

## WPLYW NASTĘPCZY ŁUBINÓW I GROCHU NA PLONOWANIE PSZENICY OZIMEJ W ZALEŻNOŚCI OD UPRAWY ROLI I NAWOŻENIA AZOTEM\*

IRENA MAŁECKA-JANKOWIAK<sup>1</sup>, ANDRZEJ BLECHARCZYK, ZUZANNA SAWINSKA,  
WOJCIECH WANIOREK

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

**Synopsis.** Badania polowe przeprowadzono w latach 2012–2015 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Celem badań było określenie wpływu następczego przedplonów (pszenica ozima, łubin wąskolistny, łubin żółty, łubin biały, groch), uprawy roli (tradycyjnej i uproszczonej) oraz nawożenia azotem (0, 60, 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup>) na plonowanie pszenicy ozimej odmiany Batuta. Plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po przedplonach strączkowych, średnio za 3 lata badań (2013–2015), był wyższy w zakresie 27,5–33,8% w porównaniu do jej uprawy po sobie. Korzystny wpływ przedplonów roślin strączkowych na plonowanie pszenicy ozimej, w porównaniu do jej uprawy po sobie, wynikał z poprawy wszystkich elementów plonowania. Tradycyjny system uprawy roli wpłynął nieznacznie korzystniej na plonowanie pszenicy ozimej (o 3,8%) w porównaniu do uprawy w systemie bezorkowym. Różnica na niekorzyść uprawy bezorkowej, w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki azotu. Wzrastające dawki azotu pod pszenicę uprawianą po pszenicy nie rekompensowały różnic w poziomie plonowania w porównaniu do przedplonów strączkowych.

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, nawożenie azotem, uprawa roli, przedplony

### WSTĘP

Intensyfikacja rolnictwa związana ze zwiększeniem zużycia przemysłowych środków produkcji oraz urynkowanie polskiego rolnictwa po 1989 roku, przyczyniły się do wprowadzenia wielu uproszczeń w produkcji roślinnej. Efektem tych zmian było ograniczenie liczby uprawianych gatunków, głównie z rodziny bobowatych, wzrostu udziału zbóż w strukturze zasiewów, niekiedy nawet do 80% oraz zmniejszenie dopływu materii organicznej do gleby. Takie podejście doprowadziło do wielu niekorzystnych zmian w agroekosystemach [Arvidson i in. 2014, Derpsch i in. 2010, Holland 2004, Madejón i in. 2007, Morris i in. 2010, Soane i in. 2012]. W związku z powyższym zrodziła się koncepcja zrównoważonego rozwoju, w którym zakłada się naturalną bioróżnorodność, komplementarność w wykorzystaniu składników pokarmowych oraz wykorzystanie procesu symbiozy, w celu zintensyfikowania produkcji roślinnej w warunkach stresowych [Dore i in. 2011, Kuś i Stalenga 2006, Martin-Guay i in. 2018, Santín-Montanyá i in. 2014]. Aby spełnić założenia rolnictwa zrównoważonego należy zadbać

<sup>1</sup> 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.

o dywersyfikację upraw i zminimalizowanie nadmiernego udziału zbóż w strukturze zasiewów oraz stosowanie integrowanych metod produkcji rolniczej, w których bardzo istotną rolę mogą odgrywać bezorkowe systemy uprawy roli oraz przywrócenie do uprawy roślin strączkowych. Argumentem przemawiającym za uprawą tej grupy roślin jest zdolność do wiązania azotu atmosferycznego, co ma duże znaczenie zarówno ekonomiczne, jak i ekologiczne [Stagnari i in. 2017]. Są one bardzo dobrym przedplonem dla większości roślin uprawnych (Amato i in. 2013, Blecharczyk i in. 2006, Buczek i in. 2009, Buraczyńska i Ceglarek 2008, Jasińska i in. 1997, Norwood 2000, Pisarek i in. 2013, Smagacz i Kuś 2010). Ponadto nasiona roślin strączkowych mogą mieć duże znaczenie w zwiększeniu stopnia samowystarczalności naszego kraju w zakresie wysokobiałkowych komponentów pasz treściwych [Książak 2000, Podleśny 2005, Prusiński i Kotecki 2006].

Celem badań było porównanie wpływu następczego roślin strączkowych na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy roli i nawożenia azotem.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2012–2015 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym Brody (52°43' N, 16°30' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach na glebie należącej do rzędu gleby płowoziemne, podtypu gleb płowych typowych, rodzaju glina zwałowa i gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych. Według międzynarodowej klasyfikacji WRB glebę zaliczono do *Albic Luvisols*, a według Soil Taxonomy do Typic Hapludalfs, a pod względem uziarnienia – *loamy sand underlined by loam* [Marcinek i Komisarek 2011].

