

Ryszard Weber

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

UPRAWA BEZPŁUŻNA ZBÓŻ PO PRZEDPLONACH ZBOŻOWYCH*

Wstęp

Na obszarze kraju zboża zajmują obecnie w strukturze zasiewów około 70-80% powierzchni uprawnej. Duże koszty tradycyjnej uprawy roli związane ze znaczną pracochłonnością i istotnie wyższym zużyciem paliwa spowodowały, że w coraz większym stopniu uwzględnia się alternatywne systemy uprawy bezpłужnej (17). Uprawa bezpłужna – konserwująca – to taki system uprawy roli, który w porównaniu z uprawą konwencjonalną – płужną – pozostawia na powierzchni gleby przynajmniej 30% resztek poźniwnych. Tradycyjny – płужny – system uprawy roli prowadzi do negatywnych zmian środowiska glebowego. Wieloletnie badania intensywnej konwencjonalnej uprawy roli wykazały znaczną redukcję substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby, ograniczenie bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych oraz zwiększoną erozję wodną i wietrzną, szczególnie na dużych plantacjach pozbawionych zadrzewień śródpolnych lub w dużych odległościach od obszarów leśnych. Uprawa konserwująca – zachowawcza – może być z powodzeniem stosowana nie tylko na terenach zagrożonych erozją wodną lub wietrzną, lecz także na stanowiskach o uregulowanych stosunkach wodno-powietrznych (12). Wieloletnie badania z obszaru Niemiec przeprowadzone na różnych typach gleb potwierdziły brak istotnych różnic w plonach roślin uzyskiwanych w warunkach siewu bezpośredniego i innych bezpłужnych sposobach w porównaniu z konwencjonalną uprawą roli (3, 35, 46). Stosowanie uproszczonych wariantów uprawy, a szczególnie siewu bezpośredniego, stwarza jednak dodatkowe problemy związane z dużą ilością słomy pozostającą na powierzchni gleby.

Siew jest podstawowym czynnikiem w uproszczonych sposobach uprawy, który przy nieprawidłowej agrotechnice lub złych warunkach wilgotnościowych gleby może przyczynić się do znacznych spadków plonu (11). Niezadowolająca jakość siewu stosowanych obecnie siewników do siewu bezpośredniego wynika głównie z dużych ilości słomy na powierzchni gleby oraz ze zbytniego uwilgotnienia i spulchnienia warstwy uprawnej. Często pozostałości poźniwne nie ulegają rozdrobnieniu i są wciskane do gleby, powodując niekorzystne warunki kiełkowania.

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim IUNG - PIB

Rodzaje redlic wysiewających w siewnikach do siewu bezpośredniego

Mniejsze plony odmian pszenicy ozimej w warunkach siewu bezpośredniego i niskiego ścierniska mogą być spowodowane nieodpowiednim typem siewnika lub nieodpowiednią wilgotnością górnych warstw gleby. Redlice talerzowe w suchej glebie warunkują dobrą jakość wysiewu nasion, jednak przy glebie wilgotnej następuje jej zagęszczenie na dnie i bocznych ścianach rowka siewnego. Również nadmierna wilgotność gleby lub słabe spulchnienie mogą spowodować nieprawidłowe zakrycie bruzdy siewnej. Przy dużej ilości słomy istnieje niebezpieczeństwo wprowadzenia pociętych źdźbeł na dno rowka siewnego. Czynniki te powodują niewyrównane wschody i obniżają plonowanie roślin (43, 44). Redlice dłutowe (np. siewnik Amazone) są lepiej dostosowane do niskiego ścierniska i równomiernie rozłożonej, pociętej na sieczkę słomy (14). Redlice te zachowują precyzyjnie odległość między poszczególnymi nasionami na dnie rowka siewnego. Niezależne zawieszenie redlic z odrębnym nastawianiem głębokości siewu w tym typie siewnika umożliwia dobre ich dopasowanie do nierówności powierzchni gleby. Dokładność wysiewu nasion poprzez redlice w postaci gęsiostópki (np. siewnik Claydon V – Grill) jest gorsza. Redlice te spulchniają glebę poniżej głębokości wysiewu. Tworzą one szeroką bruzdę siewną, umieszczając nasiona w strumieniu spulchnionej gleby. Zróżnicowaną głębokość siewu zwiększa sprężynowe zawieszenie redlic, które umożliwia ich odchylenie na glebach kamienistych (14). Skrzydełka redlicy wysiewającej siewnika Baker No-Tillage, uzbrojonego w redlice „krzyżowe” typu Cross Slot, przyczyniają się do zwiększonego oporu gleby, jednak boczne umieszczenie nasion i nawozu po obu stronach redlicy, obok kroju nożowego, umożliwia dokładne utrzymanie głębokości wysiewu. System utrzymania głębokości wysiewu jest odporny na zakłócenia, ponieważ po obu stronach redlicy są umocowane koła utrzymujące określoną głębokość wysiewu. W warunkach występowania dużych ilości słomy kombinacja talerza i noża redlicy wysiewającej umożliwia precyzyjny wysiew. Istnieje również możliwość nastawiania odrębnej siły nacisku na poszczególne redlice wysiewające. Podstawową wadą siewnika Baker No-Tillage, uzbrojonego w redlice „krzyżowe”, jest potrzeba użycia ciągnika o 4-krotnie większej mocy niż w pozostałych typach siewników (14). Przedstawione porównanie trzech typów redlic wysiewających wskazuje, że wybór odpowiedniego siewnika może sprawiać poważne trudności. Należy podkreślić, że nie ma w pełni uniwersalnych siewników do siewu bezpośredniego lub uprawy bezplużnej. Dobór siewnika powinien być uzależniony od planowanego płodozmianu, rodzaju gleby i warunków klimatycznych panujących na obszarze działania gospodarstwa. W przypadku stosowania w zmianowaniu gatunków roślin o znacznym zróżnicowaniu wielkości nasion lub rozstawy rzędów zakup siewnika uniwersalnego może przysporzyć wiele problemów.

