

WPLYW NASTĘPSTWA ROŚLIN W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEJ UPRAWY ROLI NA NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE GLEBY I PLONY ROŚLIN

JAN PABIN, ANDRZEJ BISKUPSKI, STANISŁAW WŁODEK

Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli IUNG – PIB, Wrocław

Synopsis. Celem badań było określenie wpływu uprawy roli na gęstość i zapas wody w glebie oraz plony roślin (w latach uprawy roślin przedplonowych: 2002, 2004) oraz dodatkowo rodzaju przedplonu w latach z uprawą pszenicy ozimej (2003, 2005). Doświadczenie założono na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego, mocnego. W latach uprawy przedplonów doświadczenie miało układ jednoczynnikowy: zróżnicowanie uprawy roli (uprawa tradycyjna i zerowa). W latach 2003 i 2005 doświadczenie polowe miało charakter dwuczynnikowy. Pierwszym czynnikiem były sposoby uprawy roli: uprawa tradycyjna i zerowa, a drugim – zróżnicowane przedplony (rzepak, owies, mieszanka grochu z owsem i kukurydza) pod pszenicę ozimą. Stwierdzono, że uprawa zerowa pozostawia glebę najbardziej zagęszczoną i najczęściej najbardziej zasobną w wodę. Rodzaj przedplonu i uprawy roli oraz przebieg pogody miały istotne znaczenie dla plonowania roślin. Przeciętnie, najwyższe plony uzyskiwano w uprawie tradycyjnej po rzepaku, a w uprawie zerowej po mieszance grochu z owsem, najniższe zaś po kukurydzy.

Słowa kluczowe – *key words*: uprawa zerowa gleby – *zero tillage*, następstwo roślin – *plant cropping*, gęstość gleby – *soil bulk density*, zapas wody w glebie – *soil water reserves*, plony – *yields*

WSTĘP

Znaczenie następstwa roślin wynika z biologicznego oddziaływania poszczególnych gatunków roślin w zmianowaniu i ze specyficznej agrotechniki stosowanej do ich uprawy [Gandecki i in. 1997, Jelinowski i in. 1989]. Ze względu na walory ekologiczne i ekonomiczne uprawy zerowej [Lal 2007] istnieje potrzeba poznania jej oddziaływania na następstwo roślin oraz efekty edaficzne.

Celem badań była ocena wpływu uprawy zerowej i różnego następstwa roślin (dla pszenicy ozimej) na gęstość i zapas wody w glebie oraz plonowanie roślin.

MATERIAŁ I METODY

Podstawą badań w latach 2002 i 2004 było doświadczenie polowe jednoczynnikowe z uprawą roślin przedplonowych pod pszenicę ozimą, w którym stosowano zróżnicowaną uprawę roli (uprawa tradycyjna i uprawa zerowa), natomiast w latach 2003 i 2005 doświadczenie z uprawą pszenicy ozimej miało charakter dwuczynnikowy (sposoby uprawy roli i rodzaj przedplonu). Prowadzono je w Stacji Doświadczalnej IUNG – PIB w Jelczu-Laskowicach, na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego, mocnego, słabo próchnicznego (0,72% C_{org}) o średniej zawartości fosforu, bardzo wysokiej potasu oraz niskiej magnezu.

W doświadczeniu z pszenicą ozimą czynnikiem pierwszego rzędu były sposoby uprawy roli z poźniwym pozostawianiem słomy w postaci siewki: uprawa tradycyjna – płużna (uprawa poźniwna na głębokość 10-15 cm; orka siewna na głębokość 25 cm; przedsiewna uprawa za pomocą brony aktywnej) oraz uprawa zerowa, bez stosowania mechanicznych zabiegów uprawowych (walka z chwastami za pomocą herbicydów; siew nasion siewnikiem do siewu bezpośredniego). Czynnikiem drugiego rzędu był rodzaj przedplonu pod pszenicę ozimą: rzepak jary w 2002 i ozimy w 2004 r. (I), groch + owies (II), owies (III) i kukurydza (IV). Obiekty w doświadczeniu rozlosowano w 4 powtórzeniach w układzie losowanych podbloków.

