

PLONOWANIE ZBÓŻ W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBÓW UPRAWY ROLI

IRENA MAŁECKA, ANDRZEJ BLECHARCZYK, ZUZANNA SAWIŃSKA,
TOMASZ PIECHOTA, BARTOSZ WANIOREK

Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

malecka@up.poznan.pl

Synopsis. Badania polowe przeprowadzono w latach 2003–2005 w Stacji Badawczej Brody należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie zlokalizowano na glebie pólowej o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych. Celem badań była ocena wpływu siedmiu sposobów uprawy roli: uprawy tradycyjnej, orki razówki, orki płytkiej, brony talerzowej, glebogryzarki, agregatu ścierniskowego i siewu bezpośredniego na plonowanie pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i jęczmienia jarego oraz pobranie azotu. Uprawa uproszczona (powierzchniowa) oraz siew bezpośredni obniżyły poziom plonowania zbóż w porównaniu do uprawy płużnej. Spłylenie orki nie spowodowało większych różnic w plonach ziarna zbóż, natomiast orka razówka skutkowała istotnym obniżeniem plonu ziarna pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego, w odniesieniu do uprawy tradycyjnej. Zmniejszenie plonów ziarna zbóż w bezorkowych systemach uprawy roli wynikało głównie z obniżenia liczby kłosów na jednostce powierzchni. Warianty uprawy bezorkowej przyczyniły się na ogół do nieznacznego podwyższenia koncentracji azotu w ziarnie zbóż, natomiast obniżały jego pobranie w porównaniu do uprawy płużnej. Sposoby uprawy roli nie wywierały jednoznacznego oddziaływania na zawartość i pobranie azotu w słomie zbóż. Odnotować można jedynie korzystny wpływ siewu bezpośredniego na jego koncentrację.

Słowa kluczowe – *key words*: sposoby uprawy roli – *tillage methods*, pszenica ozima – *winter wheat*, pszenżyto ozime – *winter triticale*, jęczmień jary – *spring barley*, plon – *yield*, elementy plonowania – *yield components*, pobranie azotu – *nitrogen uptake*

WSTĘP

Uprawa roli ma na celu optymalizację produktywności gleby poprzez zmianę fizycznych, chemicznych i biologicznych jej właściwości. Aktualnie w nowoczesnym rolnictwie obserwuje się trend odchodzenia od tradycyjnej uprawy roli na rzecz różnych wariantów uprawy bezorkowej. Szczególnym zainteresowaniem cieszy się uprawa zachowawcza (konserwująca), która prowadzi do obniżenia zużycia paliwa i czasu pracy w uprawie roślin [Derpsch i Friedrich 2009, Kordas 1999, Lal i in. 2007, Orzech i in. 2003], oferuje wieloletnie korzyści związane z poprawą właściwości fizycznych [Boydas i Turgut 2007, Husnjak i in. 2002], chemicznych [Blecharczyk i in. 2004, Lopez-Fando i Pardo 2009] i biologicznych gleby [Holland 2004] oraz ogranicza erozję gleby [Derpsch i Friedrich 2009, Holland 2004, Morris i in. 2010]. Ponadto zainteresowaniu uprawą bezpłużną sprzyja idea rolnictwa zrównoważonego opierająca się w znacznej mierze na zmniejszeniu intensywności uprawy roli w płodozmianie, a nawet na całkowitym zaniechaniu mechanicznego oddziaływania na glebę oraz przykryciu gleby resztkami roślinnymi po zbiorze plonu głównego lub przez uprawę międzyplonów [Dzienia i in. 2006, Holland 2004].

Uprawa bezorkowa prowadzi jednak do wzrostu zagęszczenia gleby, szczególnie w pierwszych latach stosowania, co może być przyczyną utrudnionych wschodów oraz słabszego rozwoju systemu korzeniowego, a w konsekwencji obniżenia poziomu plonowania roślin upraw-