Pszenicę ozimą odmiany Batuta wysiano po różnych przedplonach (pszenica ozima, łubin wąskolistny, łubin żółty, łubin biały, groch) w tradycyjnej i uproszczonej (bezorkowej) uprawie roli z zastosowaniem 4 dawek nawożenia azotem (0, 60, 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup>).

Przed założeniem doświadczenia gleba charakteryzowała się pH na poziomie 6,0 (w 1M KCl), bardzo wysoką zawartością fosforu, wysoką potasu i średnią magnezu. Nawożenie fosforem i potasem stosowano w dawkach na 1 ha: 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 60 kg K<sub>2</sub>O. Na obiektach z tradycyjną uprawą roli zastosowano kultywator ścierniskowy po zbiorze przedplonów oraz orkę siewną na głębokość 25 cm. W systemie uprawy uproszczonej zabiegi uprawy roli ograniczono do zastosowania kultywatora ścierniskowego. Siew na wszystkich obiektach wykonano siewnikiem Great Plains z redlicami talerzowymi, przy rozstawie rzędów 17,8 cm.

Wielkość poletek wynosiła 25 m<sup>2</sup>. W okresie wegetacji chwasty w pszenicy ozimej zwalczano herbicydem Komplet 560 SC (diflufenikan + flufenacet) w dawce 1,5 l·ha<sup>-1</sup>, choroby grzybowe fungicydem Capallo 337,5 SE (epoksykonazol + fenpropimorf + metrafenon) w dawce 1,8 l·ha<sup>-1</sup> (pierwszy termin) oraz Falcon 460 EC (spiroksamina + tebukonazol + triadimenol) w dawce 0,6 l·ha<sup>-1</sup> (drugi termin); do ochrony przed szkodnikami zastosowano preparat Decis Mega 50 EW (deltametryna) w dawce 0,6 l·ha<sup>-1</sup>, a w celu ograniczenia wylegania preparat Moddus 250 EC (trineksapak etylu) w dawce 0,4 l·ha<sup>-1</sup>.

Ocenę polową stopnia porażenia chorobami grzybowymi określono w oparciu o 30 wybranych losowo roślin z każdego badanego poletka w fazie dojrzałości młeczej (BBCH 75–77) pszenicy ozimej, przedstawiając odsetek źdźbeł z objawami chorób podstawy źdźbła i korzeni. Nasilenie porażenia przez w/w choroby oceniono wzrokowo, na podstawie charakterystycznych objawów chorobowych na dolnych międzywęzłach roślin. W przypadku każdej z chorób osobno obliczono odsetek roślin z objawami bez względu na ich nasilenie oraz indeks porażenia. Indeksy porażenia wyliczono wg metodyk EPPO przedstawionych we wcześniejszym opracowaniu [Sawinska i in. 2016].

Tabela 1. Warunki pogodowe w sezonach wegetacyjnych  
Table 1. Weather conditions in growing seasons

Miesiąc Month	Temperatura/Temperature (°C)				Opady/Rainfall (mm)			
	2012/2013	2013/2014	2014/2015	1961 –2011	2012/2013	2013/2014	2014/2015	1961 –2011
IX	14,3	12,9	15,4	13,3	30,0	33,7	64,8	49,7
X	8,2	10,3	10,9	8,5	47,6	10,9	39,8	40,8
XI	4,8	5,0	5,6	3,6	54,8	34,1	12,0	46,2
XII	-1,5	2,7	1,9	-0,1	16,5	27,8	43,9	48,9
IX	-1,9	-1,0	2,1	-1,7	42,6	33,3	45,0	40,1
II	-0,2	3,1	1,3	-0,5	26,1	8,8	6,6	32,8
III	-2,5	6,6	5,2	2,9	12,0	47,8	43,9	40,1
IV	8,0	10,4	8,6	8,0	15,4	46,3	32,0	37,6
V	14,4	13,1	13,0	13,2	69,8	73,5	25,6	56,9
VI	17,3	16,1	15,5	16,6	125,3	42,0	85,3	61,6
VII	20,1	21,5	19,2	18,2	67,3	83,1	84,9	79,4
VIII	19,1	17,3	19,2	17,5	51,5	137,2	15,1	66,9

Określono plon ziarna, elementy plonowania pszenicy ozimej (liczbę kłosów na 1 m<sup>2</sup>, liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren, masę ziaren 1 kłosa) oraz masę hektolitra.

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 ( $\alpha=0,05$ ).

Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań przedstawiono w tabeli 1. W okresie kwiecień – czerwiec we wszystkich latach badań zanotowano korzystny przebieg temperatur, które na ogół przewyższały średnie z wielolecia. W odniesieniu do opadów w wymienionym okresie, ich niedobór odnotowano w 2013 roku w miesiącu kwietniu, w 2014 w czerwcu i 2015 w maju.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Lata badań charakteryzowały się korzystnymi warunkami pogodowymi dla rozwoju i plonowania pszenicy ozimej. Odnotować można dość wysokie opady i ich dobry rozkład, od ruszenia wegetacji wiosennej do zbioru pszenicy ozimej, dlatego też poziom plonowania nie był w większym stopniu zróżnicowany w analizowanych latach. Nieznacznie wyższy plon ziarna uzyskano w 2014 roku, w którym stwierdzono niewielki niedobór opadów w czerwcu, w porównaniu do plonów w 2013 z niedoborami opadowymi w kwietniu i w 2015 roku z opadami niższymi niż w wieloleciu w maju (tab. 2). Wyraźny wpływ sumy opadów i ich rozkładu w okresie wegetacji na plon ziarna pszenicy ozimej potwierdziły badania Buraczyńskiej i Ceglarka [2008], Piekarczyka [2007] oraz Woźniaka [2006].

Rodzaj przedplonu i nawożenie azotem w większym stopniu różnicowały poziom plonowania pszenicy ozimej aniżeli stosowany system uprawy roli. We wszystkich analizowanych latach plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po przedplonach strączkowych był istotnie wyższy niż uprawianej po sobie. Średnio za trzyletni okres badań, różnica ta kształtowała się na poziomie 1,71 do 2,10 t·ha<sup>-1</sup> (27,5–33,8%), na korzyść przedplonów strączkowych. W obrębie przedplonów

Tabela 2. Plon ziarna pszenicy ozimej ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od przedplonu, systemu uprawy roli i nawożenia azotemTable 2. Grain yield of winter wheat ( $t \cdot ha^{-1}$ ) depending on previous crop, tillage systems and nitrogen fertilization

Czynnik/Factor	2013	2014	2015	Średnio Mean
Przedplon/Previous crop (A)				
Pszenica ozima/Winter wheat	6,04	7,10	5,49	6,21
Łubin wąskolistny/Narrow-leaved lupine	8,32	8,31	8,01	8,21
Łubin żółty/Yellow lupine	7,36	8,54	7,85	7,92
Łubin biały/White lupine	8,44	8,77	7,71	8,31
Groch/Pea	8,03	8,23	7,85	8,04
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	0,44	0,53	0,77	0,32
System uprawy roli/Tillage systems (B)				
Tradycyjny/Conventional	7,71	8,56	7,38	7,88
Uproszczony/Reduced	7,57	7,82	7,38	7,59
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	0,17	r.n.	0,10
Nawożenie azotem/Nitrogen fertilization – $kg N \cdot ha^{-1}$ (C)				
0	5,11	5,87	5,28	5,42
60	7,61	8,00	7,19	7,60
120	8,65	9,02	8,19	8,62
180	9,19	9,87	8,88	9,31
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	0,18	0,16	0,20	0,10

r.n. – różnice nieistotne/non significant differences

strączkowych największe plony ziarna pszenicy ozimej uzyskano w stanowisku po łubinie białym, najmniejsze zaś po łubinie żółtym. Korzystny, następczy wpływ roślin strączkowych na plonowanie pszenicy ozimej wykazało wielu autorów [Amato i in. 2013, Armstrong i in. 1997, Blecharczyk i in. 2006, Buczek i in. 2009, Buraczyńska i Ceglarek 2008, Jasińska i in. 1997, Jończyk 2003, Norwood 2000, Smagacz i Kuś 2010].

Istotny wpływ systemów uprawy roli na plonowanie pszenicy ozimej odnotowano jedynie w 2014 roku oraz średnio dla lat badań, w którym stwierdzono istotnie wyższe plony ziarna w tradycyjnej uprawie roli niż w uprawie uproszczonej. Różnica ta, na niekorzyść systemu bezorkowego wynosiła 8,6% w 2014 roku, natomiast średnio dla lat badań tylko 3,7%. Wyniki badań dotyczących wpływu różnych systemów uprawy roli na plonowanie pszenicy ozimej są często rozbieżne. Notowano zarówno pozytywną [De Vita i in. 2007, López-Bellido i in. 1996, Rieger i in. 2008], jak i negatywną [Blecharczyk i in. 2004, Lepiarczyk i in. 2005, Małecka i in. 2012, Weber i in. 2014] reakcję na uprawę bezorkową, jak również spotkać można opracowania mówiące o podobnych plonach pszenicy ozimej w tradycyjnej i uproszczonej uprawie roli [Arvidsson i in. 2014, Atkinson i in. 2009, Košutić i in. 2005, Lepiarczyk i in. 2010, Neug-

schwandtner i in. 2015, Soane i in. 2012]. Zdaniem niektórych autorów, o końcowym efekcie decyduje nie tylko sposób uprawy roli, ale również przebieg warunków pogodowych, warunki glebowe, stosowane następstwo roślin, nawożenie, podejście do sposobu zwalczania chwastów oraz precyzyjność siewników stosowanych do wysiewu nasion [Jug i in. 2011, Šíp i in. 2013]. Ponadto różne rezultaty dotychczasowych badań wynikają często z odmiennego okresu trwania doświadczenia [Grandy i in. 2006, Mestelan i in. 2006]. Powyższe czynniki mogą wpływać również na uzyskaną obsadę roślin, która decyduje w dużym stopniu o plonach [Holland 2004]. W opinii Arvidson i in. [2014] w Europie uzyskiwane plony zbóż w systemach bezorkowych są najczęściej o 3–5% niższe niż w uprawie płuźnej.

