

WPLYW DESZCZOWANIA I SYSTEMÓW UPRAWY ROLI NA FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY POD ŁUBINEM ŻÓŁTYM I WĄSKOLISTNYM*

IRENA MALECKA-JANKOWIAK¹, ANDRZEJ BLECHARCZYK, AGNIESZKA FALIGOWSKA,
JERZY SZUKAŁA, BARTOSZ WANIOREK

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

Synopsis. Celem badań prowadzonych w latach 2012–2015 (ZDD Złotniki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu) była ocena właściwości fizycznych gleby (gęstość, wilgotność, porowatość, zwięzłość) pod łubinem żółtym i wąskolistnym w zależności od wariantu wodnego (deszczowany, niedeszczowany). Drugim czynnikiem badawczym był system uprawy roli (tradycyjny, uproszczony, siew bezpośredni). Wariant wodny nie różnicował gęstości i porowatości gleby pod łubinem wąskolistnym i żółtym w warstwach 0–5 i 10–20 cm. Czynnikiem w większym stopniu różnicującym wilgotność gleby, gęstość oraz porowatość kapilarną był system uprawy roli. Siew bezpośredni w uprawie obu gatunków łubinu w warstwie 0–5 i 10–20 cm przyczynił się do wzrostu gęstości gleby i obniżenia porowatości kapilarnej w porównaniu do uprawy tradycyjnej i uproszczonej. Uprawa uproszczona i siew bezpośredni zwiększały zwięzłość gleby do głębokości 30 cm w porównaniu do uprawy płuznej. Wariant wodny nie różnicował zwięzłości gleby pod łubinem żółtym; w uprawie łubinu wąskolistnego utrzymywała się tendencja do wyższej zwięzłości na glebie deszczowanej niż niedeszczowanej, jakkolwiek jedynie w warstwie 5–10 cm było to różnicowanie istotne.

Słowa kluczowe: łubin żółty, łubin wąskolistny, deszczowanie, systemy uprawy roli, fizyczne właściwości gleby

WSTĘP

Intensyfikacja rolnictwa, związana ze stosowaniem intensywnej, płuznej uprawy roli niesie z sobą negatywny wpływ na jakość wielu podstawowych zasobów, takich jak: gleba, woda, bioróżnorodność, dostarczanych przez naturę. Ta degradacja zasobów naturalnych prowadzi do pogorszenia czynników produktywności roślin, stąd też nauka i praktyka rolnicza poszukuje alternatywnych rozwiązań, ograniczających negatywne skutki tradycyjnej uprawy roli, w której podstawowym zabiegiem uprawowym jest orka. W ostatnim okresie rośnie więc zainteresowanie tzw. rolnictwem zachowawczym, nazywanym również konserwującym, które opiera się o trzy zasadnicze pryncypia: 1. trwale stosowanie różnych wariantów uprawy bezorkowej (uprawa uproszczona, pasowa, siew bezpośredni), 2. ciągłe przykrycie gleby resztkami poźniowymi bądź roślinami okrywowymi, 3. dywersyfikacja płodozmianów z udziałem roślin dwuliściennych, szczególnie gatunków bobowatych [Friedrich i in. 2012, Holland 2004]. Takie podejście wydaje się być uniwersalnym i do wprowadzenia w różnych warunkach środowisko-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: malecka@up.poznan.pl

* Praca została przygotowana w ramach programu wieloletniego „Ulepszenie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”. Obszar 3: Nowe trendy w agrotechnice roślin strączkowych i sposoby zwiększania opłacalności uprawy.

wych. W Polsce rośnie również zainteresowanie, szczególnie w gospodarstwach dużych, uprawą bezorkową, która niesie z sobą wiele korzyści środowiskowych, ale również ekonomicznych [Arvidsson i in. 2013, Katsvairo i in. 2002, McVay i in. 2006, Romanekas i in. 2012, Friedrich i in. 2012, Małecka i in. 2015, Morris i in. 2010, Soane i in. 2012].