nych [D'Haene i in. 2008]. Zmiany właściwości gleby nie zawsze jednoznacznie oddziałują na wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie roślin, ponieważ zależą one od wielu czynników. Należą do nich między innymi warunki glebowe, klimatyczne, następstwo roślin, dobór pestycydów czy rodzaj zastosowanych maszyn do uprawy roli i siewu [Cantero-Martinez i in. 2003, Husnjak i in. 2002, Jug i in. 2011, Machado i in. 2007, Orzech i in. 2003, Rasmussen 1999].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu uproszczenia uprawy roli na plonowanie roślin w zbożowym członie zmianowania: pszenica ozima – pszenżyto ozime – jęczmień jary.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2003–2005 na bazie statycznego doświadczenia polowego założonego w 1995 roku w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody (52°26' N, 16°18' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasków gliniastych lekkich i mocnych, klasy bonitacyjnej IIIb–IVa, kompleksu żyniego dobrego i bardzo dobrego. Stosowano następujące systemy uprawy roli: 1) tradycyjna uprawa roli (podorywka + orka siewna na głębokość 25 cm), 2) orka razówka na głębokość 25 cm, 3) orka płytka na głębokość 12–15 cm, 4) brona talerzowa, 5) glebogryzarka, 6) kultywator ścierniskowy, 7) siew bezpośredni w ściernisko. Na obiektach 1, 2 i 3 siew wykonano siewnikiem tradycyjnym, natomiast na obiektach 4, 5, 6 i 7 siewnikiem do siewu bezpośredniego z redlicami talerzowymi firmy Great Plains (USA). W poszczególnych latach badań uprawiano: w 2003 – pszenicę ozimą (Sakwa), w 2004 – pszenżyto ozime (Fidelio) i 2005 – jęczmień jary (Atol).

Nawożenie mineralne stosowano w dawkach na 1 ha: N – 100 kg, P₂O₅ – 90 kg i K₂O – 90 kg. Na obiektach z siewem bezpośrednim stosowano przed siewem preparat Roundup 360 SL w dawce 3 l·ha⁻¹ + siarczan amonu 3 kg·ha⁻¹. W pszenicy ozimej i pszenżycie ozimym do zwalczania chwastów stosowano Huzar 05 WG w dawce 0,20 kg·ha⁻¹, w jęczmieniu jarym – Mustang 360 SE – 0,4 l·ha⁻¹. Do zwalczania chorób stosowano Alert 375 SC – 1 l·ha⁻¹ (1 termin) oraz Charisma 207 EC – 1,5 l·ha⁻¹ (2 termin) w pszenicy ozimej, Topsin M 500 SC – 1,4 l·ha⁻¹ w pszenżycie ozimym oraz Juwel TT 483 SE – 1,4 l·ha⁻¹ w jęczmieniu jarym. Wyleganiu roślin zapobiegano preparatami: Cycogan 460 SL – 3 l·ha⁻¹ w pszenicy ozimej oraz Terpal C 460 SC – 1,7 kg·ha⁻¹ w pszenżycie ozimym. Przed założeniem doświadczenia w 1995 roku gleba charakteryzowała się pH na poziomie 6,0 (w 1M KCl), bardzo wysoką zawartością fosforu, wysoką potasu, niską magnezu.

Po zbiorze określono plon ziarna i słomy badanych zbóż oraz elementy plonowania: liczbę kłosów na 1 m², liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren. Zawartość azotu w ziarnie oraz słomie zbóż określono metodą Kjeldahla z wykorzystaniem aparatu Klejltec 2000 firmy FOSS.

Warunki meteorologiczne w okresie wegetacji wiosennej w latach badań były zróżnicowane (tab. 1). Wiosna i lato 2003 roku charakteryzowały się dużo niższymi opadami, z wyjątkiem lipca oraz wyższymi średnimi temperaturami w porównaniu do wielolecia. Szczególnie duże niedobory opadów odnotowano w maju i czerwcu, a więc w okresie kłoszenia zbóż i zawiązywania ziarniaków. Ponadto w miesiącach tych odnotowano wyższą temperaturę powietrza o 3,0 i 3,5°C niż w wieloleciu, która potęgowała niedobory wodne. Najbardziej optymalny układ temperatury i opadów zanotowano w roku 2004. Średnia temperatura powietrza w marcu, kwietniu i sierpniu była wyższa w porównaniu do wielolecia, natomiast w pozostałych miesiącach kształtowała się podobnie jak w wieloleciu. W analizowanym roku odnotowano dość korzystny rozkład opadów, jakkolwiek były one niższe niż średnie z wielolecia, w zakresie od 9,3 do 46,8%. W ostatnim roku badań (2005) średnia temperatura powietrza w marcu, maju

Tabela 1. Charakterystyka warunków pogodowych w okresie od marca do sierpnia
 Table 1. Weather course characteristic during March – August