Bruzda wytworzona przez redlicę typu zębatego (rzadziej stosowana w siewnikach na terenie kraju) wypełniona jest mieszaniną gleby i części słomy, w której umieszczone są nasiona. Brak bezpośredniego kontaktu nasion z glebą może powodować znaczne opóźnienia wschodów. Redlice talerzowe (najczęściej stosowane w siewni-

kach w Polsce) spulchniają glebę w istotnie mniejszym stopniu. Bruzda wytworzona przez ten przyrząd wysiewający może być jednak w znacznym stopniu zapychana przez nierozcięte źdźbła słomy, które tworzą zwartą warstwę ograniczającą kontakt nasion z wilgotną glebą. Duża ilość resztek poźniwnych na polu wpływa również na brak zachowania odpowiedniej głębokości wysiewu (43). Przy dużych ilościach słomy pociętej na sieczkę, w wyniku wprasowania resztek poźniwnych, wytwarza się również szczelina w kształcie litery V, która nie jest przykrywana ziemią przez sekcję kół zagarniających. Rozgarniacze słomy w stosowanych obecnie siewnikach spełniają swoje zadanie jedynie przy siewie roślin odznaczających się dużą rozstawą rzędów (np. wysiew kukurydzy). Natomiast brak jest siewników do siewu bezpośredniego wyposażonych w redlice wysiewające typu talerzowego, które odznaczają się dobrą precyzją wysiewu nasion zbóż. Efektywność rozdrobnienia słomy przez redlice talerzowe uzależniona jest od wielu czynników. Istotną rolę przypisuje się strukturze, stopniu zdrewnienia i wilgotności materiału roślinnego. Zróżnicowanie zdrewnienia słomy może wynikać z różnych technologii pielęgnacji plantacji (regulatory wzrostu, herbicydy, fungicydy). W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów wytrzymałości słomy różnych gatunków roślin na rozerwanie, ściskanie lub cięcie. Wytrzymałość na rozcinanie jest ściśle skorelowana z wilgotnością słomy. Rozkład słomy powodował zmniejszenie odporności na rozcinanie o około 35%.

Rozdrobnienie słomy na polu uzależnione jest nie tylko od odporności źdźbła na rozcinanie, lecz również od właściwości fizycznych gleby. Siła nacisku warunkująca rozcięcie słomy musi być porównywalna z siłą oporu gleby na odkształcenia wywołane krojem talerzowym. Gdy siła ta będzie mniejsza nastąpi wgniecenie słomy w bruzdę siewną. Siłę oporu gleby w wielu publikacjach określa się poprzez kohezję. Gleby zwarte wykazują wartości tego parametru w granicach 0,5-1 N/mm², natomiast odporność słomy na cięcie waha się w granicach 3-6 N/mm². Dlatego prawidłowe rozcięcie lub rozerwanie słomy przez kroje tarczowe lub redlice wysiewające jest w trakcie siewu w większości przypadków niemożliwe do uzyskania. W celu poprawy efektywności siewu bezpośredniego rośliny następczej na terenie Niemiec propaguje się obecnie zmodyfikowany zbiór zbóż.

Tabela 1

Odporność słomy na cięcie, rozerwanie i ściskanie

Autor	Gatunek słomy	Parametr	Wartość (N/mm ²)
Cakir i in. (8)	kukurydza	wytrzymałość na cięcie	0,75–1,65
	bawełna	wytrzymałość na cięcie	6–10
	soja	wytrzymałość na cięcie	3,8–5,8
	pszenica	wytrzymałość na cięcie	2,8–6,4
Kushwaha i in. (24)	pszenica	wytrzymałość na ściskanie	7–23

Wpływ wysokości ścierni na zbiór i wysiew zbóż w warunkach uprawy bezplużnej

Kombajn jest najbardziej energochłonną maszyną i może w znacznym stopniu podwyższyć nakłady na zbiór roślin uprawnych. Dlatego na obszarze Niemiec zaleca się nowy sposób zbioru zbóż, w dużym stopniu ograniczający koszty żniw. Zbiór ten polega na wysokim przycinaniu słomy i pozostawianiu ścierniska w wysokości około 30-40 cm. Badania na uniwersytecie w Kiel wykazały, że słoma w zależności od wysokości cięcia różni się znacznie wilgotnością. Ściernisko o wysokości 10 cm zwiększa wilgotność masy słomy o 31% w porównaniu ze ścierniskiem o wysokości 20 cm. Również zwiększona grubość źdźbła słomy przy ziemi (niska wysokość cięcia – 10 cm) wpływa na większe nakłady energetyczne przy zbiorze w porównaniu ze ścierniskiem wysokim. Stwierdzono, że grubość słomy zmniejsza się o 1 mm na każdy 10-centymetrowy odcinek pomiaru od powierzchni ziemi. Wysokie cięcie słomy wpływa więc na poprawę pracy części młócących i doczyszczających kombajnu, ograniczając wielkość strumienia słomy wprowadzanego do kombajnu. Mniejsza masa słomy o istotnie niższej wilgotności zmniejsza również wilgotność i zanieczyszczenie zbieranego ziarna (42).

Niższe koszty zbioru ziarna mogą być w dużym stopniu niwelowane poprzez zwiększone nakłady na uprawę poźniwną. Często jednokrotny przejazd broną talerzową i kultywatorem na polu nie przykrywa resztek poźniwnych warstwą ziemi. W celu prawidłowego przykrycia ziemią nierozdrobnionej po żniwach słomy stosuje się rozdrabniacz słomy (cięcie słomy na odcinki 5 cm i równomierne rozprowadzenie na polu), a następnie konwencjonalną uprawę poźniwną. Jednak badania z obszaru Niemiec wskazują, że w przypadku odpowiedniej wilgotności gleby uprawa wysokiego ścierniska nie następuje większych problemów (31). Przy wysokim ściernisku znaczna redukcja kosztów omłotu wpływa na obniżenie ogólnych kosztów, łącznie z uprawą poźniwną.

Zalety wysokiego ścierniska :

- zwiększona wydajność kombajnu o 40-100%
- dłuższy czas żniw + 1 godzina rano + 2 godziny wieczorem
- zmniejszenie wilgotności ziarna o 1-4%
- mniejsze zużycie paliwa o 5-7 l · ha⁻¹
- mniejsze obciążenie części pracujących kombajnu
- mniejsze straty ziarna o 3-4%
- zmniejszone koszty o 30-70 euro · ha⁻¹

Wysokie ściernisko odznacza się również istotnymi zaletami w przypadku stosowania siewu bezpośredniego (20). Jakość siewu siewnikami do siewu bezpośredniego jest lepsza, ponieważ długa słoma układa się wzdłuż jazdy siewnika i nie występuje znaczne nagromadzenie resztek poźniwnych w rowku siewnym.

