

Zmiany właściwości fizycznych gleby w monokulturowej uprawie żyta jarego

Dorota Dopka, Małgorzata Korsak-Adamowicz, Józef Starczewski

Katedra Ogólnej Uprawy Roli, Roślin i Inżynierii Rolniczej – Wydział Przyrodniczy
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Polska

Abstrakt. Celem opracowania było określenie zmian wybranych właściwości fizycznych gleby w początkowym okresie wzrostu żyta jarego uprawianego w monokulturze. Doświadczenie polowe przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach w latach 2003–2006 w układzie split-block-split-plot w czterech powtórzeniach. Przez trzy lata powtarzano uprawę żyta jarego. Czynnikiem doświadczenia były: rodzaj międzyplonu ścierniskowego, zróżnicowana uprawa późniwna i termin siewu. W monokulturowej uprawie żyta jarego wybrane właściwości fizyczne uległy znaczącym zmianom przy udziale wprowadzonej do gleby biomasy różnych międzyplonów ścierniskowych. Zmniejszyła się w warstwach gleby do 10 cm gęstość gleby suchej (średnio o $0,087 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$) i zwięzłość poszczególnych warstw (średnio o $0,016 \text{ MPa}$), a zwiększył się zapas wody (średnio o $1,5 \text{ mm}$) i porowatość kapilarna (średnio o $2,7 \text{ p.p.}$), nie wpływając jednak istotnie na wielkość plonu ziarna. Korzystne parametry właściwości fizycznych gleby przy optymalnym terminie siewu zboża (zwiększenie porowatości kapilarnej o $4,3 \text{ p.p.}$ i zapasu wody o $0,8 \text{ mm}$) przyczyniły się pośrednio w każdym roku badań do istotnej wyżki plonu. Różne uprawki późniwne oraz zmienne warunki pogodowe w latach prowadzenia badań istotnie zmodyfikowały wybrane właściwości fizyczne badanych poziomów gleby. Jednak to zmienne warunki pogodowe całego sezonu wegetacyjnego, szczególnie wysoka suma opadów w 2004 roku ($254,3 \text{ mm}$) oraz dostatek wody w fazie największego na nią zapotrzebowania (maj i czerwiec 2004 r.), przyczyniły się do istotnej wyżki plonu ziarna żyta jarego (średnio o $1,18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w porównaniu do dwu pozostałych sezonów).

słowa kluczowe: właściwości fizyczne gleby, żyto jare, monokultura, plon ziarna

WSTĘP

Skutkiem dużego udziału zbóż w strukturze zasiewów jest częsta ich uprawa po sobie lub uprawa w monokul-

turze. Zdania na temat wpływu takiego następstwa roślin na zmiany środowiska glebowego są różne. Parylak i in. (2002) sugerują, że uprawa monokulturowa może stwarzać ryzyko pogorszenia się żyzności gleby. Jednak można temu przeciwdziałać poprzez wprowadzenie międzyplonów ścierniskowych (Griffin i in., 2000; Dopka i in., 2012), które ograniczą straty składników pokarmowych (Eriksen, Thorup-Kristensen, 2002). Ponadto będą stymulować rozwój i aktywność mikroflory oraz fauny glebowej, a podczas ich rozkładu zostaną uwolnione składniki pokarmowe możliwe do wykorzystania przez roślinę następczą (Müller i in., 2006). Międzyplony wpływają korzystnie na strukturę gleby i kształtują właściwości fizyczne gleby, jak: temperaturę, wilgotność, porowatość, gęstość (Sharratt, 2002). Uprawa międzyplonów jest również skutecznym sposobem eliminowania licznych uprawek, przy uzyskiwaniu pozytywnych skutków przyrodniczych, ekonomicznych i energetycznych (Murakami i in., 2000). Właściwości fizyczne gleby mogą podlegać dodatkowym zmianom pod wpływem warunków pogodowych (Dopka i in., 2007).