Miesiące Months	2003	2004	2005	1961–2002
Temperatura – Temperature (°C)				
III	3,4	5,1	1,8	2,8
IV	8,2	10,0	8,8	7,6
V	16,0	13,6	12,8	13,0
VI	19,8	16,3	16,4	16,3
VII	19,6	17,3	19,7	17,8
VIII	20,8	19,1	16,9	17,3
Opady – Rainfalls (mm)				
III	19,9	20,9	22,9	39,3
IV	21,1	23,3	19,2	38,4
V	20,1	44,3	86,2	55,5
VI	35,0	58,8	39,8	66,4
VII	96,7	59,6	126,5	77,2
VIII	9,0	57,4	81,6	63,3

i sierpniu była nieznacznie niższa w porównaniu do wielolecia, natomiast w pozostałych miesiącach relacje były odwrotne. W roku tym odnotowano niekorzystny rozkład opadów. Początek wiosny (marzec i kwiecień) był suchy, gdyż opady stanowiły odpowiednio 58,3 i 50,0% średniej z wielolecia. Niedobory opadów zostały uzupełnione w maju, ponieważ spadło o 31,0 mm więcej deszczu niż w wieloleciu. W czerwcu ponownie odnotowano niższe opady (o 40%) w porównaniu do wielolecia. Wyjątkowo mokrym miesiącem był lipiec z opadami przekraczającymi o 64% średnią wieloletnią.

WYNIKI I DYSKUSJA

Stosowane systemy uprawy roli wpłynęły na zróżnicowanie plonowania badanych gatunków zbóż (tab. 2). Ograniczenie uprawy tradycyjnej do orki razówki jak i spłylenie orki nie spowodowało istotnego zróżnicowania uzyskanych plonów ziarna i słomy w odniesieniu do jęczmienia jarego, a nawet zaznaczyła się tendencja zwiększenia poziomu plonowania na tych obiektach (o 5–10%). Zboża ozime plonowały na zbliżonym poziomie w tradycyjnej uprawie roli oraz po zastosowaniu orki płytkiej. Orka razówka spowodowała istotne obniżenie plonu ziarna, w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, odpowiednio o 10% w odniesieniu do pszenicy ozimej i o 7% w stosunku do pszenżyta ozimego. Podobne zależności odnotowano w plonach słomy zbóż ozimych.

Badane gatunki zbóż zareagowały negatywnie na zastosowane warianty uprawy bezorkowej w porównaniu do uprawy płużnej. Średni plon ziarna pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i jęczmienia jarego z obiektów uprawy bezorkowej był niższy, odpowiednio o 25; 24 i 23% w odniesieniu do tradycyjnej uprawy roli. W uproszczonej uprawie roli w ocenie plonowania zbóż ozimych korzystniejsze okazało się zastosowanie brony talerzowej niż glebogryzarki,

Tabela 2. Plon ziarna i słomy zbóż w latach 2003–2005 ($t \cdot ha^{-1}$)
 Table 2. Grain and straw yields of cereals in years 2003–2005 ($t \cdot ha^{-1}$)

Sposób uprawy roli <i>Tillage methods</i>	Lata – Years					
	2003		2004		2005	
	Pszenica ozima <i>Winter wheat</i>		Pszenżyto ozime <i>Winter triticale</i>		Jęczmień jary <i>Spring barley</i>	
	ziarno <i>grain</i>	słoma <i>straw</i>	ziarno <i>grain</i>	słoma <i>straw</i>	ziarno <i>grain</i>	słoma <i>straw</i>
Uprawa tradycyjna <i>Conventional tillage</i>	7,96	5,43	10,21	8,86	4,30	2,91
Orka razówka <i>Single ploughing</i>	7,18	4,87	9,46	8,20	4,57	3,06
Orka płytka <i>Shallow ploughing</i>	7,42	4,92	10,26	8,46	4,75	3,18
Brona talerzowa <i>Disc-harrow</i>	6,38	4,46	9,03	7,60	3,44	2,46
Gleboğrafzarka <i>Rotovator</i>	5,67	4,04	7,87	6,96	3,49	2,44
Agregat ścierniskowy <i>Stubble cultivator</i>	5,69	4,25	7,02	6,44	3,31	2,31
Siew bezpośredni <i>Direct seeding</i>	6,03	4,47	7,14	5,83	3,01	2,12
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$	0,73	0,38	0,59	0,52	0,56	0,39

czy kultywatora ścierniskowego, jakkolwiek istotność stwierdzono jedynie w odniesieniu do pszenżyta ozimego. Plonowanie zbóż w siewie bezpośrednim kształtowało się na zbliżonym poziomie jak na obiektach z uprawą uproszczoną (powierzchniową). Porównując reakcję zbóż na uprawę w siewie bezpośrednim, w odniesieniu do tradycyjnej uprawy roli, odnotować można większy ujemny jej wpływ dla pszenżyta ozimego i jęczmienia jarego (30%), niż dla pszenicy ozimej (24%).