Powszechnie nawożenie azotem uważane jest za główny czynnik decydujący o plonowaniu pszenicy ozimej [Bednarek i in. 2009, Stankowski i in. 2004, Szczepaniak i Potarzycki 2014]. W realizowanym doświadczeniu w ZDD Brody, w miarę wzrostu nawożenia z poziomu 0 do 60, 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> plon ziarna istotnie zwiększał się. Tę zależność obserwowano we wszystkich latach badań. Średnio dla lat 2013–2015, plon ziarna pszenicy ozimej bez nawożenia azotem kształtował się na poziomie 5,42 t·ha<sup>-1</sup>. Zastosowanie dawki azotu 60 kg N·ha<sup>-1</sup> spowodowało przyrost plonu ziarna o 2,18 t·ha<sup>-1</sup>, natomiast zwiększenie dawek azotu do 120 i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> skutkowało malejącymi przyrostami plonu ziarna, odpowiednio o 1,02 i 0,69 t·ha<sup>-1</sup>.

Pszenica ozima zareagowała odmiennie na system uprawy roli po różnych przedplonach (tab. 3). W stanowisku po sobie pszenica ozima plonowała na wyższym poziomie w uproszczonej uprawie roli w porównaniu do uprawy tradycyjnej, o 0,34 t·ha<sup>-1</sup> (5,6%). Po przedplonach strączkowych plon ziarna pszenicy ozimej był natomiast większy w tradycyjnej uprawie roli niż w uprawie uproszczonej, jakkolwiek różnica nie została potwierdzona statystycznie w stanowisku po łubinie wąskolistnym i łubinie białym.

Tabela 3. Plon ziarna pszenicy ozimej (t·ha<sup>-1</sup>) w zależności od przedplonu i systemu uprawy roli (średnio 2013–2015)

Table 3. Grain yield of winter wheat (t·ha<sup>-1</sup>) depending on previous crop and tillage systems (mean of 2013–2015)

Przedplony/Previous crop (A)	System uprawy roli/Tillage systems (B)	
	Tradycyjny Conventional	Uproszczony Reduced
Pszenica ozima/Winter wheat	6,04	6,38
Łubin wąskolistny/Narrow-leaved lupine	8,36	8,07
Łubin żółty/Yellow lupine	8,21	7,62
Łubin biały/White lupine	8,48	8,13
Groch/Pea	8,31	7,76
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	A x B = 0,23; B x A = 0,36	

Reakcja pszenicy ozimej na wzrastające dawki nawożenia azotem zależała również od rodzaju przedplonu (tab. 4). Wyższe dawki azotu pod pszenicę uprawianą po sobie nie rekompensowały w pełni różnic w poziomie plonowania, w porównaniu do wpływu następczego roślin strączkowych. Uzyskany plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po pszenicy był istotnie

Tabela 4. Plon ziarna pszenicy ozimej ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od przedplonu i nawożenia azotem (średnio 2013–2015)Table 4. Grain yield of winter wheat ( $t \cdot ha^{-1}$ ) depending on previous crop and nitrogen fertilization (mean of 2013–2015)

Przedplony/Previous crop (A)	Nawożenie azotem/Nitrogen fertilization – $kg N \cdot ha^{-1}$ (C)			
	0	60	120	180
Pszenica ozima/Winter wheat	3,77	6,04	7,13	7,91
Lubin wąskolistny/Narrow-leaved lupine	6,08	8,04	8,96	9,77
Lubin żółty/Yellow lupine	5,70	7,87	8,76	9,34
Lubin biały/White lupine	5,86	8,23	9,28	9,85
Groch/Pea	5,67	7,81	8,97	9,69
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	A x C = 0,22; C x A = 0,37			

Tabela 5. Plon ziarna pszenicy ozimej ( $t \cdot ha^{-1}$ ) w zależności od systemu uprawy roli i nawożenia azotem (średnio 2013–2015)Table 5. Grain yield of winter wheat ( $t \cdot ha^{-1}$ ) depending on tillage systems and nitrogen fertilization (mean of 2013–2015)

Systemy uprawy roli/Tillage systems (B)	Nawożenie azotem/Nitrogen fertilization – $kg N \cdot ha^{-1}$ (C)			
	0	60	120	180
Tradycyjny/Conventional	5,76	7,77	8,69	9,30
Uproszczony/Reduced	5,07	7,43	8,55	9,32
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	B x C = 0,14; C x B = 0,16			

niższy po nawożeniu dawką  $180 kg \cdot ha^{-1}$ , w porównaniu do plonu odnotowanego po nawożeniu dawką  $120 kg \cdot ha^{-1}$  w stanowisku po roślinach strączkowych.