Celem opracowania było przedstawienie zmian wybranych właściwości fizycznych gleby w początkowym okresie wzrostu żyta jarego pod wpływem czynników doświadczenia z próbą oceny, na ile mogły one zmodyfikować plonowanie zboża uprawianego w krótkotrwałej monokulturze. Hipoteza badawcza zakładała, że przyoranie biomasy międzyplonów ścierniskowych korzystnie wpłynie na podstawowe właściwości fizyczne gleby w początkowej fazie wzrostu zboża, co przy wczesnym terminie siewu i w optymalnych warunkach pogodowych znajdzie odbicie w większym plonie ziarna żyta jarego uprawianego w krótkotrwałej monokulturze.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach (województwo mazowieckie, gmina Zbuczyn) w latach 2003–2006 na polach doświadczalnych

Autor do kontaktu:

Dorota Dopka
e-mail: dorota.dopka@wp.pl
tel. +48 25 6431306

Praca wpłynęła do redakcji 9 lipca 2012 r.

Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach.

Doświadczenie trzyczynnikowe zostało założone w układzie split-block-split-plot w czterech powtórzeniach, na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej z piasków, zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego, klasy bonitacyjnej IVb. Przedplonem było żyto jare. Doświadczenie zostało założone na 96 poletkach o powierzchni 16 m² każde. Czynniki doświadczenia były:

- rodzaj międzyplonu – łubin wąskolistny (180 kg·ha⁻¹), gorczyca biała (25 kg·ha⁻¹), facelia błękitna (16 kg·ha⁻¹), obiekty kontrolne bez międzyplonu;
- zróżnicowane uprawki poźniwne – podorywka + brona, talerzowanie + brona, orka średnia + brona + wał,
- terminy siewu żyta jarego – optymalny od 25 marca do 4 kwietnia i opóźniony o 10 dni w stosunku do optymalnego – od 5 do 15 kwietnia.

Żyto jare odmiany Abago wysiano siewnikiem w ilości 450 ziaren na 1 m². Uprawiano je w krótkotrwałej monokulturze. Zboże zbierano w dojrzałości pełnej. Zróżnicowana uprawa po zbiorze żyta jarego przygotowywała jednocześnie rolę pod zasiew międzyplonu ścierniskowego. Termin siewu międzyplonu ścierniskowego przypadał na pierwszą połowę sierpnia. Biomasa międzyplonów po rozdrobieniu przyorywano pługiem z przedpłużkiem na głębokość 20 cm w ostatniej dekadzie października. Wiosną po zastosowaniu nawozów fosforowych i potasowych (70 kg P₂O₅ i 60 kg K₂O), a przed siewem żyta jarego wykonano bronowanie w dwa ślady. Azot zastosowano w ilości 50 kg N·ha⁻¹, w dwóch równych dawkach. Pierwszą zastosowano w fazie strzelania w źdźbło (faza 31-33 w skali BBCH), a drugą w fazie kłoszenia (faza 51-53 w skali BBCH) (Adamczewski, Matysiak, 2002). Wiosną zastosowano herbicydy do zwalczania chwastów jedno- i dwuliściennych. W 10. dniu

po siewie dla każdego terminu siewu w warstwach 0–5 cm i 5–10 cm oznaczono podstawowe właściwości fizyczne gleby: gęstość gleby suchej, porowatość kapilarną, zapas wody w glebie i zwięzłość gleby. Zwięzłość gleby oznaczono sondą uderzeniową, pozostałe właściwości metodą suszarkowo-wagową. Wyniki opracowano stosując analizę wariancji. Wartości najmniejszej istotnej różnicy (NIR) wyliczono za pomocą testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pogodowe w analizowanych okresach wegetacji żyta jarego w sposób znaczący odbiegały od danych z wielolecia (tab. 1). Średnie temperatury były niższe od średniej wieloletniej. Szczególnie chłodnymi miesiącami były: marzec 2005 i 2006 r., maj 2004 r. oraz czerwiec 2004 i 2005 roku. Wyższe niż w wieloleciu średnie temperatury zanotowano w lipcu 2005 i 2006 roku. Sumy opadów najbardziej zbliżone do średniej wieloletniej wystąpiły w drugim sezonie wegetacji zboża. Najwięcej opadów zanotowano w sezonie 2003–2004 (254,3 mm), szczególnie w kwietniu, maju i czerwcu. Najmniej opadów wystąpiło w sezonie wegetacyjnym ostatniego roku uprawy zboża (116,3 mm).