Bogate jest piśmiennictwo krajowe i zagraniczne z zakresu reakcji pszenicy ozimej na uproszczenia uprawowe, w którym brak jest jednak jednoznacznych wyników badań. Notowano zmniejszenie plonowania pszenicy w bezorkowych wariantach uprawy roli w granicach 3–26% [Blecharczyk i in. 2004, Camara i in. 2003, Dzienia i Dojss 1999, Rieger i in. 2008], jak i brak reakcji na zróżnicowane systemy uprawy roli [Anken i in. 2004, Golik i in. 2005, Husnjak i in. 2002]. Korzystne oddziaływanie uprawy bezorkowej (uprawa uproszczona, siew bezpośredni) na plonowanie pszenicy ozimej stwierdzili natomiast w swoich badaniach Blecharczyk i in. [2006], De Vita i in. [2007], Halvorson i in. [1999], Kordas [1999] oraz Melaj i in. [2003].

Znacznie mniej piśmiennictwa można spotkać z zakresu wpływu systemów uprawy roli na plonowanie pszenżyta ozimego. W doświadczeniach niemieckich uzyskano podobny poziom plonowania pszenżyta ozimego w tradycyjnej i uproszczonej uprawie roli, natomiast w siewie bezpośrednim gatunek ten plonował na wyższym poziomie [Kornmann i Köller 1997]. Badania prowadzone w Polsce wskazują na ogół na negatywny wpływ uprawy powierzchniowej

(5–14%), a szczególnie siewu bezpośredniego (12–30%) na plonowanie pszenżyta ozimego [Dzienia i Piskier 1998, Małecka i Blecharczyk 2002, Starczewski i in. 2006], jakkolwiek można spotkać również opracowanie wskazujące na brak istotnego wpływu systemów uprawy roli na plonowanie pszenżyta ozimego [Małecka i in. 2004].

Doniesienia krajowe wskazują również na zmniejszenie plonu ziarna jęczmienia jarego po zastąpieniu uprawy płuźnej uprawą powierzchniową (od 6 do 23%) bądź siewem bezpośrednim (od 6 do 18%) [Lepiarczyk i in. 2009, Małecka i Blecharczyk 2008, Orzech i in. 2009]. W doświadczeniach zagranicznych za krótsze cykle badawcze uzyskiwano różne efekty, od korzystnego oddziaływania uproszczonej uprawy roli (zwyżka o 10,3%) i siewu bezpośredniego (zwyżka o 11,1–39,8%) [Arshad i Gill 1997] poprzez brak zróżnicowania plonowania pod wpływem systemów uprawy roli [Angas i in. 2006, Arshad i in. 1999, Arvidsson 1998] do obniżania poziomu plonowania jęczmienia w uprawie bezorkowej (14,6–18,3%) [Martin-Rueda i in. 2007] w odniesieniu do tradycyjnej uprawy roli.

Obniżenie poziomu plonowania zbóż na obiektach z uprawą bezorkową związane było przede wszystkim ze zmniejszeniem obsady kłosów na 1 m², w nieznacznym zaś stopniu z obniżeniem liczby ziaren w kłosie, bądź masy 1000 ziaren (tab. 3). Uprawa powierzchniowa z zastoso-

Tabela 3. Elementy plonowania zbóż w latach 2003–2005

Table 3. Yield components of cereals in years 2003–2005

Sposób uprawy roli <i>Tillage methods</i>	Liczba kłosów·m ⁻² <i>Number of ears·m⁻²</i>			Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grain per ear</i>			Masa 1000 ziaren (g) <i>Weight of 1000 grain (g)</i>		
	2002 WW*	2003 WT	2004 SB	2002 WW	2003 WT	2004 SB	2002 WW	2003 WT	2004 SB
Uprawa tradycyjna <i>Conventional tillage</i>	409	471	458	41,0	41,9	18,6	47,3	51,8	50,7
Orka razówka <i>Single ploughing</i>	391	470	464	40,2	38,2	18,8	45,5	52,8	52,5
Orka płytka <i>Shallow ploughing</i>	404	466	450	39,7	44,6	19,9	46,2	49,3	53,0
Brona talerzowa <i>Disc-harrow</i>	357	439	388	40,1	40,0	17,5	44,5	51,7	50,8
Glebogryzarka <i>Rotovator</i>	353	434	350	37,8	35,8	19,5	42,5	50,7	51,2
Agregat ścierniskowy <i>Stubble cultivator</i>	327	414	342	39,8	33,8	19,6	43,7	50,3	49,3
Siew bezpośredni <i>Direct seeding</i>	341	403	367	40,9	35,7	15,9	43,3	49,6	51,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	30	37	41	1,7	2,6	1,6	2,1	2,2	2,0