Wykazane zalety wysokiego ścierniska wskazują, że istnieje duże prawdopodobieństwo podwyższenia plonowania określonych odmian pszenicy (przystosowanych do niekorzystnych warunków środowiska) przy stosowaniu uprawy „zerowej” i wy-

sokiej ścierni. Niższe koszty zbioru przedplonu oraz większe plony odmian pszenicy przystosowanych do gorszych warunków środowiskowych mogą przyczynić się do opłacalności ich uprawy w warunkach siewu bezpośredniego. Nieodpowiednia agrotechnika zbioru przedplonu może być głównym powodem istotnych różnic w plonowaniu pszenicy ozimej w warunkach siewu bezpośredniego w Polsce, w porównaniu z uprawą w Niemczech (np. Saksonii), gdzie uzyskuje się porównywalne plony zbóż w uprawie zerowej i płuznej.

Plonowanie pszenicy ozimej w warunkach uprawy bezpłuznej i zróżnicowanej wysokości ścierni

Plonowanie roślin w pierwszych latach stosowania konserwującej uprawy roli może być niższe w porównaniu z uzyskiwanym w uprawie konwencjonalnej (6). Natomiast wieloletnie stosowanie bezpłuznych systemów uprawy z grubą warstwą mulczy na powierzchni gleby przyczynia się do uzyskiwania porównywalnych plonów (4, 41).

Badania wskazują, że pozostawiając wysokie ściernisko i stosując dobór odpowiednich odmian można uzyskać plony pszenicy porównywalne z uzyskanymi w warunkach nisko przyciętej słomy (tab. 2). Analizując poszczególne komponenty plonu można stwierdzić, że duży wpływ na plony odmian wywarła liczba kłosów na 1 m² (tab. 3). Plony pszenicy na obiektach z większą liczbą kłosów na jednostce powierzchni były wyższe niż w warunkach mniejszej obsady roślin porównywalnych odmian pszenicy. Odmiana Rapsodia odznaczała się mniejszą masą tysiąca ziaren niezależnie od systemu uprawy i sposobu zagospodarowania ścierni. Mniejszy wpływ na plonowanie wywierały masa tysiąca ziaren, masa ziarna i liczba ziaren z kłosa, o czym świadczą zróżnicowane wartości tych komponentów plonu na obiektach z istotnie niższym lub wyższym plonem pszenicy. Rapsodia, w porównaniu z innymi odmianami, pomimo istotnie mniejszej masy ziarna z kłosa w warunkach uproszczonych systemów uprawy roli plonowała wyżej. Nieodpowiedni wybór odmiany w warunkach dużej ilości resz-

Tabela 2

Średnie plony pszenicy ozimej (t · ha⁻¹) w zależności od systemu uprawy i wysokości ścierniska – średnia

Odmiana	Niska ścierni				Wysoka ścierni				Średnia ogólna
	system uprawy			średnia	system uprawy			średnia	
	zerowa	bezpłuzna	płuzna		zerowa	bezpłuzna	płuzna		
Legenda	4,6	5,19	5,99	5,26	5,16	4,88	5,04	4,96	5,11
Rapsodia	4,98	5,27	5,24	5,16	5,23	5,23	5,53	5,33	5,25
Mewa	4,53	4,82	4,84	4,73	5,22	4,80	5,28	5,04	4,89
Średnia	4,70	5,09	5,36	5,05	5,20	4,97	5,28	5,15	

NIR wysokość ścierni – różnice nieistotne

NIR systemy uprawy = 0,254

NIR odmiany = 0,205

NIR uprawy x wysokość ścierni = 0,258

NIR odmiany x wysokość ścierni = 0,245

NIR odmiany x systemy uprawy = 0,372

Źródło: badania własne.

Tabela 3

Średnie wartości struktury plonu odmian pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy i wysokości ścierniska

Systemy uprawy	Wysokość ścierni	Odmiany	Legenda	Mewa	Rapsodia	NIR	Średnia
Zerowa	niska	wys.	109,0	93,5	80,0	14,3	94,2
		LK	485	429	543	62,4	485,5
		LZK	45,49	43,24	44,4	r.n.	44,38
		MZK	1,83	2,03	1,72	0,21	1,86
		MTZ	43,55	46,35	41,75	3,1	43,88
Uprawa bezpłuzna		wys.	109,5	99,5	83,5	11,6	97,5
		LK	384	364	460	79,2	402,9
		LZK	46,62	43,45	43,63	r.n.	44,57
		MZK	2,05	1,71	1,7	0,27	1,82
		MTZ	43,6	43,13	41,68	r.n.	42,8
Uprawa płuzna		wys.	108,5	98,5	85,0	12,1	97,3
		LK	382	457	493	68,1	444
		LZK	51,64	45,8	41,87	5,35	46,44
		MZK	1,99	1,92	1,77	0,18	1,9
		MTZ	45,1	45,8	44	r.n.	44,97
Zerowa	wysoka	wys.	109,0	96,0	81,5	14,1	95,5
		LK	424	469	548	86,2	480,5
		LZK	48,37	42,74	45,07	4,07	45,39
		MZK	2,05	1,83	1,77	0,24	1,88
		MTZ	44,0	43,73	41,75	r.n.	43,16
Uprawa bezpłuzna		Wys.	106,5	98,5	85,0	17,4	96,7
		LK	462	432	481	37,6	458,4
		LZK	49,29	43,17	47,88	5,21	46,78
		MZK	1,99	1,89	1,76	0,19	1,88
		MTZ	43,35	44,5	40,6	r.n.	42,82
Uprawa płuzna		wys.	108,0	91,0	77,0	12,4	92
		LK	462	432	481	r.n.	458,4
		LZK	49,29	43,17	47,88	5,21	46,78
		MZK	1,99	1,89	1,76	0,2	1,88
		MTZ	43,35	44,5	40,6	r.n.	42,82

Oznaczenia : wys. – wysokość
 LZK – liczba ziaren z kłosa (szt.)
 MZK – masa ziaren z kłosa (g)
 MTZ – masa tysiąca ziaren (g)
 LK – liczba kłosów na m² (szt.)
 r.n. – różnica nieistotna
 Źródło: R. Weber, 2011 (44).

tek późniejszych może jednak skutkować mniejszymi plonami pszenicy ozimej (34). Niższe koszty zbioru ziarna mogą być w dużym stopniu niwelowane poprzez zwiększone nakłady na uprawę późniejszą i przedsięwziętą. Dlatego niektórzy autorzy preferują uprawę płuzną jako lepszy sposób zagospodarowania pozostałości późniejszych (39).