Bezorkowa uprawa roli, w połączeniu z pozostawianymi resztkami roślinnymi na powierzchni pola, modyfikuje właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. W odniesieniu do fizycznych właściwości, panuje powszechna opinia, iż uproszczona uprawa roli a szczególnie siew bezpośredni, prowadzą do zwiększenia zagęszczenia układu gleby [Blecharczyk i in. 2007, D'Haene i in. 2008, Husnjak i in. 2002, Małecka i in. 2007, Małecka i in. 2012, McVay i in. 2006, Özpınar i Çay 2005]. Wzrost gęstości objętościowej i zwięzłości w warstwie 0–25 cm może z kolei prowadzić do słabszego przewietrzania gleby i gorszego rozwoju systemu korzeniowego roślin [Arvidsson i in. 2013]. Zdaniem Schjøning'a i Rasmussen'a [2000] zwięzłość gleby powyżej 1,4 MPa ogranicza rozwój systemu korzeniowego roślin. Ponadto pozostawiane resztki na powierzchni pola ograniczają szybkie ogrzewanie gleby w okresie wiosennym, co może oddziaływać na kiełkowanie i wschody roślin [Rasmussen 1999, Soane i in. 2012]. Wzrost zagęszczenia układu gleby jest istotnym problemem w pierwszych latach stosowania rozwiązań bezorkowych, gdyż po wielu latach braku intensywnej uprawy roli, na skutek wzrostu węgla organicznego oraz liczebności dżdżownic w glebie, następuje naturalne rozluźnienie zagęszczonego układu [Hill 1990, Małecka i in. 2015, Morris i in. 2010, Rhoton 2000, Soane i in. 2012, Tebrügge i Düring 1999, Vogeler i in. 2009]. Ponadto wzrost węgla organicznego gleby w jej powierzchniowej warstwie, zwiększa stabilność agregatów glebowych, poprawia infiltrację gleby oraz jej wilgotność, co jest niezmiernie istotne w latach o niedoborach opadowych [Arvidsson i in. 2013, Fernandez-Ugalde i in. 2009, Husnjak i in. 2002, Morris i in. 2010, Soane i in. 2012, Tebrügge i Düring 1999].

Celem podjętych badań była ocena trwałego oddziaływania bezorkowych systemów uprawy roli (uproszczony, siew bezpośredni) oraz deszczowania na zmiany wybranych właściwości fizycznych gleby w uprawie łubinu żółtego i wąskolistnego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe z łubinem wąskolistnym (odmiany Bojar) i łubinem żółtym (odmiana Mister) przeprowadzono w latach 2012–2015 w Stacji Doświadczalnej w Złotnikach (52°29' N, 16°49' E) należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Zakładano je w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach na glebach płowych, klasy IVa i IVb, kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego, zasobnych w fosfor i potas oraz mało zasobnych w magnez, o odczynie lekko kwaśnym. Pierwszy czynnik stanowił wariant wodny – deszczowany i niedeszczowany (od 1972 roku), drugi systemy uprawy roli (od 1997 roku) – płużny (tradycyjny), bezpłużny (uproszczony) i zerowy (siew bezpośredni). Powierzchnia poletek wynosiła: deszczowanych 48 m² i niedeszczowanych 24 m². Doświadczenie założono w statycznym płodozmianie z 50% udziałem zbóż (łubin żółty – pszenica ozima – rzepak ozimy – pszenica ozima) i 75% udziałem zbóż (łubin wąskolistny – pszenica ozima – pszenżyto ozime – jęczmień ozimy)