W roku 2002 pod wszystkie rośliny stosowano jednolite nawożenie mineralne w ilości: 118 kg N, 47 kg P i 90 kg K·ha⁻¹. W roku 2004 wyższą dawkę N zastosowano pod rzepak ozimy tj. 127 kg·ha⁻¹, natomiast pod pozostałe rośliny po 93 kg N·ha⁻¹. Nawożenie fosforowo-potasowe w tym roku było dla wszystkich roślin jednakowe i wynosiło: 22 kg P i 83 kg K·ha⁻¹. Pod pszenicę ozimą stosowano w obydwóch latach badań: 81 kg N, 44 kg P i 124 kg K·ha⁻¹.

Corocznie dwukrotnie oznaczano gęstość i wilgotność w próbkach glebowych pobieranych cylinderkami o objętości 100 cm³ z warstw: 0-5, 10-15 i 20-25 cm w 4 powtórzeniach na każdym obiekcie doświadczenia. W pracy, dla każdego rodzaju oznaczeń, przyjęto średnią arytmetyczną, jako reprezentatywną dla warstwy 0-25 cm, a wilgotność przeliczono na zapasy wody w mm.

Wyniki badań poddano analizie wariancji. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu Tuckey'a przy poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

W okresie prowadzenia doświadczenia przebieg pogody był zróżnicowany. W roku 2002 suma roczna opadów (562,0 mm) była zbliżona do średniej wieloletniej (563,7 mm). W następnym roku, w okresie od lutego do lipca wystąpiła susza (47% opadów średniej wieloletniej). W 2004 roku, w okresie od IV do VII spadło 64,4% opadów średniej wieloletniej. Rok 2005 cechował się przemiennym występowaniem niedoboru (marzec, kwiecień i czerwiec: mniejsze opady o około 85 mm) i nadmiaru opadów (styczeń, luty, maj i lipiec: opady większe o około 107 mm), w stosunku do porównywanej średniej wieloletniej.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zarówno dla roślin przedplonowych, jak i pszenicy ozimej zerowa uprawa roli pozostawiała glebę bardziej zagęszczoną, niż tradycyjna uprawa roli (tab. 1 i 2). Poletka uprawiane tradycyjnie z kukurydzą i rzepakiem przeważnie miały glebę o mniejszej gęstości objętościowej, niż z uprawą owsa i grochu z owsem (tab. 1). Zwiększenie gęstości gleby w uprawie zerowej w stosunku do tradycyjnej można traktować z wielu powodów jako zjawisko niekorzystne [Pabin i in. 2002]. Jest to jednak do pewnego stopnia rekompensowane wyższymi zapasami wody w glebie (tab. 1 i 2), co miało miejsce w przeważającej liczbie przypadków w uprawie przedplonów i pszenicy ozimej, chociaż wynikają one najprawdopodobniej nie z samej zerowej uprawy roli, lecz również z pozostawiania słomy w postaci siewki na powierzchni gleby. W roku 2005 najbardziej korzystne oddziaływanie następcze, w odniesieniu do zapasu wody w glebie, można było zauważyć w stanowisku po owsie (tab. 2). Dostrzegana w wielu przypadkach pozytywna wartość przedplonowa owsa [Gandecki i in. 1997, Jelinowski i in. 1989, Kuś 1997, Parylak 1998] może mieć uzasadnienie również w warunkach wilgotnościowych gleby. Istotny, lecz niejednorodny był również efekt interakcji różnych sposobów uprawy z gatunkiem rośliny przedplonowej pod pszenicę ozimą w oddziaływaniu na zapas wody w glebie (tab. 2).