Zachwaszczenie w warunkach zróżnicowanej wysokości ścierni

Podstawową przyczyną, która w dużym stopniu ogranicza rozwój bezpłuznych systemów uprawy jest problem zachwaszczenia. Szczególne w pierwszych latach stosowania uproszczonych wariantów uprawy roli obserwuje się wzrost zachwaszczenia plantacji (30, 36). Przyczyną zwiększonej liczebności chwastów może być mniejsza skuteczność herbicydów wynikająca z utrudnionego działania w grubej warstwie mulczu pozostałości poźniwnych (38). Również nagminne stosowanie herbicydów nieselektywnych w uprawie uproszczonej lub siewie bezpośrednim spowodowało uodpornienie się niektórych gatunków chwastów na poszczególne substancje czynne (9, 32).

Zróżnicowany płodozmian jest podstawą sukcesu w bezpłuznej uprawie roli. Natomiast monokultura lub płodozmiany zbożowe sprzyjają kompensacji niektórych gatunków chwastów (25). Jak podaje G a w ę d a (16) jednym ze sposobów ograniczania zachwaszczenia w płodozmianach zbożowych może być stosowanie międzypłonów ścierniskowych. Wyniki badań wykazały (tab. 4 i 5), że w warunkach wysokiej ścierni przedplonu wystąpiło większe zachwaszczenie pszenicy. Stwierdzono również znacznie zróżnicowany wpływ odmian pszenicy ozimej na ograniczenie zachwaszczenia w warunkach wysokiej lub niskiej ścierni. Zwiększona liczebność analizowanych gatunków chwastów po uprawach bezpłuznych jest potwierdzona w innych badaniach. N a k a m o t o i n. (27) wykazali, że w uproszczonych systemach uprawy roli liczba nasion zgromadzonych w wierzchniej warstwie gleby znacznie przewyższa ich liczbę w uprawie płuznej. Wysokie ściernisko w mniejszym stopniu hamuje wzrost zachwaszczenia. Natomiast gęsta warstwa mulczu w warunkach siewu bezpośred-

Tabela 4

Zmienność liczebności wybranych gatunków chwastów w zależności od systemu uprawy roli w latach 2008–2010

System uprawy	Gatunki chwastów – wysoka ścierni								
	ANTAR	CAPBP	GERPU	LAMPU	APESV	SINAR	VERPE	VIOAR	Razem
Zerowa	67	56	48	71	30	10	36	384	702
Uproszczona	25	14	41	86	7	156	28	284	641
Płuzna	15	6	13	27	5	120	14	319	519
Razem	107	76	102	184	42	286	71	987	1855
Gatunki chwastów – niska ścierni									
	ANTAR	CAPBP	GERPU	LAMPU	APESV	SINAR	VERPE	VIOAR	Razem
Zerowa	68	36	50	70	18	13	90	348	693
Uproszczona	49	4	51	13	10	197	18	173	515
Płuzna	32	21	24	28	15	127	31	226	504
Razem	149	61	125	111	43	337	139	747	1712

Oznaczenia: AN TAR – *Anthemis arvensis*; CAPBP – *Capsella bursa-pastoris*;
 GERPU – *Geranium pusillum*; LAMPU – *Lamium purpureum*; APESV – *Apera spica-venti*
 SINAR – *Sinapis arvensis*; VERPE – *Veronica persica*; VIOAR – *Viola arvensis*
 Źródło: Weber i in., 2011 (45).

Tabela 5

Zmienność liczebności wybranych gatunków chwastów w zależności od odmiany pszenicy ozimej w latach 2008–2010

Odmiany	Gatunki chwastów – wysoka ściern								
	ANTAR	CAPBP	GERPU	LAMPU	APESV	SINAR	VERPE	VIOAR	Razem
Legenda	27	18	36	76	12	122	23	374	688
Rapsodia	55	27	34	69	15	77	31	295	603
Mewa	25	31	32	39	15	87	17	318	564
Razem	107	76	102	184	42	286	71	987	1855
Gatunki chwastów – niska ściern									
	ANTAR	CAPBP	GERPU	LAMPU	APESV	SINAR	VERPE	VIOAR	Razem
Legenda	49	22	47	39	10	138	67	227	599
Rapsodia	57	18	35	43	19	85	42	267	566
Mewa	43	21	43	29	14	114	30	253	547
Razem	149	61	125	111	43	337	139	747	1712

Źródło: Weber i in., 2011 (45).

niego może znacznie zmniejszyć liczebność chwastów w porównaniu z zachwaszczeniem w uprawie płuznej (2, 13). Przypisuje się jej również pewne działanie allelopacyjne stymulujące rozwój niektórych gatunków chwastów (33). Znacznie mniejsze ilości *Sinapis arvensis* uzyskane przez Webera i in. (45) w siewie bezpośrednim mogą potwierdzać tę teorię. Natomiast badania Krawczyka i in. (23) wykazały znaczne ograniczenie liczebności *Apera spica-venti* i *Matricaria maritima* przy stosowaniu siewu bezpośredniego w porównaniu z uprawą konwencjonalną lub powierzchniową. Uprawa płuzna w porównaniu z wariantami uproszczonymi zmniejsza zachwaszczenie plantacji, jednak przedłuża żywotność nasion chwastów w glebie. Na podstawie wieloletnich badań na obszarze Niemiec wykazano w środowisku siewu bezpośredniego znaczne ograniczenie liczebności chwastów dwuliściennych i form wykazujących reakcję świetlną (37). Natomiast wyniki badań na obszarze Indii wykazały zwiększoną masę chwastów w uprawie zerowej niż w uprawie płuznej (15). W warunkach siewu bezpośredniego wykazano istotnie większe zachwaszczenie plantacji analizowanymi gatunkami roślin w porównaniu z uprawą płuzną. Również Wesołowski i Bujak (47) podkreślają, że wprowadzenie uprawy bezpłuznej zwiększa zachwaszczenie takimi gatunkami, jak: *Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Stellaria media*, *Apera spica-venti*, *Veronica persica*.