Nawozy fosforowe i potasowe wysiano jesienią w dawce P₂O₅ – 80 kg·ha⁻¹ (superfosfat potrojny), K₂O – 100 kg·ha⁻¹ (sól potasowa). W uprawie łubinów nie stosowano nawożenia azotem. Zabiegi agrotechniczne dotyczące systemu uprawy płużnej dostosowano do ogólnie przyjętych zasad w praktyce rolniczej. W systemie bezpłużnym zastosowano preparat Roundup Energy 450 SL (2 l·ha⁻¹) oraz jesienią kultywator ścierniskowy. Wiosną w obu przypadkach przed-

siewnie zastosowano agregat uprawowy. Natomiast w uprawie zerowej, siew wykonano bezpośrednio w ściernisko, po jesiennym oprysku preparatem Roundup Energy 450 SL (2 l·ha⁻¹). Siew na wszystkich obiektach wykonano siewnikiem Great Plains przystosowanym do siewu bezpośredniego, przy rozstawie rzędów 17,8 cm.

W celu oznaczenia fizycznych właściwości pobrano corocznie w fazie kwitnienia łubinów z warstw 0–5 i 10–20 cm glebę w nienaruszonym układzie cylinderkami o objętości 100 cm³, w której po zważeniu, wysuszeniu w temperaturze 105°C i ponownym zważeniu określono wilgotność i gęstość objętościową. Następnie cylinderki ustawiono na podsiąkanie w wodzie w czasie 48 godz., w celu określenia kapilarnej pojemności wodnej.

Zwięzłość gleby oznaczono w polu za pomocą ręcznego penetrometru z elektronicznym zapisem danych firmy Eijkelkamp umożliwiającym ciągły rejestr zwięzłości w profilu gleby co 1 cm; wyniki przedstawiono jako średnie dla przedziałów 5-cio centymetrowych.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych z wykorzystaniem programu STATPAKU. Istotność zróżnicowania wyników oceniano testem Fishera-Snedecora, natomiast badanie istotności różnic pomiędzy średnimi szacowano testem Tukeya ($\alpha=0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wariant wodny nie różnicował gęstości i porowatości gleby pod łubinem wąskolistnym i żółtym w warstwach 0–5 i 10–20 cm, natomiast w odniesieniu do wilgotności gleby nieco wyższą wartość tego parametru odnotowano na obiekcie deszczowanym, co jest powszechnie znaną zależnością. Czynnikiem w największym stopniu różnicującym wilgotność gleby, gęstość oraz porowatość kapilarną był system uprawy roli. Nie odnotowano również interakcyjnego oddziaływania obu czynników badawczych w kształtowaniu powyższych parametrów, z wyjątkiem gęstości objętościowej w warstwie gleby 10–20 cm w uprawie łubinu żółtego oraz kapilarnej pojemności wodnej w warstwie gleby 0–5 cm w uprawie łubinu wąskolistnego (tab. 1–2).

W wierzchniej warstwie gleby (0–5 cm), zarówno w uprawie łubinu wąskolistnego jak i żółtego, uprawa uproszczona, a szczególnie siew bezpośredni spowodowały zwiększenie wilgotności gleby w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli w obu wariantach wodnych. W głębszej warstwie gleby (10–20 cm) systemy bezorkowe zwiększyły wilgotność gleby tylko w uprawie łubinu wąskolistnego.

Wilgotność gleby jest parametrem bardzo zmiennym i zależy od wielu czynników, między innymi: przebiegu warunków pogodowych, składu granulometrycznego gleby oraz stosowanej agrotechniki i uprawianych roślin. Na ogół w latach o dużej ilości opadów nie spotyka się większych różnic w zawartości wody w glebie w uprawie orkowej i bezpługowych systemach, natomiast w lata suche stwierdza się większą zawartość wody na obiektach w siewie bezpośrednim [Husnjak i in. 2002, Morris i in. 2010, Soane i in. 2012, Tebrügge i Düring 1999]. Uprawa bezorkowa zmniejsza parowanie oraz poprawia infiltrację, dzięki resztkom roślinnym pozostawianych na powierzchni pola, dlatego też w lata suche uwidaczniają się korzyści wynikające z większej wilgotności gleby w tych systemach [Arvidsson i in. 2013, Fernandez-Ugalde i in. 2009, Małecka i in. 2012, McVay i in. 2006, Tebrügge i Düring 1999]. Spotyka się również badania, w których odnotowano większą wilgotność gleby w uprawie bezorkowej niż w uprawie płużnej zarówno w latach suchych, jak i wilgotnych [Alvarez i in. 2009, D'Haene i in. 2008, McVay i in. 2006].