* – WW – pszenica ozima – *winter wheat*, WT – pszenżyto ozime – *winter triticale*, SB – jęczmień jary – *spring barley*

sowaniem brony talerzowej, glebogryzarki lub kultywatora ścierniskowego przyczyniła się do zmniejszenia obsady kłosów w zakresie od 13–20% w pszenicy ozimej, 7–12% w pszenżycie ozimym oraz 15–25% w jęczmieniu jarym w odniesieniu do tradycyjnej uprawy roli. Uprawa zbóż w siewie bezpośrednim skutkowałą obniżeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni

o 17% w pszenicy ozimej, 14% w pszenżycie ozimym oraz o 20% w jęczmieniu jarym, porównując z obsadą kłosów w tradycyjnej uprawie roli. Zdaniem większości autorów uproszczenia w uprawie roli prowadzą przede wszystkim do obniżenia obsady kłosów na 1 m² i w konsekwencji zmniejszenia plonowania zbóż, co zostało potwierdzone w prezentowanych badaniach. Pozostałe elementy struktury plonu są w mniejszym stopniu różnicowane przez systemy uprawy roli, a niekiedy obserwuje się nawet wzrost wartości tych parametrów, najczęściej masy 1000 ziaren [Dzienia i in. 1998, Małecka i Blecharczyk 2008, Rieger i in. 2008, Schillinger i in. 1999].

Systemy uprawy roli modyfikowały zawartość azotu w ziarnie zbóż (tab. 4). W badanych gatunkach zbóż, szczególnie w pszenżycie ozimym i jęczmieniu jarym korzystniej na zawartość azotu w ziarnie oddziaływały systemy uproszczonej uprawy roli i siew bezpośredni, co może być związane z mniejszym poziomem plonowania na tych obiektach w porównaniu do uprawy płużnej. W odniesieniu do pszenicy zawartość azotu kształtowała się od 22,9–23,4 g·kg⁻¹ na obiektach z zastosowaniem orki do 23,6–24,3 g·kg⁻¹ w uprawie powierzchniowej i siewie bezpośrednim. Ziarno pszenżyta ozimego i jęczmienia jarego uprawianego po orce zawierało azotu, odpowiednio 21,0–21,6 oraz 16,3–16,9 g·kg⁻¹ natomiast w systemach bezorkowych 21,8–22,9 i 16,6–18,1g·kg⁻¹. Pobranie azotu wyliczane zostało na podstawie jego koncentracji oraz plonu ziarna i było niższe w wariantach uprawy bezorkowej niż w uprawie płużnej. W porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, po zastosowaniu uprawy powierzchniowej pobranie azotu w ziarnie zmniejszyło się w granicach 17–28% w pszenicy ozimej, 8–26% w pszenżycie ozimym i 12–22% w jęczmieniu jarym, natomiast w siewie bezpośrednim obniżka ta wynosiła, odpowiednio 22; 24 i 23%.

Tabela 4. Zawartość (g·kg⁻¹ s.m.) oraz pobranie (kg N·ha⁻¹) azotu w ziarnie zbóż w latach 2003–2005
Table 4. Content (g·kg⁻¹ DM) and uptake (kg N·ha⁻¹) of nitrogen in cereals grain in year 2003–2005

Sposób uprawy roli <i>Tillage methods</i>	Lata – Years					
	2003		2004		2005	
	Pszenica ozima <i>Winter wheat</i>		Pszenżyto ozime <i>Winter triticales</i>		Jęczmień jary <i>Spring barley</i>	
	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹
Uprawa tradycyjna <i>Conventional tillage</i>	23,4	158	21,0	182	16,5	60
Orka razówka <i>Single ploughing</i>	23,4	143	21,6	174	16,3	63
Orka płytka <i>Shallow ploughing</i>	22,9	144	21,4	187	16,9	68
Brona talerzowa <i>Disc-harrow</i>	24,1	131	21,8	167	18,1	53
Glebogryzarka <i>Rotovator</i>	24,3	117	22,2	149	17,9	53
Agregat ścierniskowy <i>Stubble cultivator</i>	23,6	114	22,4	134	16,6	47
Siew bezpośredni <i>Direct seeding</i>	23,9	123	22,9	139	17,9	46
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	17	–	14	–	6