Tabela 1. Wpływ sposobu uprawy roli na gęstość gleby i zapas wody w glebie w warstwie 0-25 cm w uprawie roślin przedplonowych

Table 1. Effect of tillage methods on soil bulk density and soil water reserves in 0-25 cm depth for preceding plants tillage

System uprawy roli <i>Tillage system</i>	Roślina przedplonowa <i>Preceding crop</i>	Gęstość gleby <i>Soil bulk density (g·cm⁻³)</i>				Zapas wody <i>Water reserves (mm)</i>			
		2002		2004		2002		2004	
		08.05	13.06	30.04	24.06	08.05	13.06	30.04	24.06
Tradycyjny <i>Conventional tillage</i>	I*	1,48	1,46	1,65	1,55	45,9	39,6	46,1	23,2
	II	1,32	1,58	1,73	1,45	36,3	34,6	60,0	17,0
	III	1,53	1,60	1,61	1,60	48,6	34,1	53,7	19,6
	IV	1,50	1,32	1,60	1,66	48,0	45,3	50,0	41,5
Zerowy <i>Zero tillage</i>	I	1,65	1,57	1,60	1,60	49,9	41,5	37,7	18,9
	II	1,46	1,52	1,77	1,63	50,4	31,3	55,7	19,4
	III	1,60	1,55	1,66	1,62	55,6	35,9	49,2	30,0
	IV	1,65	1,58	1,71	1,62	57,3	53,0	50,1	56,2
NIR _{0,05} dla uprawy <i>LSD_{0,05} for tillage</i>	I	0,051	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,73	r.n.
	II	0,048	r.n.	r.n.	0,068	3,71	r.n.	r.n.	r.n.
	III	r.n.**	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	3,04
	IV	0,058	0,055	0,061	r.n.	2,89	3,68	r.n.	3,37

*) I – rzepak jary w 2002 r. – *spring rape in 2002*, (rzepak ozimy w 2004 r. – *winter rape in 2004*), II – owies – *oat*, III – groch + owies – *pea + oat*, IV – kukurydza – *maize*

***) r.n. – różnica nieistotna – *not significant difference*

Tabela 2. Wpływ przedplonu pod pszenicę ozimą i sposobu uprawy roli na gęstość gleby i zapas wody w glebie w warstwie 0-25 cm

Table 2. Effect of winter wheat preceding and tillage methods on soil bulk density and soil water reserves in 0-25 cm depth

System uprawy roli <i>Tillage system</i>	Rodzaj przedplonu <i>Kind of preceding crop</i>	Gęstość gleby <i>Soil bulk density (g·cm⁻³)</i>				Zapas wody <i>Soil water reserves (mm)</i>			
		Pszenica ozima – <i>Winter wheat</i>							
		2003		2005		2003		2005	
		05.05	07.07	14.04	06.07	05.05	07.07	14.04	06.07
Tradycyjny <i>Conventional tillage</i>	I*	1,47	1,52	1,56	1,63	36,6	25,7	43,8	31,2
	II	1,48	1,59	1,70	1,59	28,2	32,9	53,6	32,3
	III	1,54	1,55	1,55	1,63	31,0	26,2	48,9	25,8
	IV	1,55	1,53	1,57	1,60	33,4	26,4	48,6	30,4
	Średnia – Mean	1,51	1,55	1,60	1,61	32,3	27,8	48,8	29,9
Zerowa <i>Zero tillage</i>	I	1,63	1,64	1,73	1,62	41,7	31,3	53,4	28,7
	II	1,62	1,69	1,72	1,64	37,8	34,8	58,9	33,0
	III	1,65	1,67	1,63	1,66	31,4	30,8	52,6	37,7
	IV	1,66	1,67	1,66	1,71	40,2	35,2	55,7	37,2
	Średnia – Mean	1,64	1,66	1,68	1,66	37,8	33,0	55,2	34,2
Średnia <i>Mean</i>	I	1,55	1,58	1,64	1,62	39,2	28,5	48,6	30,0
	II	1,55	1,61	1,71	1,62	33,0	33,8	56,8	32,6
	III	1,60	1,61	1,59	1,64	31,2	28,5	50,8	31,8
	IV	1,60	1,60	1,62	1,66	36,8	30,8	52,2	33,8
NIR _{0,05} - LSD _{0,05} : uprawa – <i>tillage</i> :		0,027	0,029	0,025	0,027	0,77	1,86	0,97	0,87
przedplon – <i>preceding</i>		0,035	r.n.	0,032	r.n.	0,98	1,10	1,23	1,10
interakcja – <i>interaction</i>		r.n.**	0,054	0,047	0,027	1,45	1,62	1,82	1,62