Gęstość gleby suchej w warstwach od 0 do 5 cm i od 5 do 10 cm zmieniła się w sposób istotny pod wpływem czynników doświadczenia i lat badań (tab. 2). Według Roszaka i in. (1990) dla zbóż jarych wartości tej cechy powinny się zawierać w przedziale od 1,4 do 1,5 t·m⁻³. Tomaszewska (2002) umieszcza optymalne wartości gęstości gleb, w zależności od składu granulometrycznego, w przedziale od 1,33 do 1,57 t·m⁻³. Badania własne pokazały, że średnio gęstość gleby suchej w uprawie żyta w warstwie

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji międzyplonów ścierniskowych i żyta jarego na tle danych z wielolecia
Table 1. Weather conditions during the growing season of stubble catch crops and the spring rye growing seasons versus long-term data.

Miesiąc Month	Temperatura; Temperature [°C]				Opady; Rainfalls [mm]			
	1990–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006	1990–2003	2003–2004	2004–2005	2005–2006
VIII	19,1	18,5	18,9	17,5	44,6	4,7	66,7	45,4
IX	12,8	13,5	13,0	15,0	53,7	23,4	19,5	15,8
X	8,1	5,4	9,4	8,5	30,6	38,0	29,5	0
XI	2,4	4,7	3,1	2,7	25,1	14,7	20,4	13,8
Średnia; Suma Mean; Sum	10,6	10,5	11,1	10,9	154,0	80,8	136,1	75,0
III	2,7	2,7	-0,7	-1,7	21,1	19,6	11,7	6,7
IV	8,3	8,0	8,7	8,4	39,3	35,9	12,3	29,8
V	14,4	11,6	13,0	13,6	42,3	97,0	64,7	39,6
VI	17,7	15,4	15,9	17,2	48,1	52,8	44,1	24,0
VII	19,8	17,5	20,2	22,3	65,2	49,0	86,5	16,2
Średnia; Suma Mean; Sum	12,6	11,0	11,4	12,0	216,0	254,3	219,3	116,3

Tabela 2. Wpływ czynników doświadczenia i lat badań na gęstość gleby suchej i porowatość kapilarną
 Table 2. The effect of experimental factors and study years on dry soil density and on capillary porosity.

Obiekty Treatments	Gęstość gleby suchej Dry soil density [t·m ⁻³]			Porowatość kapilarna Capillary porosity [%]		
	0–5	5–10	warstwy; layers [cm]	0–5	5–10	
Międzyplon ścierniskowy; Stubble catch crops						
Kontrola; Control	1,38	1,61	29,3	32,2		
Łubin wąskolistny; Blue lupine	1,31	1,53	31,1	33,2		
Gorzycza biała; White mustard	1,29	1,50	33,0	36,8		
Facelia błękitna; Tansy phacelia	1,30	1,52	32,2	34,6		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,06	0,03	1,7	2,7		
Termin siewu; Sowing date						
Optymalny; Optimum	1,29	1,46	33,7	36,2		
Opóźniony; Delayed	1,36	1,60	29,1	32,2		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,02	0,06	0,1	2,7		
Uprawa późniwna; Postharvest cultivation						
Podorywka; Skimming	1,31	1,49	33,5	36,2		
Talerzowanie; Disking	1,38	1,71	37,2	41,2		
Orka średnia; Medium plough	1,27	1,42	23,5	25,2		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,07	0,12	9,2	10,1		
Lata; Years						
2004	1,37	1,59	32,5	35,3		
2005	1,32	1,54	30,4	34,2		
2006	1,26	1,49	31,3	33,1		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,01	0,03	0,1	0,8		

Tabela 3. Wpływ czynników doświadczenia i lat badań na zapas wody w glebie i zwięzłość gleby
 Table 3. The effect of experimental factors and study years on water reserves in the soil and on soil compactness.