Duży wpływ na odmienne wyniki cytowanych badań wywarły zróżnicowane warunki środowiska, odmiana, przedplon oraz typ siewnika do siewu bezpośredniego.

Zmienność nasilenia chorób liści kłosa i podstawy źdźbła odmian pszenicy ozimej w zależności od wysokości ścierni przedplonu i sposobu uprawy

Septorioza plew pszenicy wywoływana jest najczęściej przez grzyb *Septoria nodorum*, natomiast septorioza liści spowodowana jest przez grzyby z rodzaju *Septoria*: *Mycosphaerella graminicola* (Fuck) Schrot. st. kon. *Septoria tritici* Rob. ex Desm.

i *Phaeosphaeria nodorum* (Muller) Hedjaroude, st. kon. *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani et Germano (syn. *Septoria nodorum* Berk.). *Septoria nodorum* jest grzybem powodującym często istotne obniżki plonów, szczególnie w mokre i ciepłe lata. *Septoria* paskowana liści pszenicy występuje we wszystkich fazach rozwoju, jednak głównie poraża liście zbóż. Grzyb *S. tritici* Rob. Ex Desm. może spowodować porażenie odmian w warunkach 20-godzinnej nawilżenia liści, dlatego w Polsce spotyka się sporadycznie epidemiologiczne występowanie tej choroby. Badania wykazały u niektórych odmian pszenicy odporność częściową, jak również wysoce specyficzną na niektóre izolaty *M. graminicola* (7, 10).

Wprawdzie część publikacji donosi o zwiększonym niebezpieczeństwie infekcji pszenicy grzybami wywołującymi kompleks chorób podstawy źdźbła w uprawach bezpłuznych, jednak Kr a a t z (22) stwierdza, że istotnie większe nasilenie grzybów z rodzaju *Fusarium* w uprawie bezpłuznej może nastąpić przy współdziałaniu kilku niekorzystnych czynników, jakimi są np. przedplon, wrażliwa odmiana i sprzyjające warunki atmosferyczne.

Analiza nasilenia septoriozy liści i plew, pomimo znacznej zmienności w latach, nie wykazała istotnych różnic w zależności od sposobu uprawy roli i wysokości ścierni (tab. 6 i 7). Jednak odmiany wykazywały istotną zmienność pod względem odporności na analizowane choroby grzybowe. W warunkach zróżnicowanej wysokości ścierni odmiana Mewa odznaczała się zwiększoną wrażliwością na septoriozę liści w porównaniu z pozostałymi odmianami. Natomiast odmiana Rapsodia charakteryzowała się większym porażeniem przez grzyb *Septoria nodorum* niż odmiany Mewa i Legenda.

Wyższa ścierni spowodowała mniejsze porażenie odmian pszenicy ozimej grzybami warunkującymi kompleks chorób podstawy źdźbła (tab. 8). W warunkach siewu bezpośredniego, w porównaniu z innymi systemami uprawy, odnotowano niewielkie nasilenie chorób podsuszkowych. Zróżnicowana wrażliwość odmian pszenicy na choroby grzybowe wskazuje, że w warunkach systemów uprawy bezpłuznej szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłowy dobór odmian odznaczających się podwyższoną odpornością na grzyby chorobotwórcze. Niektóre z publikacji podkreślają zwiększone

Tabela 6

Nasilenie septoriozy liści w zależności od wysokości ścierni i systemu uprawy roli w latach 2009–2011

Odmiana	Niska ścierni				Wysoka ścierni				Średnia ogólna
	system uprawy			średnia	system uprawy			średnia	
	zerowa	bezpłuzna	pluzna		zerowa	bezpłuzna	pluzna		
Legenda	7,08	7,17	7,00	7,07	7,00	6,83	6,50	6,77	6,94
Mewa	5,17	5,83	4,83	5,28	5,33	5,00	5,50	5,29	5,27
Rapsodia	6,92	6,33	6,33	6,52	6,25	6,00	5,83	6,03	6,27
Średnia	6,39	6,44	6,07	6,30	6,20	5,94	5,94	6,02	6,16

NIR system uprawy – różnice nieistotne; NIR wysokość ścierni – różnice nieistotne

NIR odmiany – 0,73; NIR odmiany x wysokość ścierni – 0,96;

NIR odmiany x system uprawy – 1,21

NIR system uprawy x wysokość ścierni – różnice nieistotne

Źródło: badania własne.

Tabela 7

Nasilenie septoriozy plew w zależności od wysokości ścierni i systemu uprawy roli w latach 2009–2011

Odmiana	Niska ścierni				Wysoka ścierni				Średnia ogólna
	system uprawy			średnia	system uprawy			średnia	
	zerowa	bezpłuzna	pluzna		zerowa	bezpłuzna	pluzna		
Legenda	7,5	8,0	7,8	7,8	6,8	7,7	8,1	7,5	7,7
Mewa	7,5	6,7	6,7	6,9	7,0	6,8	7,3	7,0	7,0
Rapsodia	6,3	5,7	6,3	6,1	4,7	6,5	6,5	5,9	6,0
Średnia	7,1	6,8	6,9	7,0	6,2	7,0	7,5	6,8	6,9

NIR System uprawy – różnice nieistotne; NIR wysokość ścierni – różnice nieistotne

NIR odmiany – 0,84; NIR odmiany x wysokość ścierni – różnice nieistotne

NIR odmiany x system uprawy – 1,31

NIR system uprawy x wysokość ścierni – różnice nieistotne

Źródło: badania własne.