Rezultaty badań potwierdzają także zróżnicowane oddziaływanie nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy roli (tab. 5). Średnio dla lat badań, w każdym systemie uprawy roli istotny przyrost plonu ziarna odnotowano do dawki  $180 kg \cdot ha^{-1}$ , jakkolwiek większa reakcja pszenicy ozimej na wzrastające nawożenie azotem była w uproszczonej uprawie roli niż w uprawie płużnej. Ponadto na obiekcie bez nawożenia azotem oraz po zastosowaniu dawki  $60$  i  $120 kg \cdot ha^{-1}$  uzyskano wyższy plon ziarna w tradycyjnej uprawie roli niż w uprawie uproszczonej, natomiast po najwyższej dawce azotu ( $180 kg \cdot ha^{-1}$ ) plon ziarna w obu systemach uprawy roli był zbliżony.

Niektórzy autorzy wskazują, że jedną z przyczyn uzyskiwania niższych plonów w uprawie bezorkowej może być mniejsza dostępność azotu dla roślin, wynikająca z jego wolniejszej mineralizacji, wyższej immobilizacji i denitryfikacji w porównaniu z uprawą tradycyjną [Brennan i in. 2014, Kumar i Goh 2002]. W konsekwencji obserwuje się wolniejszy przyrost biomasy nadziemnej oraz akumulację azotu, szczególnie w początkowym okresie wegetacji pszenicy ozimej. Większość autorów podkreśla zależność silniejszej reakcji pozytywnej na wzrastające nawożenie azotem w uprawie bezpłużnej niż w tradycyjnej uprawie roli [Halvorson i in. 2004, Lopez-Bellido i in. 2000, Melaj i in. 2003], co potwierdziły również wyniki badań własnych. Ponadto uprawa

bezorkowa może prowadzić do wzrostu zagęszczenia wierzchniej warstwy gleby, szczególnie w pierwszych latach jej stosowania, co może obniżać wschody polowe oraz rozwój systemu korzeniowego roślin, a w konsekwencji poziom plonowania roślin uprawnych [Bengough i in. 2011, D'Haene i in. 2008, Małecka i in. 2012, Schneider i in. 2017, Soane i in. 2012].

Wyższy poziom plonu ziarna pszenicy ozimej, uzyskany w badaniach własnych w stanowisku po roślinach strączkowych niż po sobie, wynikał z istotnego zwiększenia liczby kłosów na jednostce powierzchni, masy 1000 ziaren oraz liczby ziaren w kłosie (tab. 6). W konsekwencji masa ziaren w kłosie, wyliczona na podstawie liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren, była również większa u pszenicy ozimej uprawianej po strączkowych niż po pszenicy. W stanowisku po pszenicy odnotowano również istotnie mniejszą masę hektolitra w porównaniu do tego parametru stwierdzanego po roślinach strączkowych. Stwierdzony w analizowanych badaniach najmniejszy plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po łubinie żółtym oraz największy po łubinie białym, był rezultatem głównie obniżenia liczby ziaren w kłosie, w odniesieniu do tych parametrów uzyskanych po pozostałych przedplonach strączkowych. Systemy uprawy roli w niewielkim stopniu modyfikowały elementy plonowania pszenicy ozimej. Jedynie w odnie-

Tabela 6. Wpływ przedplonu, systemu uprawy roli i nawożenia azotem na elementy plonowania oraz masę hektolitra pszenicy ozimej (średnio 2013–2015)

Table 6. Effect of previous crop, tillage systems and nitrogen fertilization on yield components and test weight of winter wheat (mean of 2013–2015)

Czynnik/Factor	Liczba kłosów na 1 m <sup>2</sup> Number of ear per m <sup>2</sup>	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain (g)	Liczba ziaren w kłosie Number of grain per ear	Masa ziaren 1 kłosa Weight of grain per ear (g)	Masa hektolitra Test weight (kg·hl <sup>-1</sup> )
Przedplony/Previous crop (A)					
Pszenica ozima/Winter wheat	364	46,0	36,4	1,68	77,0
Łubin wąskolistny/Narrow-leaved lupine	434	49,2	38,3	1,88	79,3
Łubin żółty/Yellow lupine	430	49,1	37,3	1,83	79,4
Łubin biały/White lupine	430	49,2	39,0	1,92	79,4
Groch/Pea	428	48,3	38,6	1,86	79,1
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	13	0,6	0,8	0,05	0,6
System uprawy roli/Tillage systems (B)					
Tradycyjny/Conventional	423	48,2	38,2	1,85	78,9
Uproszczony/Reduced	411	48,5	37,6	1,83	78,8
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	0,4	r.n.	r.n.
Nawożenie azotem/Nitrogen fertilization – kg N·ha <sup>-1</sup> (C)					
0	364	46,8	31,8	1,49	77,6
60	412	48,1	38,3	1,84	78,5
120	441	48,8	40,1	1,96	79,4
180	452	49,8	41,5	2,06	79,9
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	6	0,3	0,6	0,03	0,3