W odniesieniu do słomy zbóż nie wykazano ukierunkowanego oddziaływania sposobów uprawy roli na zawartość azotu (tab. 5). Odnotować można jedynie nieco większą jego koncentrację w przypadku uprawy zbóż w siewie bezpośrednim w porównaniu do pozostałych wariantów uprawy roli. Różnice w pobraniu azotu wynikały z wielkości plonu słomy zbóż oraz zawartości tego składnika. Analiza wariancji wykazała istotnie większe pobranie azotu w słomie pszenicy ozimej w tradycyjnej uprawie roli (w granicach 15–29%), niż na pozostałych obiektach uprawowych. Pobranie azotu w słomie pszenżyta ozimego było w mniejszym stopniu różnicowane poprzez sposoby uprawy roli i wahało się od 36,1 kg N·ha⁻¹ po zastosowaniu agregatu ścierniskowego do 43,1 kg N·ha⁻¹ po wykonaniu orki płytkiej. W odniesieniu do słomy jęczmienia jarego wykazano największe jego pobranie na obiekcie, na którym zastosowano orkę płytką (18,8 kg N·ha⁻¹). Na zbliżonym, jakkolwiek mniejszym poziomie kształtowało się pobranie azotu w słomie jęczmienia jarego uprawianego po wykonaniu orki razówki (17,1 kg N·ha⁻¹). Tradycyjna uprawa roli przyczyniła się do obniżenia pobrania azotu o 18%, natomiast warianty uprawy bezorkowej o 23–28%, w porównaniu do najwyższego jego pobrania.

Tabela 5. Zawartość (g·kg⁻¹ s.m.) oraz pobranie (kg N·ha⁻¹) azotu w słomie zbóż w latach 2003–2005
Table 5. Content (g·kg⁻¹ DM) and uptake (kg N·ha⁻¹) of nitrogen in cereals straw in year 2003–2005

Sposób uprawy roli <i>Tillage methods</i>	Lata – Years					
	2003		2004		2005	
	Pszenica ozima <i>Winter wheat</i>		Pszenżyto ozime <i>Winter triticale</i>		Jęczmień jary <i>Spring barley</i>	
	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	g·kg ⁻¹	kg N·ha ⁻¹
Uprawa tradycyjna <i>Conventional tillage</i>	7,4	40,2	4,8	42,5	5,3	15,4
Orka razówka <i>Single ploughing</i>	6,4	31,2	4,8	39,4	5,6	17,1
Orka płytka <i>Shallow ploughing</i>	6,3	31,0	5,1	43,1	5,9	18,8
Brona talerzowa <i>Disc-harrow</i>	7,0	31,2	5,5	41,4	5,9	14,5
Glebogryzarka <i>Rotovator</i>	7,1	28,7	6,0	41,8	5,8	14,2
Agregat ścierniskowy <i>Stubble cultivator</i>	6,8	28,9	5,6	36,1	5,9	13,6
Siew bezpośredni <i>Direct seeding</i>	7,6	34,0	6,6	38,5	6,6	14,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	5,6	–	3,7	–	1,7

W literaturze spotkać można opinie, że systemy uprawy roli nie wpływają w większym stopniu na zawartość azotu w plonie końcowym zbóż [Hansen i in. 2011, Rieger i in. 2008]. Obserwowana natomiast w niektórych latach niższa zawartość azotu w roślinach w systemie siewu bezpośredniego może być rezultatem mniejszej dostępności azotu w glebie na tych obiektach [Carr i in. 2003, Lopez-Bellido i in. 1998, Nyborg i in. 1995, Payne i in. 2000]. Notowano również wyższą zawartość azotu w ziarnie zbóż w systemach bezorkowych niż w uprawie płu-

nej [De Vita i in. 2007, Małecka i in. 2002, Martin-Rueda i in. 2007]. Tłumaczy się to tym, iż w bezorkowych systemach uprawy roli, szczególnie w siewie bezpośrednim, tempo mineralizacji jest wolniejsze, a tym samym późniejsze udostępnianie azotu roślinom, co może skutkować pozytywnym rezultatem w odniesieniu do koncentracji azotu w roślinach. W przypadku małego zróżnicowania zawartości składnika o wielkości pobranego azotu decyduje przede wszystkim uzyskany plon ziarna i słomy, co zaobserwowano w badaniach własnych.