Tabela 8

Liczebności brzegowe porażonych źdźbeł przez grzyby warunkujące kompleks chorób podstawy źdźbła w zależności od badanych czynników doświadczenia

Odmiana	Niska ścierni				Wysoka ścierni				Suma ogólna
	system uprawy				system uprawy				
	A	B	C	suma	A	B	C	suma	
Legenda	192	182	180	554	188	133	166	487	1041
Rapsodia	195	185	195	575	183	192	173	548	1123
Mewa	184	186	158	528	177	149	154	480	1008
Suma	571	553	533	1657	548	474	493	1515	3172

A – zerowa

B – bezpluzna

C – pluzna

Źródło: badania własne.

występowanie chorób podstawy źdźbła w warunkach bezpluznych systemów uprawy roli (21, 28). Inne doniesienia nie wykazują istotnych różnic w liczebności grzybów chorobotwórczych na zbożach przy stosowaniu zróżnicowanych sposobów uprawy roli (5, 19).

Zmienność zwięzłości i wilgotności gleby w uprawie bezpluznej

Stosowanie ciężkich maszyn rolniczych prowadzi do silnego zagęszczenia nie tylko warstwy ornej, lecz także podglebia. Ugniatanie gleby wpływa na strukturę porów glebowych. Zmiany dotyczą porów aeracyjnych, prowadząc do zakłóceń w gospodarce wodno-powietrznej, niszczenia makro- i mikroporów glebowych oraz dostępności składników pokarmowych (1). Ograniczenie negatywnych skutków intensywnej uprawy roli można osiągnąć, stosując różne systemy bezpluznej uprawy konserwującej. Czynnikiem, który w dużym stopniu zmniejsza plony roślin w okresie przejściowo-

wym, od uprawy płuznej do uprawy konserwującej, jest zwiększająca się zwięzłość lub gęstość gleby (18). Natomiast w wieloletnich uprawach bezpłuznych wzrost zawartości materii organicznej i podwyższenie stabilności agregatów glebowych powodują zmniejszenie zwięzłości i gęstości gleby (6). Duża ilość resztek poźniwnych na powierzchni w uprawie bezpłuznej podwyższa wilgotność gleby w porównaniu z konwencjonalnym sposobem uprawy (26). Wieloletnie badania na obszarze Niemiec wykazały, że konserwująca – bezpłuzna – uprawa warunkuje wzrost zawartości makroelementów w górnych warstwach gleby, podwyższa pojemność powietrzną i zdolność infiltracyjną gleby. Większa liczba makroporów glebowych łączących górne poziomy uprawne z warstwą podorną przyczynia się do ograniczenia spływów powierzchniowych dewastujących strukturę gleby (48).

Istotne różnice w zwięzłości i wilgotności gleby w bezpłuznych systemach uprawy roli (tab. 9 i 10) wskazują na zróżnicowaną penetrację systemu korzeniowego górnych poziomów gleby przez analizowane odmiany pszenicy. Zdolność retencyjna gleby uzależniona jest od jej składu granulometrycznego, zawartości substancji organicznej oraz struktury gleby (29). W trzyletnim doświadczeniu wilgotność gleby była porównywalna w badanych systemach uprawy roli niezależnie od wysokości ścierni (tab. 5).

Tabela 9

Średnia zwięzłość gleby (MPa) w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli

Odmiany	Uprawa płuzna			
	głębokość pomiaru (cm)			
	0-5	5-10	15-20	średnia
Legenda	1,92	3,61	3,45	2,99
Mewa	1,89	2,19	2,31	2,13
Rapsodia	1,69	2,40	3,39	2,49
Średnia	1,83	2,73	3,05	2,54
Uprawa uproszczona				
Odmiany	głębokość pomiaru (cm)			średnia
	0-5	5-10	15-20	
Legenda	1,52	3,00	3,75	2,76
Mewa	1,78	3,57	4,39	3,24
Rapsodia	1,66	2,50	3,32	2,49
Średnia	1,65	3,02	3,82	2,83
Siew bezpośredni				
Odmiany	głębokość pomiaru (cm)			średnia
	0-5	5-10	15-20	
Legenda	1,64	2,69	4,07	2,80
Mewa	1,17	2,61	3,83	2,54
Rapsodia	1,47	4,15	4,51	3,37
Średnia	1,43	3,15	4,14	2,90

NIR odmiany = 0,31; NIR uprawy = 0,24; NIR głębokości = 0,56

NIR odmiany x uprawy = 0,43; NIR głębokości x uprawy = 1,37; NIR odmiany x głębokości = 0,82

Źródło: badania własne.

Tabela 10

Średnia wilgotność gleby (w % suchej masy) w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli

Uprawa płuzna				
Odmiany	głębokość pomiaru (cm)			średnia
	0-5	5-10	15-20	
Legenda	10,6	9,6	9,7	10,0
Mewa	12,2	10,0	10,1	10,8
Rapsodia	11,1	10,2	9,2	10,1
Średnia	11,3	9,9	9,6	10,3
Uprawa uproszczona				
Odmiany	głębokość pomiaru (cm)			średnia
	0-5	5-10	15-20	
Legenda	11,5	9,9	9,2	10,2
Mewa	10,8	10,1	10,4	10,4
Rapsodia	10,3	9,9	9,4	9,9
Średnia	10,8	10,0	9,6	10,1
Siew bezpośredni				
Odmiany	głębokość pomiaru (cm)			średnia
	0-5	5-10	15-20	
Legenda	10,3	9,8	8,7	9,6
Mewa	10,4	9,9	10,5	10,3
Rapsodia	10,4	9,7	10,0	10,0
Średnia	10,4	9,8	9,8	10,0

NIR odmiany = brak różnic; NIR uprawy = brak różnic; NIR głębokości = 0,91

NIR odmiany x uprawy = brak różnic; NIR głębokości x uprawy = 1,31;

NIR odmiany x głębokości = 1,20

Źródło:

Najczęściej przyjmuje się, że zwięzłość w granicach 1 MPa nie powinna na żadnej glebie stwarzać ograniczeń dla rozwoju roślin. Wykazane w tabeli 9 średnie wielkości zwięzłości gleby wskazują więc, że czynnik ten mógł być jednym z głównych powodów zmniejszających plony roślin w warunkach uprawy uproszczonej. Zwiększoną zwięzłość i gęstość gleby w warunkach uprawy uproszczonej uzyskano również w innych badaniach (40). Plon zależy od stopnia zagęszczenia gleby, chociaż nie zawsze wzrost zagęszczenia prowadzi do obniżenia poziomu plonowania roślin. Istnieje pewne optimum zagęszczenia gleby, które zmienia się w zależności od typu gleby i warunków wilgotnościowych. Natomiast duża zmienność wilgotności gleby w zależności od wysianej odmiany może być wynikiem różnego efektu zacieniania powierzchni gleby przez liście analizowanych odmian (tab. 10).