Odmienne rezultaty badań różnych autorów wynikają często z różnego udziału poszczególnych porów glebowych. Uprawa płużna zwiększa udział niestabilnych dużych porów, któ-

Tabela 1. Wilgotność objętościowa, gęstość i porowatość kapilarna gleby pod łubinem żółtym w zależności od deszczowania i uprawy roli (średnio 2012–2015)

Table 1. Volumetric water, soil bulk density and capillare porosity under yellow lupin depending on irrigation and tillage (mean of 2012–2015)

Wariant wodny Water variant	System uprawy roli Tillage systems	Warstwa gleby – Soil layer (cm)					
		0–5 cm			10–20 cm		
		Wilgotność Water content (%)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Kapilarna pojemność wodna Capillare porosity (%)	Wilgotność Water content (%)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Kapilarna pojemność wodna Capillare porosity (%)
Deszczowany Irrigated	TR*	12,8	1,47	36,0	17,0	1,56	32,0
	UPR	16,1	1,43	38,6	16,9	1,63	31,4
	SB	18,6	1,57	32,3	16,4	1,71	29,0
Nie deszczowany Non irrigated	TR	12,8	1,54	33,3	15,6	1,63	31,3
	UPR	14,7	1,43	36,8	16,4	1,66	30,2
	SB	18,8	1,58	31,7	15,7	1,69	29,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,04	r.n.
Średnio wariant wodny – Mean of water variant							
Deszczowany – Irrigated		15,8	1,49	35,6	16,8	1,63	30,8
Nie deszczowany – Non irrigated		15,4	1,51	34,0	15,9	1,66	30,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	1,0	0,4	r.n.	r.n.
Średnio dla systemu uprawy roli – Mean of tillage system							
TR		12,8	1,50	34,7	16,3	1,59	31,6
UPR		15,4	1,43	37,7	16,7	1,64	30,8
SB		18,7	1,57	32,0	16,0	1,70	29,2
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,8	0,03	1,2	r.n.	0,03	0,8

*TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uprawa uproszczona – reduced tillage, SB – siew bezpośredni – direct seeding

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

re zanikają w okresie zimy, czy podczas wegetacji roślin, kosztem zwiększania porów małych, w których woda w glebie zatrzymywana jest w dłuższym okresie czasu [D’Haene i in. 2008]. Z kolei po wielu latach stosowania uprawy bezorkowej, w porównaniu z tradycyjną uprawą roli, może zwiększać się również udział porów dużych, na skutek wzmożonej działalności dżdżownic [Hill i in. 1990, Holland 2004, Katsvairo i in. 2002, Rhoton 2000].

Tabela 2. Wilgotność objętościowa, gęstość i porowatość kapilarna gleby pod łubinem wąskolistnym w zależności od deszczowania i uprawy roli (średnio 2012–2015)

Table 2. Volumetric water, soil bulk density and capillare porosity under narrow-leaved lupine depending on irrigation and tillage (mean of 2012–2015)