Obiekty Treatments	Zapas wody w glebie Water reserves in the soil [mm]			Zwięzłość gleby Soil compactness [MPa]		
	0–5	5–10	warstwy; layers [cm]	0–5	5–10	
Międzyplon ścierniskowy; Stubble catch crops						
Kontrola; Control	6,5	7,3	0,057	0,095		
Łubin wąskolistny; Blue lupine	6,9	9,1	0,041	0,077		
Gorzycza biała; White mustard	7,3	9,8	0,040	0,076		
Facelia błękitna; Tansy phacelia	8,1	9,0	0,043	0,080		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,8	1,6	0,009	0,012		
Termin siewu; Sowing date						
Optymalny; Optimum	7,6	9,2	0,028	0,073		
Opóźniony; Delayed	6,8	8,4	0,063	0,090		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,7	0,6	0,008	0,010		
Uprawa późniwna; Postharvest cultivation						
Podorywka; Skimming	7,2	9,5	0,041	0,083		
Talerzowanie; Disking	9,1	10,6	0,065	0,090		
Orka średnia; Medium plough	5,3	6,3	0,031	0,073		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1,9	3,0	0,008	0,010		
Lata; Years						
2004	8,2	9,8	0,040	0,070		
2005	6,5	8,8	0,050	0,097		
2006	6,8	7,7	0,045	0,079		
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,3	0,8	0,008	0,008		

od 0 do 5 cm wyniosła $1,32 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$, a w poziomie od 5 do 10 cm $1,54 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$ i w obu warstwach odbiegała od zalecanej przez Roszaka i in. (1990), ale mieściła się w granicach proponowanych przez Tomaszewską (2002). Wprowadzenie do gleby masy organicznej w postaci przyoranych międzyplonów ścierniskowych spowodowało rozluźnienie układu gleby, zanotowano spadki gęstości gleby suchej w warstwie od 0 do 5 cm średnio o $0,08 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$, a w warstwie od 5 do 10 cm o $0,09 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$. W badanych warstwach międzyplony ścierniskowe w sposób istotny zmniejszyły gęstość w porównaniu do obiektów kontrolnych. Wśród gatunków wysianych w międzyplonie ścierniskowym najsilniej na zmniejszenie gęstości gleby suchej wpłynęły gorczyca biała i facelia błękitna, a następnie łubin wąskolistny. Było to głównie związane z ilością biomasy z części nadziemnych i podziemnych tych roślin (Dopka i in., 2012). Przy optymalnym terminie siewu żyta jarego gęstość gleby suchej była istotnie niższa w badanych warstwach w porównaniu do terminu opóźnionego. Zastosowane uprawki poźniwne zmodyfikowały znacząco badaną cechę. Wskazano na istotne zwiększenie gęstości gleby suchej w badanych warstwach na obiektach talerzowanych w porównaniu z obiektami, gdzie zastosowano orkę średnią (średnio o $0,2 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$) czy podorywkę (średnio o $0,14 \text{ t}\cdot\text{m}^{-3}$). W dotychczasowej

literaturze poglądy na temat wpływu uprawy roli na zmiany fizycznych właściwości gleby są różne. Wynika to z różnej głębokości, czasu oddziaływania oraz terminu wykonywania oznaczeń w czasie wegetacji (Blecharczyk i in., 2007; Włodek i in., 2007). Na zmiany gęstości gleby suchej miały wpływ warunki pogodowe w latach badań (tab. 1), na co wcześniej zwracali uwagę autorzy innych opracowań: Tomaszewska (2002) i Korsak-Adamowicz (2004). Największą gęstością charakteryzowała się gleba w 2004 roku, mniejszą w 2005 roku, a najmniejszą w 2006 roku.

Porowatość kapilarna (tab. 2) i zapas wody w glebie (tab. 3) były istotnie większe na obiektach z wprowadzoną biomasa z międzyplonów ścierniskowych (średnio dla badanych poziomów o 2,7 punktu procentowego (p.p.) i o 1,5 mm), przy optymalnym terminie siewu żyta jarego (o 4,3 p.p. i o 0,8 mm) i gdy zamiast orki średniej lub podorywki wykonano talerzowanie (o 9,6 p.p. i o 2,8 mm). Cechy te zostały istotnie zmodyfikowane w badanych warstwach przez zmienne warunki pogodowe w latach badań. Wraz ze wzrostem porowatości kapilarnej zwiększyła się zdolność magazynowania wody, co spowodowało zwiększenie zapasu wody w badanych warstwach gleby (Dopka i in., 2007). Największe średnie wartości oznaczonych