Podsumowanie

Przedstawiony przegląd literatury oraz badania z ostatnich lat wskazują, że wybrane odmiany pszenicy ozimej zarówno w warunkach wysokiej jak i niskiej ścierni mogą wykazywać porównywalne plony. Stosowanie tego systemu uprawy bezpłużnej musi być jednak powiązane z odpowiednio zróżnicowanym płodozmianem. Szczególnie dużą

rolę w tym sposobie uprawy odgrywa zwarta warstwa mulczu, która ogranicza rozwój populacji chwastów oraz wpływa na poprawę wilgotności gleby. Dlatego w warunkach siewu bezpośredniego należy bezwzględnie stosować międzyplony, które zapewniają zwiększoną masę organiczną na powierzchni gleby i powodują wzrost zawartości próchnicy w wierzchnich jej warstwach. Wysokie plony pszenicy ozimej w warunkach bezplużnej uprawy roli można osiągnąć jedynie poprzez wybór odmian odznaczających się dobrym przystosowaniem do niekorzystnych warunków środowiskowych i wykazujących dużą odporność na grzyby patogeniczne występujące w dużym nasileniu na obszarze danego gospodarstwa. Zarówno zbiór przedplonu, jak również siew rośliny następczej należy wykonywać w sprzyjających warunkach atmosferycznych przy małej wilgotności gleby. Zbyt duża wilgotność gleby w trakcie żniw, jak również zbyt duże obciążenie kół maszyn żniwnych (>6 T przy glebie wilgotnej; >10 T przy glebie suchej) może spowodować trudne do usunięcia szkody w postaci nadmiernej zwięzłości warstwy ornej i podglebia. Należy nadmienić, że duża zwięzłość i gęstość gleby w systemach uprawy bezplużnej jest jednym z głównych powodów mniejszych plonów pszenicy ozimej w porównaniu z konwencjonalną uprawą roli.

Literatura

1. Akker J. J. H., Arvidsson J., Horn R.: Introduction to special issue on experiences with the impact and prevention of soil compaction in the European Union. *Soil Till. Res.*, 2003, **73**: 1-8.
2. Anderson R. L.: Impact of subsurface tillage on weed dynamics in the central great plains. *Weed Tech.*, 2004, **18(1)**: 184-192.
3. Anken T., Heusser J., Weiskopf P., Mozafar A.: Bodenbearbeitungssysteme – Direktsaat stellt höchste Anforderungen. *FAT Berichte - Switzerland*, 1997, **501**: 1-13.
4. Anken T., Weiskopf P., Zihlmann U., Forrer H., Jansa J., Perhacova K.: Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil Till. Res.*, 2004, **78**: 171-183.
5. Batman G. L., Gutteridge R. J., Gherbawy Y., Thomsett M. A., Nicholson P.: Infection of stem bases and grains of winter wheat by *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* and effects of tillage method and maize – stalk residues. *Plant Pathol.*, 2007, **56**: 604-615.
6. Berner A., Hildermann I., Fiessbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P.: Crop yield soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till. Res.*, 2008, **101**: 89-96.
7. Börner A., Simon M. R., Roder M. S., Ayala F. M., Cordo C. A.: Molecular mapping of QTLs determining resistance/tolerance to biotic and abiotic stress in hexaploid wheat. *Proc. Tenth International Wheat Genetics Symposium, Pastum, Italy, 1-6 September 2003*, **1**: 331-333.
8. Cakir E., Johnson C. E., Raper R. L., Schaffer R. L.: The mechanics of cutting plant residue on a rigid surface. *St. Joseph., Michigan ASAE – Paper. American Society of Agricultural Engineers*, 1994, **94**: ss. 1003.
9. Cerdeira A. L., Duke S. O.: The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops. *J. Environ. Qual.*, 2006, **35**: 1633-1658.
10. Chartrain L., Brading P. A., Makepeace J. C., Brown J. K. M.: Sources of resistance to *Septoria tritici* blotch and implications for wheat breeding. *Plant Pathol.*, 2004, **53**: 454-460.
11. Dobers E. S., Roth R., Meyer B., Becker K. W.: Leitfaden für die Umstellung auf Systeme der nicht wendenden Bodenbearbeitung. *Ministerium für Landwirtschaft und Raumordnung des Landes Brandenburg*, 2004, 3-57.