Wariant wodny Water variant	System uprawy roli Tillage systems	Warstwa gleby – Soil layer (cm)					
		0–5 cm			10–20 cm		
		Wilgotność Water content (%)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Kapilarna pojemność wodna Capillare porosity (%)	Wilgotność Water content (%)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Kapilarna pojemność wodna Capillare porosity (%)
Deszczowany Irrigated	TR*	12,4	1,47	38,0	16,2	1,60	32,2
	UPR	16,3	1,45	37,5	16,7	1,65	31,4
	SB	22,2	1,62	30,4	18,4	1,71	28,6
Nie deszczowany Non irrigated	TR	11,6	1,48	34,9	14,6	1,58	32,9
	UPR	14,6	1,46	36,8	16,5	1,64	30,6
	SB	20,7	1,63	31,0	17,9	1,72	28,1
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	2,0	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio wariant wodny – Mean of water variant							
Deszczowany – Irrigated		17,0	1,51	35,3	17,1	1,65	30,7
Nie deszczowany – Non irrigated		15,6	1,52	34,3	16,3	1,64	30,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,6	r.n.	r.n.	0,6	r.n.	r.n.
Średnio dla systemu uprawy roli – Mean of tillage system							
TR		12,0	1,48	36,5	15,4	1,59	32,6
UPR		15,5	1,45	37,2	16,6	1,65	31,0
SB		21,4	1,62	30,7	18,2	1,71	28,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,7	0,04	1,4	0,7	0,04	1,1

*TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uprawa uproszczona – reduced tillage, SB – siew bezpośredni – direct seeding

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

W analizowanym doświadczeniu, siew bezpośredni w uprawie obu gatunków łubinu w warstwie 0–5 i 10–20 cm przyczynił się do wzrostu gęstości gleby i obniżenia porowatości kapilarnej w porównaniu do uprawy tradycyjnej i uproszczonej. Deszczowanie nie miało istotnego wpływu na oddziaływanie systemów uprawy roli na omawiane parametry, co również potwierdza w swoich badaniach Bhattacharyya i in. [2008]. Jedynie gleba pod łubinem żółtym w war-

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Średnio dla systemu uprawy roli – Mean of tillage system						
TR	0,62	1,04	1,24	1,39	1,76	2,48
UPR	0,71	1,56	2,28	2,76	3,18	3,67
SB	1,07	1,96	2,44	2,66	2,96	3,24
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,11	0,16	0,19	0,18	0,23	0,25

*TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uprawa uproszczona – reduced tillage, SB – siew bezpośredni – direct seeding
r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 4. Zwięzłość gleby (MPa) pod łubinem wąskolistnym w zależności od deszczowania i uprawy roli (średnio 2012–2015)
Table 4. Penetration resistance (MPa) under narrow-leaved lupine as affected by irrigation and tillage (mean of 2012–2015)

Wariant wodny Water variant	System uprawy roli Tillage systems	Warstwa gleby – Soil layer (cm)					
		0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30
Deszczowany Irrigated	TR*	0,54	0,97	1,10	1,23	1,54	2,31
	UPR	0,80	1,80	2,54	2,97	3,30	3,60
	SB	1,06	1,98	2,29	2,47	2,57	3,00
Nie deszczowany Non irrigated	TR	0,54	0,89	1,13	1,29	1,63	2,38
	UPR	0,72	1,60	2,29	2,61	2,84	3,15
	SB	0,94	1,82	2,27	2,44	2,54	2,83
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio wariant wodny – Mean of water variant							
Deszczowany – Irrigated		0,80	1,58	1,98	2,22	2,47	2,97
Nie deszczowany – Non irrigated		0,73	1,44	1,89	2,12	2,34	2,79
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	0,12	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnio dla systemu uprawy roli – Mean of tillage system							
TR		0,54	0,93	1,11	1,26	1,59	2,35
UPR		0,76	1,70	2,41	2,79	3,07	3,38
SB		1,00	1,90	2,28	2,45	2,56	2,91
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,09	0,15	0,15	0,20	0,28	0,30

*TR – tradycyjna uprawa roli – conventional tillage, UPR – uprawa uproszczona – reduced tillage, SB – siew bezpośredni – direct seeding
r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