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

sieniu do liczby ziaren w kłosie stwierdzono korzystniejsze oddziaływanie tradycyjnej uprawy roli niż uprawy uproszczonej. Rezultaty badań innych autorów, dotyczących wpływu systemów uprawy roli na elementy plonowania pszenicy ozimej nie są jednoznaczne. Uzyskiwany na ogół mniejszy plon ziarna pszenicy ozimej w uprawie bezorkowej jest wynikiem obniżenia liczby kłosów na jednostce powierzchni [Jug i in. 2011, Małecka i in. 2015, Rieger i in. 2008, Weber i Kieloch 2014]. Analizowany czynnik badawczy w mniejszym stopniu modyfikuje pozostałe elementy plonowania, obserwując niekiedy nawet ich wzrost w uprawie bezorkowej [Lopez-Bellido i in. 2000, Małecka i in. 2015, Melaj i in. 2003]. Zastosowanie wzrastających dawek azotu (0, 60, 120 i 180 kg·ha<sup>-1</sup>) w uprawie pszenicy ozimej powodowało istotne zwiększanie wszystkich analizowanych elementów plonowania oraz masy hektolitra.

Częste następstwo pszenicy po sobie prowadzi do wzrostu porażenia roślin chorobami podstawy źdźbła i korzeni [Jaskulska i in. 2013, Pisarek i in. 2013, Smagacz i Kuś 2010], a rośliny strączkowe mogą łagodzić negatywne skutki takiej uprawy [Lemańczyk 2002, Rudnicki i Wasilewski 2000, Weber i in. 2005]. W badaniach własnych pszenica ozima po przedplonach strączkowych, zwłaszcza po łubinach, była w mniejszym stopniu porażona zgorzelą podstawy źdźbła (tab. 7). Obserwowano to zarówno w odniesieniu do liczby roślin z objawami, jak i do wyliczonego wskaźnika porażenia. Nie wystąpiła natomiast taka zależność w odniesieniu do pozostałych chorób, a mianowicie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i łamliwości źdźbeł. Bezplużna uprawa roli przyczyniła się do istotnego obniżenia aktywności patogenów, sprawców wywołujących objawy chorób podstawy źdźbła i korzeni w porównaniu do tradycyjnej (orkowej) uprawy. Występowanie powyższych chorób obserwowano na 12,2 do 36,6% roślin pszenicy uprawianej z zastosowaniem pługa. Uprawa uproszczona przyczyniła się do obniżenia liczby roślin z objawami chorób podstawy źdźbła i korzeni do poziomu 8,9–30,9%. Analizując nasilenie występowania chorób podsuszkowych wyrażone wyliczonym indeksem porażenia można stwierdzić, iż w tradycyjnej uprawie roli wskaźnik ten dla zgorzeli podstawy źdźbła i fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i korzeni był istotnie większy niż w uprawie uproszczonej. Sposób uprawy roli nie modyfikował natomiast wyliczonego indeksu porażenia dla łamliwości źdźbeł. Należy dodać, iż indeks porażenia mieścił się w zakresie 2,1 do 3,0 w skali 0–100 dla zgorzeli podstawy źdźbła oraz od 0,11 do 0,22 w skali 0–1 dla pozostałych chorób.

Zastosowane nawożenie azotem zwiększało odsetek roślin pszenicy z objawami oraz indeks porażenia przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła i łamliwość źdźbeł w porównaniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia tym składnikiem. Odwrotna zależność wystąpiła natomiast w odniesieniu do zgorzeli podstawy źdźbła, ponieważ odnotowano obniżenie stopnia porażenia wyrażonego odsetkiem roślin z objawami oraz wyliczonym indeksem wraz ze wzrostem dawki azotu.

Systemy uprawy roli, poprzez zmianę właściwości gleby, mogą wpływać na choroby podstawy źdźbła i korzeni pszenicy ozimej. W uproszczonej uprawie roli pozostające na powierzchni pola resztki roślinne oraz większa wilgotność gleby, przy jednocześnie niższej temperaturze sprzyjają występowaniu powyższych chorób [Bailey 1996, Bailey i Lazarovits 2003, Cook 2001, Paulitz 2006]. Z drugiej strony systemy bezorkowe sprzyjają akumulacji substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby i zwiększeniu aktywności biologicznej, co może ograniczać populację patogenów w glebie [Krupinsky i in. 2002]. Stąd też w piśmiennictwie z tego zakresu nie ma jednoznacznych wyników badań. Notuje się w bezorkowych systemach uprawy roli zarówno większe porażenie podstawy źdźbła i korzeni zbóż [Boliłowa i Lepiarczyk 2006, Faltyn i Kordas 2009, Małecka i in. 2014, Sawinska i Małecka 2005], jak i mniejsze porażenie [Smagacz 2008, Weber i in. 2001], bądź odnotować można także brak wpływu systemu uprawy na występowanie tych chorób [Parylak 2006, Płaskowska i in. 2002].