Tabela 4. Wpływ czynników doświadczenia i lat badań na plon ziarna żyta jarego ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Table 4. The effect of experimental factors and study years on spring rye grain yield ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Międzyplon ścierniskowy; Stubble catch crops				
kontrola control	łubin wąskolistny blue lupine	gorczyca biała white mustard	facelia błękitna tansy phacelia	NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}
3,58	3,68	3,27	3,37	r.n.
Termin siewu; Sowing date				
optymalny 3,73		opóźniony 3,21		NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} 0,24
Lata; Years				
2004 4,26		2005 3,16		2006 3,00 NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} 0,38
Termin siewu x lata; Sowing date x years				
Lata; Years		optymalny; optimum		opóźniony; delayed
2004		4,74		3,78
2005		3,33		3,00
2006		3,31		2,69
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}				0,38 (3)
Uprawa poźniwna; Postharvest cultivation				
podorywka skimming		talerzowanie disking		orka średnia medium plough
3,35		3,36		3,42
				NIR _{0,05} ; LSD _{0,05} r.n.

r.n. – różnica nieistotna; no significant difference

(2) dla terminu siewu; for sowing date

(3) dla lat; for years

cech zanotowano w kwietniu 2004 roku (33,9% i 9 mm), gdy wystąpiły najniższe temperatury (średnia 8,0°C) oraz największe opady (suma 35,9 mm) w porównaniu do wielolecia i pozostałych lat badań (tab. 1).

Na zmiany zwężności badanych warstw (tab. 3) istotny wpływ miały zarówno czynniki doświadczenia, jak i warunki wilgotnościowe w czasie wykonywania oznaczeń (tab. 1). Istotnie największą zwężnością badanych warstw charakteryzowały się obiekty kontrolne, gdzie nie wprowadzano dodatkowo żadnej masy organicznej. Przyoranie międzyplonów ścierniskowych, niezależnie od gatunku i warstwy, spowodowało zmniejszenie zwężności. Przy optymalnym terminie siewu zanotowano niższe parametry badanej cechy. W warstwie od 0 do 5 cm zarówno orka średnia, jak i podorywka spowodowały istotne zmniejszenie zwężności gleby w stosunku do talerzowania. W warstwie od 5 do 10 cm wykonanie orki średniej spowodowało istotnie zmniejszenie zwężności gleby w porównaniu do podorywki czy talerzowania. Biskupski i in. (1999) wykazali, że najlepszy efekt spulchniający powoduje uprawa tradycyjna. W miarę wzrostu głębokości następował zawsze wzrost zagęszczenia gleby (Biskupski i in., 1999; Lepiarczyk i in., 2007). Najmniejszą zwężność badanych warstw gleby zanotowano w kwietniu 2004 roku, który charakteryzował się najwyższą sumą opadów (35,9 mm) w porównaniu do dwu pozostałych lat badań (tab. 1).

Na wielkość plonu ziarna istotny wpływ miały: termin siewu, zróżnicowane warunki pogodowe w latach badań oraz interakcja tych czynników (tab. 4). Średnio optymalny termin siewu zapewnił uzyskanie istotnej zwężki plonu, podobne wyniki uzyskali wcześniej Kadłubiec i Bojaczuk (2003). Jako główny powód niższego plonowania żyta jarego (w badaniach własnych o 0,52 t·ha⁻¹) przy wysiewie opóźnionym podaje się najczęściej niedobór dni o naświetleniu powyżej 14 godzin, prowadzący do opóźnienia zakwitania i dojrzewania, słabszego kwitnienia lub jego braku na pędach bocznych (cyt. za Dopka i in. 2007). Najkorzystniejsze warunki dla wydania plonu ziarna zanotowano w 2004 roku, który obfitował w opady w fazach największego zapotrzebowania na wodę – w maju i w czerwcu. Lipiec 2004 roku charakteryzował się umiarkowanymi opadami (tab. 1). W sezonie wegetacyjnym 2004 i 2006 r. przy optymalnym terminie siewu żyto jare uzyskało istotnie wyższy plon ziarna w porównaniu z opóźnionym terminem siewu. W przeprowadzonych badaniach nie udowodniono istotnego wpływu przyoranych międzyplonów na wielkość plonowania żyta jarego, co zostało szerzej opisane w opracowaniu Dopki i in. (2012), poparte cytowaną literaturą (Cassman, Munns, 1980; Herrera, Liedgens, 2009; Jaskulska, Gałęzowski, 2009; Kaczmarek i in., 2000; Thorup-Kristensen, 1994). Również zróżnicowanie uprawy późniejszej nie zmodyfikowało istotnie tej cechy z racji odległości w czasie wykonania; wpływając jednak istotnie na zmiany ilości biomasy części nadziemnej i podziemnej międzyplonów (Dopka i in., 2012).

