), zaś najmniej po zastosowaniu słomy grochu siewnego (6,5%).

W świetle dotychczasowych badań [Kowaliński i in. 1986; Błaszczuk 1993] długotrwałe nawożenie mineralne oraz stosowanie uproszczeń w technologii uprawy roślin prowadzi niekiedy do istotnych zmian w składzie związków próchnicznych. Następuje wówczas wzrost połączeń najbardziej ruchliwych kosztem frakcji silniej związanej z częścią mineralną gleby. Szczególnie szybko proces ten postępuje na glebach lekkich, w których materia organiczna ulega intensywnej mineralizacji, a humifikacja zachodzi przy niedostatku wapnia. Ważną rolę w tym procesie odgrywają właściwości gleby oraz formy i ilości stosowanych nawozów, które w określonych warunkach agroekologicznych stanowią substrat odnawiających się związków próchnicznych [Dziadowiec 1993]. Dodatkowo wpływają na właściwości fizyczne i fizykochemiczne gleb [Mazur 1995a]. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonego doświadczenia, potwierdza się fakt, że wzbogacenie gleby w materię organiczną sprzyja powstawaniu próchnicy.

#### WNIOSKI

1. W glebie nawożonej obornikiem oraz biomasą gorczycy białej stwierdzono największy wzrost substancji organicznej w stosunku do stanu wyjściowego.
2. Wśród oznaczonych frakcji próchnicy największy udział miały huminy.
3. Najmniej ruchliwych związków próchnicznych i najwięcej humin stwierdzono w warstwie ornej gleby nawożonej łącznie gorczycą białą i obornikiem.

#### PIŚMIENNICTWO

- Adamus M., Drozd J., Stanisławska E. 1988. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w kształtowaniu przemian materii organicznej i właściwości fizykochemicznych gleb lekkich. *Mat. Konf. Nauk. Nawozy organiczne w Szczecinie*, 1, 118–123.

- Bijlsma R.J., Lambers H. 2000. A dynamic whole-plant model of integrated metabolism of nitrogen and carbon. *Plant and Soil* 220, 71–87.
- Błaszczak W.H. 1993. Zróżnicowanie składu humusu agregatów glebowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 411, 69–76.
- Boratyński K., Wilk K. 1963. Nowa metoda analizy frakcjonowania związków próchnicznych w glebach mineralnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 40a, 157–169.
- Demmler D. 1998. Gründung zur Stabilisierung der Bodenfruchtbarkeit bzw. zur Verringerung von N-Verlusten. *Kartoffelbau*, 49 (6), 232–235.
- Dziadowiec H. 1993. Ekologiczna rola próchnicy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 411, 269–282
- Fog K. 1988. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter. *Biol. Rev.* 63, 433–462.
- Gonet S.S., Wegner K. 1990. Wpływ nawożenia na próchnicę gleb. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 196, 127–135.
- Kowaliński S., Drozd J., Licznar M. 1986. Przemiany związków próchnicznych w glebie pod różnymi roślinami uprawnymi w monokulturze i zmianowaniu w świetle dziesięcioletnich doświadczeń. *Rocz. Gleb.* 37, 2/3, 169–185.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., Korc M. 1995. Dynamika plonowania i zmiany w składzie kompleksu sorpcyjnego przy różnych systemach nawożenia na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a, 239–243.
- Łoginow W., Andrzejewski J., Janowiak J. 1991. Rola nawożenia organicznego w utrzymaniu zasobów materii organicznej w glebie. *Rocz. Gleb.* 42, 3/4, 19–25
- Mazur T. 1995a. Rolnicze i ekologiczne znaczenie glebowej substancji organicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 422, 9–19.
- Mazur T. 1995b. Stan i perspektywa bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a, 267–276.
- Wiater J. 2000. Wpływ nawożenia organiczno-mineralnego na bilans węgla organicznego. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 515–520.
- Wiśniewski W., Wegner K., Gonet S.S. 1986. Wpływ mineralnego i organicznego nawożenia na jakość próchnicy. *Rocz. Gleb.* 37, 2/3, 287–294.