12. Dzienia S., Zimny L., Weber R.: Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.*, 2006, **2(90)**: 227-241.
13. Faltyń U., Kordas L.: Wpływ uprawy roli i czynników regenerujących stanowisko na zachwaszczenie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.*, 2009, **26(1)**: 19-24.
14. Gall Ch., Köller K.: Directsaat im Systemvergleich DLG–Mitteilungen. 2009, **7**: 54-56.
15. Gangwar K. S., Singh K. K., Dharmas S. K., Tomar K.: Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic plains. *Soil Till. Res.*, 2006, **88(1-2)**: 242-252.
16. Gawęda D.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych na zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. *Ann. UMCS, Agricultura*, 2009, **64(3)**: 21-28.
17. Idkowiak M., Kordas L.: Wpływ sposobów uprawy roli na nakłady energetyczne i plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2007, **3(95)**: 187-191.
18. Imaz M. J., Mirto I., Bescansa P., Enrique A., Fernandez-Ugale O., Karlen D. L.: Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi – arid Mediterranean cropland. *Soil Till. Res.*, 2010, **107**: 17-25.
19. Koch H. J., Pringas Ch., Maerlaender B.: Evaluation of environmental and management effects on *Fusarium* head blight infection and deoxynivalenol concentration in the grain of winter wheat. *Eur. J. Agron.*, 2006, **24**: 357-366.
20. Köller K., Linke Ch.: Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. Verlag DLG, 2001, 7-173.
21. Kurowski T. P., Marks M., Orzech K., Kowalska E.: Stan sanitarny i plonowanie pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli. *Z. Probl. Nauk Rol.*, 2008, **53**: 95-103.
22. Kraatz M.: Ohne Pflug mehr Pilze? *DZL Agrarmagazin*, 2003, **3**: 48-52.
23. Krawczyk R., Kubsik K., Kierzek R.: Efektywność odchwaszczania pszenicy ozimej w warunkach różnych systemów agrotechniki i zmienności glebowej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.*, 2009, **49(4)**: 1804-1809.
24. Kushwaha R. S., Vaishnav A. S., Zoerb G. C.: Shear strength of wheat straw. *Can. Agric. Engin.*, 1983, **25**: 163-167.
25. Kwiatkowski C.: Struktura zachwaszczenia i produktywność biomasy pszenicy ozimej oraz chwastów w zależności od systemu następstwa roślin i sposobu pielęgnacji. *Ann. UMCS, Agricultura*, 2009, **64(3)**: 69-78.
26. López-Fando C., Dorado J., Pardo M. T.: Effects of zone-tillage in rotation with no-tillage on soil properties and crop yields in a semi-arid soil from central Spain. *Soil Till. Res.*, 2007, **95**: 266-276.
27. Nakamoto T., Yamagishi J., Miura F.: Effect of reduced tillage on Leeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in Central Japan. *Soil Till. Res.*, 2006, **85**: 94-106.
28. Oldenburg E., Brunotte J., Weinert I.: Strategies to reduce DON contamination of wheat with different soil tillage and variety systems. *Micotoxin Res.*, 2007, **23**: 73-77.
29. Owczarzak W.: Struktura gleb mineralnych Polski. Badania modelowe. *Rocz. AR Poznań*, 2002, **338**: 5-180.
30. Ozpinar S.: Effects of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the Mediterranean dryland conditions. *Soil Till. Res.*, 2006, **87**: 1-8.
31. Pfeiffer A., Mehner Ch.: Kurze oder lange Stoppel? *Neue Landwirtschaft*, 2006, **6**: 43-45.
32. Preston C.: Herbicide resistance in weeds endowed by enhanced detoxification : complications for management. *Weed Sci.*, 2004, **52(3)**: 448-453.
33. Ramsdale B. K., Kegode G. O., Messersmith C. G., Nalewaja J. D., Nord C. A.: Long-term effects of spring wheat – soybean cropping systems on weed populations. *Field Crops Res.*, 2006, **97**: 197-208.
34. Rasmussen P. E., Rickman R. W., Klepper B. T.: Residue and fertility on yield of no-till wheat. *Agron. J.*, 1997, **89(4)**: 563-567.
35. Rogasik J., Schroetter S., Schnug E., Kundler P.: Langzeiteffekte ackerbaulicher Massnahmen auf die Bodenfruchtbarkeit. *Arch. Acker Pfl. Boden*, 2001, **47**: 3-17.

36. Samarajeewa K. B. D. P., Horiuchi T., Oba S.: Weed population dynamic in wheat as affected by *Astragalus sinicus* L. (Chinese milk vetch) under reduced tillage. *Crop Prot.*, 2005, **24(10)**: 864-869.
37. Sturny W. G., Chervet A., Maurer-Troxler C., Rasmuseier L., Müller M., Shaflützel R.: Directsaat und Pflug im Systemvergleich – eine Synthese. *Agrar Forschung*, 2007, **14(8)**: 350-357.
38. Torresen K. S., Skuterud R., Tandsaether H. J., Hagemo M. B.: Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. I. Effects on weed flora seedbank and grain yield. *Crop Prot.*, 2003, **22**: 185-200.
39. Turley D. B., Phillips M. C., Johnson P., Jones A. E., Chambers B. J.: Long-term straw management of effects on yields of sequential wheat (*Triticum aestivum*) crops in clay and silty clay loam soils in England. *Soil Till. Res.*, 2003, **71**: 59-69.
40. Viegas E., Choudhary M. A.: Tillage effects on physical characteristics and yield of a silt loam soil under five years of continuous cropping. *Agricult. Eng. J.*, 2002, **11(2/3)**: 107-119.
41. Vogeler I., Rogasik J., Funder U., Panten K., Schnug E.: Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. *Soil Till. Res.*, 2009, **103(1)**: 137-143.
42. Vosshenrich H., Reckleben Y., Gattermann B.: Stopellänge: Technische Lösungen und wirtschaftliche Entscheidungen. *Neue Landwirtschaft*, 2006, **8**: 34-37.
43. Weber R.: Efektywność siewu bezpośredniego w warunkach dużych ilości pozostałości poźniowych. *Post. Nauk Rol.*, 2000, **1**: 57-69.
44. Weber R.: Wpływ wysokości ścierniska przedplonu i sposobu uprawy roli na plonowanie kilku odmian pszenicy ozimej. *Probl. Inż. Rol.*, 2011, **1(71)**: 31-38.
45. Weber R., Gołębiowska H., Bortniak M.: Log-linear and correspondence analysis of variability of weed infestation of several winter wheat cultivars in relation to tillage system and preceding crop stubble height. *J. Plant Protec. Res.*, 2011, **51(4)**: 399-404.
46. Wegner U., Koch H. J.: Ausgereifte Verfahren. *DLG-Mitteilungen*, 1999, **7**: 36-38.
47. Wesółowski M., Bujak K.: Wpływ uproszczeń w uprawie roli na zapas nasion chwastów w erodowanej glebie lessowej. *Acta Agrobotanica*, 2006, **59(2)**: 353-363.
48. Zimmermann M., Schmidt W., Börner H.: Untersuchungen zu acker und pflanzenbaulichen Auswirkungen einer dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung. Mehrländerprojekt Agrarbezogener Bodenschutz Schriftenreihe, 2010, **15**: 48-63.

Adres do korespondencji:

dr hab. Ryszard Weber, prof. nadzw.
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli
IUNG-PIB
ul. Orzechowa 61
50-540 Wrocław
tel.: (71) 363 87 07
e-mail: rweber@iung.pulawy.pl