W literaturze panuje powszechna opinia, że zwięzłość gleby w bezorkowych systemach uprawy roli jest większa niż w uprawie płużnej i rośnie wraz z głębokością [Arvidsson i in. 2013, Rahman i in. 2008, Rasmussen 1999]. Jakkolwiek w doświadczeniach wieloletnich obserwuje się w warstwach poniżej 10 cm mniejsze różnice tego parametru pomiędzy systemami uprawy roli, a w warstwie poniżej 25 cm często mniejsza zwięzłość jest w systemach bezorkowych niż w uprawie płużnej [Hill 1990, Tebrügge i Düring 1999]. Autorzy tłumaczą to pozytywną przebudową profilu glebowego na skutek wzrostu węgla organicznego, co pociąga za sobą poprawę stanu strukturalnego gleby i nośności gleby w rozwiązaniach bezorkowych, podczas gdy w uprawie płużnej dochodzi do wzrostu zagęszczenia układu na skutek większego oddziaływania ciągników i maszyn rolniczych na glebę [Pereira i in. 2007, Tebrügge i Düring 1999].

WNIOSKI

1. Wariant wodny nie różnicował gęstości i porowatości gleby pod łubinem wąskolistnym i żółtym w warstwach 0–5 i 10–20 cm.
2. Siew bezpośredni w uprawie obu gatunków łubinu w warstwie 0–5 i 10–20 cm przyczynił się do wzrostu gęstości gleby i obniżenia porowatości kapilarnej w porównaniu do uprawy tradycyjnej i uproszczonej.
3. Wilgotność gleby była większa w systemach bezorkowych niż w tradycyjnej uprawie roli, szczególnie w powierzchniowej warstwie gleby.
4. Uprawa uproszczona i siew bezpośredni zwiększały zwięzłość gleby do głębokości 30 cm w porównaniu do uprawy płużnej.

PIŚMIENNICTWO

- Alvarez R., Steinbach H.S. 2009. A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. *Soil Till. Res.* 104: 1–15.
- Anken T., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K. 2004. Long-term tillage systems effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil Till. Res.* 78: 171–183.
- Arvidsson J., Westlin A., Sörensson F. 2013. Working depth in non-inversion tillage – Effects on soil physical properties and crop yield in Swedish field experiments. *Soil Till. Res.* 126: 259–266.
- Bhattacharyya R., Kundu S., Pandey S.C., Singh K.P., Gupta H.S. 2008. Tillage and irrigation effects on crop yields and soil properties under the rice–wheat system in the Indian Himalayas. *Agric. Water Manag.* 95: 993–1002.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sierpowski J. 2007. Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.* 24(1): 7–13.
- Blecharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I., Piechota T. 1999. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na właściwości fizyczne gleby oraz plonowanie pszenicy ozimej i grochu. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 195, *Agricultura* 74: 171–179.
- D’Haene K., Vermang J., Cornelis W.M., Leroy B.L.M., Schiettecatte W., De Neve S., Gabriels D., Hofman G. 2008. Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops. *Soil Till. Res.* 99: 279–290.
- Fernandez-Ugalde O., Virto I., Bescansa P., Imaz M.J., Enrique A., Karlen D.L. 2009. No-tillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. *Soil Till. Res.* 106: 29–35.
- Friedrich T., Derpsch R., Kassam A. 2012. Overview of the global spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports* (www.factsreports.revues.org).