*) objaśnienie jak w tabeli 1 – *explanation as in table 1*

Tabela 3. Wpływ sposobu uprawy roli na plony roślin przedplonowych
 Table 3. Effect of tillage methods on preceding crop yields

System uprawy roli <i>Tillage system</i>	Roślina przedplonowa <i>Preceding crop</i>	Plony – Yields (Mg·ha ⁻¹)	
		2002	2004
Tradycyjny <i>Conventional tillage</i>	I*	2,56	3,61
	II	5,40	5,09
	III	4,09	4,26
	IV	4,87	5,30
Zerowy <i>Zero tillage</i>	I	2,39	2,90
	II	4,72	2,99
	III	4,04	3,57
	IV	4,79	5,14
NIR _{0,05} dla uprawy <i>LSD_{0,05} for tillage</i>	I	r.n.**	0,431
	II	0,250	0,442
	III	r.n.	0,553
	IV	r.n.	r.n.

* objaśnienie jak w tabeli 1. – explanation as in table 1

Tabela 4. Wpływ przedplonu i sposobu uprawy roli na plony pszenicy ozimej
 Table 4. Effect of preceding crop and tillage method on winter wheat yields

System uprawy roli <i>Tillage system</i>	Rodzaj przedplonu <i>Kind of preceding crop</i>	Plony – Yields (Mg·ha ⁻¹)	
		2003	2005
Tradycyjny <i>Conventional tillage</i>	I*	2,83	7,24
	II	2,81	6,04
	III	2,81	5,86
	IV	2,56	5,82
	Średnia – Mean	2,75	6,24
Zerowy <i>Zero tillage</i>	I*	2,22	4,12
	II	2,86	4,12
	III	2,52	5,05
	IV	2,49	3,73
	Średnia – Mean	2,52	4,28
Średnia <i>Mean</i>	I*	2,52	5,68
	II	2,84	5,08
	III	2,66	5,46
	IV	2,52	4,78
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} :			
uprawa – tillage		0,118	0,386
przedplon – preceding		0,150	0,490
interakcja – interaction		0,222	0,728

* – objaśnienie jak w tabeli 1 – explanation as in table 1

W 2002 roku rośliny przedplonowe wydały stosunkowo wysoki plon, niezależnie od sposobu uprawy (tab. 3), co najprawdopodobniej było wynikiem pomyślnego rozkładu i ilości opadów (zbliżone do średniej z wielolecia). Jedyne plon owsa w uprawie zerowej był istotnie niższy od plonu w tradycyjnej uprawie roli. Można sądzić, że było to spowodowane późnym siewem (05.04.2002 r.) i prawdopodobnie słabszym ukorzeniem się roślin w tej uprawie [Anders i in. 1997]. Natomiast w 2004 roku, cechującym się umiarkowanym niedoborem opadów, analizowane rośliny, z wyjątkiem kukurydzy, zareagowały obniżkami plonów w uprawie zerowej w stosunku do tradycyjnej uprawy roli, co w analogicznych warunkach pogodowych obserwowali również inni autorzy [Blecharczyk i in. 1999, Dubas i Menzel 1999].