Tabela 7. Wpływ przedplonu, uprawy roli i nawożenia azotem na porażenie pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła (średnio 2013–2015)

Table 7. Effect of previous crop, tillage systems and nitrogen fertilization on winter wheat affected by stem base diseases (mean of 2013–2015)

Czynnik/Factor	Zgorzel podstawy źdźbła Take-all disease		Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła i korzeni Fusarium foot rot		Łamliwość źdźbeł Eyespot	
	%	Indeks Index (0-100)	%	Indeks Index (0-1)	%	Indeks Index (0-1)
<b>Przedplon/Previous crop (A)</b>						
Pszenvica ozima/Winter wheat	17,5	4,4	37,3	0,22	23,1	0,10
Łubin wąskolistny/Narrow-leaved lupine	7,2	1,7	35,9	0,22	27,0	0,12
Łubin żółty/Yellow lupine	6,7	1,8	31,2	0,19	30,8	0,14
Łubin biały/White lupine	8,4	1,8	31,5	0,18	25,7	0,11
Groch/Pea	13,0	3,2	33,0	0,19	24,0	0,11
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	6,8	1,8	3,4	0,03	4,7	0,03
<b>System uprawy roli/Tillage systems (B)</b>						
Tradycyjny/Conventional	12,2	3,0	36,6	0,22	27,8	0,12
Uproszczony/Reduced	8,9	2,1	30,9	0,18	24,5	0,11
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	2,0	0,5	2,5	0,02	2,5	r.n.
<b>Nawożenie azotem/Nitrogen fertilization – kg N·ha<sup>-1</sup> (C)</b>						
0	17,4	4,4	31,8	0,18	21,3	0,08
60	11,3	2,8	32,0	0,19	27,0	0,12
120	6,3	1,5	36,1	0,21	26,6	0,12
180	7,1	1,6	35,1	0,21	29,6	0,14
NIR <sub>0,05</sub> /LSD <sub>0,05</sub>	3,8	1,0	3,0	0,02	3,2	0,02

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

## WNIOSKI

1. Plon ziarna pszenicy ozimej uprawianej po przedplonach strączkowych był wyższy w zakresie 27,5–33,8% w porównaniu do jej uprawy po sobie.
2. Tradycyjny system uprawy roli wpłynął nieznacznie korzystniej na plonowanie pszenicy ozimej (o 3,8%) w porównaniu do uprawy w systemie bezorkowym. Różnica na niekorzyść uprawy bezorkowej w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki azotu.
3. Wzrastające dawki azotu pod pszenicę ozimą uprawianą po pszenicy nie rekompensowały różnic w poziomie plonowania w porównaniu do przedplonów strączkowych.
4. Pszenica ozima po przedplonach strączkowych (zwłaszcza po łubinach) była w mniejszym stopniu porażona przez zgorzel podstawy źdźbła; nie wystąpiła natomiast taka zależność w odniesieniu do pozostałych chorób – fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła i łamliwości źdźbeł.

5. Uproszczona uprawa roli przyczyniła się do obniżenia występowania chorób podstawy źdźbła i korzeni w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli.

## PIŚMIENNICTWO

- Amato G., Ruisi P., Frenda A.S., Di Miceli G., Saia S., Plaia A., Giambalvo D. 2013. Long-term tillage and crop sequence effects on wheat grain yield and quality. *Agron. J.* 105: 1317–1327.
- Armstrong E.L., Heenan D.P., Pate J.S., Unkovich M.J. 1997. Nitrogen benefits of lupins, field pea, and chickpea to wheat production in south-eastern Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 39–47.
- Arvidsson J. 1998. Effect of cultivation depth in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and plant pathogens. *Europ. J. Agron.* 9: 79–85.
- Arvidsson J., Etana A., Rydberg T. 2014. Crop yield in Swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983–2012. *Europ. J. Agron.* 52: 307–315.
- Atkinson B.S., Sparkes D.I., Mooney S.J. 2009. The impact of soil structure on the establishment of winter wheat. *Europ. J. Agron.* 30: 243–257.
- Bailey K.L. 1996. Diseases under conservation tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 76: 635–639.
- Bailey K.L., Lazarovits G. 2003. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil Till. Res.* 72: 169–180.
- Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agrophys.* 14(2): 263–273.
- Bengough A.G., McKenzie B.M., Hallert P.D., Valentine T.A. 2011. Root elongation, water stress, and mechanical impedance a review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *J. Exp. Bot.* 62: 59–68.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawinska Z. 2004. Reakcja pszenicy ozimej na wieloletnie stosowanie siewu bezpośredniego. *Fragm. Agron.* 21(2): 125–137.
- Blecharczyk A., Spitalniak J., Małecka I. 2006. Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 23(2): 273–286.
- Boligłowa E., Lepiarczyk A. 2006. Wpływ systemów uprawy roli na zdrowotność podstawy źdźbła pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot.* 46(2): 530–532.
- Brennan J., Hackett R., McCabe T., Grant J., Fortune R.A., Forristal P.D. 2014. The effect of tillage system and residue management on grain yield and nitrogen use efficiency in winter wheat in a cool Atlantic climate. *Europ. J. Agron.* 54: 61–69.
- Buczek J., Bobrecka-Jamro D., Szpunar-Krok E., Tobiasz-Salach R. 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i stosowanych herbicydów. *Fragm. Agron.* 26(3): 7–14.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1): 27–37.
- Cook R.J. 2001. Management of wheat and barley root diseases in modern farming systems. *Austral. Plant Pathol.* 30(2): 119–126.
- 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 T., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 3: 1–25.
- Doré T., Makowski D., Malézieux E., Munier-Jolain N., Tehamitchian M., Tittone P. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. *Europ. J. Agron.* 34: 197–210.
- Faltyn U., Kordas L. 2009. Wpływ różnych systemów uprawy roli oraz zróżnicowanego nawożenia fosforo-potasowego na zdrowotność pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot.* 49(1): 393–396.