- Hill R.L. 1990. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 54: 161–166.
- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103: 1–25.
- Husnjak S., Filipovic D., Kosutic S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostl. Vyr.* 48(6): 249–254.
- Katsvairo T., Cox W.J., van Es H. 2002. Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. *Agron. J.* 94: 299–304.
- Logsdon S.D., Karlen D.L. 2004. Bulk density as a soil quality indicator during conversion to no-tillage. *Soil Till. Res.* 78: 143–149.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Swędrzyńska D., Piechota T. 2015. Winter wheat yield and soil properties response to long-term non-inversion tillage. *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 1571–1584.
- Małecka I., Swędrzyńska D., Blecharczyk A., Dytman-Hagedorn M. 2012. Wpływ systemów uprawy roli pod groch na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. *Fragm. Agron.* 29(4): 106–116.
- Małecka I., Blecharczyk A., Dobrzeński T. 2007. Zmiany fizycznych i chemicznych właściwości gleby w wyniku stosowania uproszczeń w uprawie roli. *Fragm. Agron.* 24(1): 182–189.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) 2011. Systematyka Gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* 62(3): ss. 193.
- McVay K.A., Budde J.A., Fabrizzi K., Mikha M.M., Rice C.W., Schlegel A.J., Peterson D.E., Sweeney D.W., Thompson C. 2006. Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 434–438.
- Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment – a review. *Soil Till. Res.* 108: 1–15.
- Özpinar S., Çay A. 2005. Effects of minimum and conventional tillage systems on soil properties and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in clay-loam in the Canakkale Region. *Turk. J. Agric. For.* 29: 9–18.
- Pereira J.O., Defossez P., Richard G. 2007. Soil susceptibility to compaction by wheeling as a function of some properties of a silty soil as affected by the tillage systems. *Eur. J. Soil Sci.* 58: 34–44.
- Rahman M.H., Okubo A., Sugiyama S., Mayland H.F. 2008. Physical, chemical and microbiological properties of and Andisol as related to land use and tillage practice. *Soil Till. Res.* 101: 10–19.
- Rasmussen K.J. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil Till. Res.* 53: 3–14.
- Rhoton F. 2000. Influence of time on soil response to no-till practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 700–709.
- Romanekas K., Avizienyte D., Šarauskius E., Martinkus M., Pilipavičius V., Adamavičiene A., Sakalauskas A. 2012. Impact of ploughless tillage on soil physical properties and winter wheat productivity. *J. Food Agric. Environ.* 10: 501–504.
- Schjønning P., Rasmussen K.J. 2000. Soil strength and soil pore characteristics for direct drilled and ploughed soils. *Soil Till. Res.* 57: 69–82.
- Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problem and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.* 118: 66–87.
- Tebrügge F., Düring R.A. 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53: 15–28.
- Vogeler I., Rogasik J., Funder U., Panten K., Schnug E. 2009. Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. *Soil Till. Res.* 103: 137–143.

I. MAŁECKA-JANKOWIAK, A. BLECHARCZYK, A. FALIGOWSKA, J. SZUKAŁA, B. WANIOREK

**EFFECT OF IRRIGATION AND TILLAGE SYSTEMS ON THE PHYSICAL PROPERTIES
IN SOIL UNDER YELLOW AND NARROW-LEAVED LUPIN****Summary**

The aim of study conducted in 2012-2015 at Experimental Station Złotniki (Poznań University of Life Sciences), was to evaluate soil physical properties (bulk density, water content, capillary porosity, compaction) under yellow and narrow-leaved lupin depending on the variant of water (irrigated, no irrigated). The second factor was the tillage system (conventional, reduced, direct sowing). Water variant did not differentiate bulk density and capillary porosity of the soil under narrow-leaved and yellow lupin in layers 0-5 and 10-20 cm. Decreasing tillage intensity from the conventional system to reduced and no-tillage generally resulted in changing of soil physical properties. Direct sowing in both species of lupin in layer 0-5 and 10-20 cm caused an increase on soil bulk density and decrease of the capillary porosity as compared to conventional and reduced tillage. Ploughless tillage (reduced and direct seeding) increased soil compaction on the depth of 30 cm compared to conventional tillage. Water variant did not differentiate soil compaction under yellow lupin. In the cultivation of blue lupin there was tendency to higher compaction on irrigation soil than no irrigated soil, however only in the layer of 5-10 cm it was significant variation.

Key words: yellow lupin, narrow-leaved lupin, irrigation, tillage systems, soil physical properties

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 25.09.2015

Do cytowania – *For citation*:

Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Faligowska A., Szukała J., Waniorek B. 2015. Wpływ deszczowania i systemów uprawy roli na fizyczne właściwości gleby pod łubinem żółtym i wąskolistnym. *Fragm. Agron.* 32(4): 43–52.