WNIOSKI

1. Uprawa uproszczona z zastosowaniem glebogryzarki, brony talerzowej, bądź agregatu ścierniskowego oraz siew bezpośredni obniżyły poziom plonowania zbóż w porównaniu do uprawy płuźnej. Spłylenie orki nie spowodowało większych różnic w plonach ziarna zbóż, natomiast orka razówka skutkowała istotnym obniżeniem plonu ziarna pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego, w odniesieniu do uprawy tradycyjnej.
2. Zmniejszenie plonów ziarna zbóż w bezorkowych systemach uprawy roli wynikało głównie z obniżenia liczby kłosów na jednostce powierzchni.
3. Warianty uprawy bezorkowej przyczyniły się na ogół do nieznacznego podwyższenia koncentracji azotu w ziarnie zbóż, obniżały natomiast jego pobranie w porównaniu do uprawy płuźnej.
4. Sposoby uprawy roli nie wywierały jednoznacznego oddziaływania na zawartość i pobranie azotu w słomie zbóż. Odnotować można jedynie korzystny wpływ siewu bezpośredniego na jego koncentrację.

PIŚMIENNICTWO

- Angas P., Lampurlanes J., Cantero-Martinez C. 2006. Tillage and N fertilization effects on N dynamics and barley yield under semiarid Mediterranean conditions. *Soil Till. Res.* 87: 59–71.
- 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.
- Arshad M., Franzluebbers A., Azooz R. 1999. Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Canada. *Soil Till. Res.* 53: 41–47.
- Arshad M., Gill K. 1997. Barley, canola and wheat production under different tillage-fallow-green manure combinations on a clay soil in a cold, semiarid climate. *Soil Till. Res.* 43: 263–275.
- Arvidsson J. 1998. Effect of cultivation depth in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and plant pathogens. *Eur. J. Agron.* 9: 79–85.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z. 2004. Reakcja pszenicy ozimej na wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego. *Fragm. Agron.* 21(2): 125–137.
- Blecharczyk A., Szpitalniak J., Małecka I. 2006. Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 23(2): 273–286.
- Boydaś M.G., Turgut N. 2007. Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence. *Turk. J. Agric. For.* 31: 399–412.
- Camara K., Payne W., Rasmussen P. 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. *Agron. J.* 95: 828–835.
- Cantero-Martinez C., Angas P., Lampurlanes J. 2003. Growth, yield and water productivity of barley (*Hordeum vulgare* L.) affected by tillage and N fertilization in Mediterranean semiarid, rainfed conditions of Spain. *Field Crops Res.* 84: 341–357.