W warunkach znacznego niedoboru opadów w 2003 roku najwyższe plony pszenicy ozimej w uprawie tradycyjnej uzyskano w stanowisku po rzepaku jarym, owsie i mieszance grochu z owsem, a w uprawie zerowej jedynie w stanowisku po owsie (tab. 4). Także w uprawie zerowej przedplonem, który nie powodował obniżek plonu pszenicy ozimej w stosunku do tradycyjnej uprawy roli był owies. Niezależnie od systemu uprawy roli, najlepszą rośliną przedplonową pod pszenicę ozimą był owies, nieznacznie gorszą natomiast mieszanka grochu z owsem. Najgorszymi przedplonami były rzepak jary i kukurydza, które powodowały istotne obniżki plonu ziarna pszenicy ozimej. Wykazany tu wpływ systemów uprawy roli, mimo dominującego działania deficytu wody, świadczy o silnym oddziaływaniu uprawy na plonowanie pszenicy ozimej, a także o niedostatecznej ochronie mulczu przed negatywnymi skutkami suszy.

W roku 2005, w warunkach przemienne występowania okresowych niedoborów i nadmiernych opadów, wyższe plony ziarna pszenicy ozimej uzyskano w tradycyjnej uprawie roli (tab. 4); w stosunku do uprawy płużnej plon ziarna z poletek w uprawie zerowej był niższy o około 31%. Najlepszymi przedplonami dla pszenicy ozimej, niezależnie od uprawy roli, były mieszanka grochu z owsem i rzepak ozimy, najgorszym natomiast kukurydza. W tradycyjnej uprawie roli najwyższy plon ziarna wydała pszenica uprawiana po rzepaku, a w uprawie zerowej po mieszance grochu z owsem. Podobne rezultaty świadczące o wartości przedplonowej grochu dla plonów pszenicy ozimej w uprawie zerowej uzyskali inni autorzy [Blecharczyk i in. 1999].

WNIOSKI

1. W stosunku do tradycyjnej uprawy roli, gęstość i zapas wody glebowej w uprawie zerowej istotnie się zwiększały. Podwyższaniu gęstości gleby nie zapobiegł żaden z wariantów testowanych ogniw zmianowania, a ich wpływ na zawartość wody był krótkotrwały i nie przenosił się na roślinę następczą.
2. Plonowanie roślin zależało przede wszystkim od czynników pogodowych (głównie opadów), a w następnej kolejności od systemu uprawy roli. Przy umiarkowanym niedoborze opadów istotnie niższe plony roślin stwierdzono w systemie uprawy zerowej w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli.
3. Wartość przedplonowa roślin dla uprawy pszenicy ozimej, z późnym pozostawianiem na polu słomy w postaci siewki, zależała od przebiegu pogody (zwłaszcza opadów) i od systemu uprawy roli. W warunkach posusznych najlepszymi przedplonami w uprawie tradycyjnej były: rzepak jary, owies i mieszanka owsa z grochem, a w uprawie zerowej owies. W warunkach występujących przemiennie okresów posusznych i nadmiernie wilgotnych, w tradycyjnej uprawie roli najlepszym z porównywanych przedplonów był rzepak ozimy, a w uprawie zerowej mieszanka grochu z owsem.