PODSUMOWANIE

1. W monokulturze żyta jarego wybrane właściwości fizyczne uległy istotnym zmianom pod wpływem wprowadzonej do gleby biomasy różnych międzyplonów ścierniskowych. Zmniejszyła się w warstwach gleby do 10 cm gęstość gleby suchej (średnio o 0,087 t·m⁻³) i zwężność poszczególnych warstw (średnio o 0,016 MPa), a zwiększył się zapas wody (średnio o 1,5 mm) i porowatość kapilarna (średnio o 2,7 p.p.), nie wpływając jednak istotnie na wielkość plonu ziarna żyta.

2. Korzystne parametry wybranych właściwości fizycznych gleby przy optymalnym terminie siewu zboża (zwiększenie porowatości kapilarnej o 4,3 p.p. i zapasu wody o 0,8 mm) przyczyniły się pośrednio w każdym roku badań do istotnej zwężki plonu.

3. Różne uprawki późniejsze oraz warunki pogodowe w latach prowadzenia badań istotnie zmodyfikowały wybrane właściwości fizyczne badanych poziomów gleby.

4. Warunki pogodowe całego sezonu wegetacyjnego, szczególnie wysoka suma opadów w 2004 roku (254,3 mm) oraz dostatek wody w fazie największego na nią zapotrzebowania (maj i czerwiec 2004 roku), przyczyniły się do istotnej zwężki plonu ziarna żyta jarego (średnio o 1,18 t·ha⁻¹ w porównaniu do dwu pozostałych sezonów).

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Matysiak K., 2002.** Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH, IOR, Poznań, ss. 12-14.
- Biskupski A., Kaus A., Pabin J., Włodek S., 1999.** Skutki uproszczeń uprawy roli w zmianowaniu. *Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura*, 74: 39-45.
- Blecharczyk A., Malecka I., Sierpowski J., 2007.** Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizykochemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.*, 1(93): 7-13.
- Cassman K.G., Munns D.N., 1980.** Nitrogen mineralization as affected by soil moisture, temperature and depth. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44: 1233-1237.
- Dopka D., Korsak-Adamowicz M., Starczewski J., 2007.** Wpływ wybranych właściwości fizycznych gleby na plonowanie żyta jarego. *Fragm. Agron.*, 1(93): 33-40.
- Dopka D., Korsak-Adamowicz M., Starczewski J., 2012.** Biomasa międzyplonów ścierniskowych i ich wpływ na plonowanie żyta jarego w monokulturowej uprawie. *Fragm. Agron.*, 29(2): 27-32.
- Eriksen J., Thorup-Kristensen K., 2002.** The effect of catch crops on sulphate leaching and availability of S in the succeeding crop on sandy loam soil in Denmark. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 90: 247-254.
- Griffin T., Liebman M., Jemison J., 2000.** Cover crops for sweet corn production in a short-season environment. *Agron. J.*, 92: 144-151.
- Herrera J., Liedgens M., 2009.** Leaching and utilization of nitrogen during a spring wheat catch crop succession. *J. Environ. Qual.*, 38: 1410-1419.