- Carr P., Horsley R., Poland W. 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars: I. Grain production. *Crop Sci.* 43: 202–209.
- 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.
- De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil Till. Res.* 92: 69–78.
- Derpsch R. 2005. The extent of conservation agriculture adoption worldwide: implications and impact. Proc. III World Congress on conservation agriculture. Nairobi, Kenya 3–7 October 2005.
- Derpsch R., Friedrich T. 2009. Global overview of conservation agriculture adoption. Proceed. 4th World Congress on Conservation Agriculture. New Delhi, India, 4–7 February 2009: 429–438.
- Dzienia S., Dojms D. 1999. Wpływ sposobów uprawy roli na zachwaszczenie i plonowanie pszenicy ozimej. *Fol. Uni. Agri. Stetin.* 195, *Agricultura* (74): 185–190.
- Dzienia S., Piskier T. 1998. Reakcja pszenżyta ozimego na uproszczenia w uprawie roli. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 186, *Agricultura* 69: 29–32.
- Golik S., Chidichimo H., Sarandon S. 2005. Biomass production, nitrogen accumulation and yield in wheat under two tillage systems and nitrogen supply in the Argentine Rolling Pampa. *World J. Agric. Sci.* 1(1): 36–41.
- Halvorson A.D., Black A.L., Krupinsky J.M., Merrill S.D. 1999. Dryland winter wheat response to tillage and nitrogen within an annual cropping system. *Agron. J.* 91: 702–707.
- Hansen E.M., Munkholm L.J., Olesen J.E. 2011. N-utilization in non-inversion tillage systems. *Soil Till. Res.* 113: 55–60.
- Holland J. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric. Ecosys. Environ.* 103: 1–25.
- Husnjak S., Filipovic D., Kosutic S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rost. Vyroba* 48: 249–254.
- Jug I., Jug D., Sabo M., Stipešević B., Stošić M. 2011. Winter wheat yield and yield components as affected by soil tillage systems. *Turk. J. Agric. For.* 35: 1–7.
- Kordas L. 1999. Wpływ stosowania siewu bezpośredniego na nakłady energetyczne i plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 367, *Rol.* 124: 135–139.
- Kornmann M., Köller K. 1997. Ecological and economical effects of different tillage systems. *Bibliot. Fragm. Agron.* 2B: 391–394.
- Lal R., Reicosky D.C., Hanson J.D. 2007. Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil Till. Res.* 93: 1–12.
- Lepiarczyk A., Stępnik K. 2009. Produkcyjność jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie w zależności od systemu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 26(1): 59–66.
- Lopez-Bellido L., Fuentes M., Castillo J., Lopez-Garrido F. 1998. Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 57: 265–276.
- López-Fando C., Pardo M.T. 2009. Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi-arid environment. *Soil Till. Res.* 104: 278–284.
- Machado S., Petrie S., Rhinhart K., Qu A. 2007. Long-term continuous cropping in the Pacific Northwest: tillage and fertilizer effects on winter wheat, spring wheat, and spring barley production. *Soil Till. Res.* 94: 473–481.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2002. Reakcja pszenżyta ozimego na systemy uprawy roli. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 228, *Agricultura* 91: 81–86.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). *Agron. Res.* 6(2): 517–529.
- Martin-Rueda I., Munoz-Guerra L.M., Yunta F., Esteban E., Tenorio J.L., Lucena J.J. 2007. Tillage and crop rotation effects on barley yield and soil nutrients on a *Calciortidic Haploxeralf*. *Soil Till. Res.* 92: 1–9.
- Melaj M., Echeverria H., Lopez S., Studdert G., Andrade F., Barbaro N. 2003. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agron. J.* 95: 1525–1531.

- 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 soils, crops and environment – a review. *Soil Till. Res.* 108: 1–15.
- Nyborg M., Solberg E.D., Izaurralde R.C., Malhi S.S., Molina-Ayala M. 1995. Influence of long-term tillage, straw and N fertilizer on barley yield, plant-N uptake and soil-N balance. *Soil Till. Res.* 36: 165–174.
- Orzech K., Marks M., Dragańska E., Stępień A. 2009. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od warunków pogodowych i różnych sposobów uprawy gleby średniej. *Acta Agrophys.* 14(1): 167–175.
- Orzech K., Nowicki J., Marks M. 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. *Post. Nauk Rol.* 1: 131–144.
- Payne W.A., Rasmussen P.E., Chen C., Goller R., Ramig R.E. 2000. Precipitation, temperature and tillage effects upon productivity of a winter wheat-dry pea rotation. *Agron. J.* 92: 933–937.
- Rasmussen K.J. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil Till. Res.* 53: 3–14.
- Rieger S., Richner W., Streit B., Frossard E., Liedgens M. 2008. Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilisation. *Eur. J. Agron.* 28: 405–411.
- Schillinger W., Cook R., Papendick R. 1999. Increased dryland cropping intensity with no-till barley. *Agron. J.* 91: 744–752.
- Starczewski J., Czarnocki S., Wielogórska G. 2006. Wpływ przedsiewnej uprawy roli na architekturę łanu i plonowanie pszenżyta ozimego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 247, *Agricultura* 100: 179–186.

I. MAŁECKA, A. BLECHARCZYK, Z. SAWIŃSKA, T. PIECHOTA, B. WANIOREK

CEREALS YIELD RESPONSE TO TILLAGE METHODS

Summary

The field study was carried out in the years 2003–2005 at Research Station Brody of Poznań University of Life Sciences. The soils of experimental fields are classified as Albic Luvisols developed on loamy sands overlying loamy materials. The objective of this study was to evaluate the effects of seven tillage methods: conventional tillage, single ploughing, shallow ploughing, disc-harrow, rotovator, stubble cultivator and direct seeding on yield, yield components and nitrogen uptake of winter wheat, winter triticale and spring barley. Cereals yields were lower for reduced tillage and direct seeding, as compared to conventional tillage. The yield difference resulted from a higher number of ears in ploughing system. Nitrogen uptake in the grain of cereals was significantly lower under ploughless tillage systems as opposed to ploughed plots, but the trend was for N concentration to be higher with reduced tillage and direct seeding. Straw nitrogen uptake was not clearly affected by tillage systems.