PIŚMIENNICTWO

1. Angers, D.A., Bolinder, M.A., Carter, M.R., Gregorich, E.G., Drury, C.F., Liang, B.C., Voroney, R.P., Simard, R.R., Donald, R.G., Beyaert, R.P., Martel, J. 1997. Impact of tillage practices on organic carbon and storage in cool, humid soils of eastern Canada. *Soil Till. Res.* 41: 191–201.
2. Bleharczyk, A., Skrzypczak, G., Małecka, I., Piechota, T. 1999. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej i grochu. *Fol. Univ. Agric. Stetin., 195 Agricultura* 74: 171–179.
3. Dubas, A., Menzel, L. 1999. Uprawa kukurydzy w systemie bezorkowym po różnych przedplonach. *Fol. Univ. Agric. Stetin. 195, Agricultura* 74: 147–155.
4. Gandecki, R., Kordas, L., Parylak, D., Sebzda, J. 1997. Plonowanie żyta ozimego w różnych zmianowniach specjalistycznych i monokulturze na glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 4: 50–56.
5. Jelinowski, S., Kuś, J., Kamińska, M. 1989. Wpływ stanowiska na plonowanie zbóż. *Fragm. Agron.* 3: 7–18.
6. Kuś, J. 1997. Plonowanie zbóż w zależności od ich udziału w strukturze zasiewów. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olsten., Agricultura* 64: 221–225.
7. Lal, R. 2007. Constraints to adopting no-til forming in developing countries. *Soil Till. Res.* 94: 1–3.
8. Pabin, J., Włodek, S., Biskupski, A. 2002. Oddziaływanie siewu bezpośredniego na wilgotność gleby. *Post. Nauk Rol.* 4: 41–49.
9. Parylak, D. 1998. Międzyplony ścierniskowe jako czynnik regeneracyjny w monokulturze pszenżyta ozimego uprawianego na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 709–718.

J. PABIN, A. BISKUPSKI, S. WŁODEK

EFFECT OF CROP ROTATION IN CONDITIONS OF DIFFERENTIATED TILLAGE ON SOME SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND YIELDS**Summary**

The research has aimed at assessment of the influence of two different modes of tillage and varying crop rotation (for winter wheat only) on selected physical properties of soil and yielding of plants.

Two-factorial (for winter wheat only in the years 2003 and 2005) strict static field experiment was carried out at the Experimental Station IUNG-PIB at Jelcz-Laskowice on grey-brown podzolic soil formed out of weakly humic heavy loamy sand with medium content of phosphorus, high content of potassium and low content of magnesium.

The first-order factor were the modes of tillage with post-harvest leaving the straw in form of chaff in the field: A - traditional tillage with post-harvest ploughing to 10-15 cm depth, pre-sowing ploughing to 25 cm depth and pre-sowing cultivation by means of an active harrow; B - zero tillage, all weed control based on herbicides, seeds sown with a drill for direct seeding.

The second-order factor was differentiation of the precedings for winter wheat: I - spring rape (2002), winter rape (2004); II - pea + oats; III - oats; IV - maize. The experimental treatments were randomized in four replications in a subblock arrangement.

Differentiated modes of tillage were found to have brought about durable changes in the physical state of soil. Under zero tillage the soil density got increased, that effect having been not counteracted by any of the crop rotation links tested.

Post-harvest leaving the straw in form of chaff in the field appeared to have positively influenced the water content in the soil, however only in that with zero tillage where the straw left acted as mulch. The water content in soil was influenced, too, by the plant species, though that effect was short-lived and did not transmit itself on the successive plant.

Yielding of plants depended first of all on the weather factors (mainly precipitation), and only then on the mode of cultivation. Occurrence of drought was the major yield reducing factor, irrespective of the kind of cultivation measures. With a moderate precipitation deficit significantly lower yields were obtained of the plants grown in zero system.

The preceding value of plants for winter wheat, with post-harvest leaving the straw in form of chaff in the field, also depended on the course of weather (precipitation) and kind of cultivation technique. In drought conditions the best precedings in traditional cultivation were spring rape, oats and oat-pea mixture, while in zero cultivation oats only. In conditions of alternating drought and excessively moist periods, in traditional cultivation the best of the precedings being compared was winter rape, and in zero cultivation the oat-pea mixture.

Doc. dr hab. Jan Pabin

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB,
Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli
55-230 Jelcz-Laskowice, ul. Łąkowa 2
zt.lask@poczta.md4.pl