- Jaskulska I., Gałęzewski L., 2009.** Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agron.*, 26(3): 48-57.
- Kaczmarek J., Bujak H., Gandecki R., 2000.** Reakcja genotypów żyta jarego na czynniki środowiska glebowego związane z rekultywacją. *Biul. IHAR*, 216: 87-93.
- Kadłubiec W., Bojaczuk J., 2003.** Ocena interakcji rodów pszenżyta jarego i żyta jarego ze środowiskiem. *Biul. IHAR*, 230: 187-193.
- Korsak-Adamowicz M., 2004.** Wpływ zróżnicowanych zabiegów uprawowych wykonanych po siewie zboża jarego na właściwości fizyczne gleby. *Ann. UMCS, Sect. E*, 59, 4: 1993-1999.
- Lepiarczyk A., Stępnik K., Szylak K., 2007.** Wpływ systemów uprawy roli na niektóre właściwości fizyczne gleby pod wybranyimi roślinami. *Fragm. Agron.*, 1(93): 157-163.
- Murakami H., Tsushima S., Akimoto T., Murakami K., Goto I., Shishido Y., 2000.** Effects of growing leafy daikon (*Raphanus sativus*) on populations of *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). *Plant Pathol.*, 49: 548-589.
- Müller T., Thorup-Kristensen K., Magid J., Jensen L.S., Hansen S., 2006.** Catch crops affect nitrogen dynamics in organic farming systems without livestock husbandry – Simulations with the DAISY model. *Ecol. Model.*, 191: 538-544.
- Parylak D., Wojciechowski W., Tendziagolska E., 2002.** Zmiany właściwości fizykochemicznych gleby w monokulturze pszenżyta ozimego pod wpływem różnej uprawy przedsięwziętej. *Pam. Puł.*, 130: 541-548.
- Rozzak W., Radecki A., Opic J., Witkowski F., 1990.** Próba określenia optymalnego zagęszczenia gleby gliniastej dla wzrostu i plonowania roślin uprawnych. *Modelowanie i optymalizacja parametrów żyzności gleby. Międzynarod. Semin. RWPG-IUNG, Puławy*, ss. 106-115.
- Sharratt B.S., 2002.** Corn stubble height and residue placement in the northern US Corn Belt. II. Spring microclimate and wheat development. *Soil Till. Res.*, 64: 253-261.
- Thorup-Kristensen K., 1994.** The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. *Fert. Res.*, 37: 227-234.
- Tomaszewska J., 2002.** Wyznaczanie optymalnej gęstości objętościowej gleby na podstawie reakcji jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 3: 46-59.
- Włodek S., Biskupski A., Pabin A., Kaus A., 2007.** Plonowanie zbóż i właściwości fizyczne gleby w różnych systemach uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 1(93): 262-268.

D. Dopka, M. Korsak-Adamowicz, J. Starczewski

CHANGES IN THE SOIL PHYSICAL PROPERTIES OF SPRING RYE CULTIVATED IN MONOCULTURE

Summary

A field experiment was set up at the Zawady. Experimental Farm in the years 2003–2006. The experimental design was a split-block-split-plot design with four replications. Spring rye was cultivated for three years. The following factors were examined: type of stubble, postharvest cultivation and sowing dates. Under continuous cropping of spring rye selected physical properties were altered significantly by the biomass introduced into the soil in the form of different stubble crops. In the 0–10 cm layer the changes included a decrease in dry soil bulk density (an average of 0.087 t m⁻³) of the compactness of the individual layers (average of 0.016 MPa), and an increased supply of water (average 1.5 mm) and capillary porosity (average 2.7 percentage points [p.p.]), but the grain yields were not significantly affected. The preferred parameters of selected physical properties of the soil at the optimum time for sowing of grain (especially increased capillary porosity of 4.3 p.p. and water supply by 0.8 mm), contributed indirectly in each year of the study to a significant rise in yield. Different stubble crops and changing weather conditions during the study period significantly modified some physical properties of tested soil horizons. However, the changing weather conditions throughout the growing season, particularly high amount of rainfall in 2004 (254.3 mm) and the abundance of water in the peak demand period (May and June 2004), contributed to significant increases in grain yield of spring rye (average 1.18 t ha⁻¹ compared to the other two seasons).

key words: soil physical properties, spring rye, monoculture, grain yield