- Grandy A.S., Robertson G.P., Thelen K.D. 2006. Do productivity and environmental trade-offs justify periodically cultivating no-till cropping systems? *Agron. J.* 98: 1377–1383.
- Halvorson A.D., Nielsen D.C., Reule C.A. 2004. Nitrogen fertilization and rotation effects on no-till dry-land wheat production. *Agron. J.* 96: 1196–1201.
- Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103: 1–25.
- Jasińska Z., Nowak W., Grządkowska A. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na cechy struktury plonu i plon pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 316, Rol. 70: 189–198.
- Jaskulska J., Jaskulski D., Kotwica K. 2013. Effect of tillage simplifications on yield and grain quality of winter wheat after different previous crops. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(3): 37–44.
- Jończyk K. 2003. Czynniki kształtujące plonowanie pszenicy ozimej w różnych stanowiskach i systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.* 132: 141–149.
- 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.
- Košutić S., Filipović D., Gospodarić Z., Husnjak S., Kovačev I., Čopec K. 2005. Impact of different soil tillage systems on maize, winter wheat and soybean production on albic luvisol in north-west Slavonia. *J. Cent. Europ. Agric.* 6: 241–248.
- Krupinsky J.M., Bailey K.L., McMullen M.P., Gossen B.D., Turkington T.K. 2002. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agron. J.* 94: 198–209.
- Książak J. 2000. Rola roślin strączkowych w systemie rolnictwa zrównoważonego. *Pam. Puł.* 120: 239–244.
- Kumar K., Goh K.M. 2002. Management practices of antecedent leguminous and non-leguminous crop residues in relation to winter wheat yields, nitrogen uptake, soil nitrogen mineralization and simple nitrogen balance. *Europ. J. Agron.* 16: 295–308.
- Kuś J., Stałęga J. 2006. Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce. *Biul. IHAR* 242:15–25.
- Lemańczyk G. 2002. Wpływ zróżnicowanych przedplonów na zdrowotność podstawy źdźbła pszenicy ozimej uprawianej na glebie dobrego kompleksu pszennego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1(1): 111–119.
- Lepiarczyk A., Kulig B., Stępnik K. 2005. Wpływ uproszczonej uprawy roli i przedplonu na plonowanie oraz kształtowanie LAI wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 22(2): 251–260.
- Lepiarczyk A., Łabza T., Pużyńska K. 2010. Produkcyjność pszenicy ozimej odmiany Turnia i Rysa wysiewanej w siewie czystym i mieszanym w zależności od systemu uprawy roli. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 55(3): 42–50.
- López-Bellido L., Fuentes M., Castillo J.E., López-Garrido F.J., Fernández E.J. 1996. Long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rainfed mediterranean conditions. *Agron. J.* 88: 783–791.
- López-Bellido L., López-Bellido R.J., Castillo J.E., López-Bellido F.J. 2000. Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed mediterranean conditions. *Agron. J.* 92: 1054–1063.
- Madejón E., Moreno F., Murillo J.M., Pelegrín F. 2007. Soil biochemical response to long-term conservation tillage under semi-arid Mediterranean conditions. *Soil Till. Res.* 94: 346–352.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Dobrzeński T. 2012. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turk. J. Agric. For.* 36: 217–226.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Swędryńska D., Piechota T. 2015. Winter wheat yield and soil properties response to long-term non-inversion tillage. *J. Agric. Sci. Technol.* 17: 1571–1584.
- Małecka I., Sawinska Z., Blecharczyk A., Dytman-Hagedorn M. 2014. Zdrowotność pszenicy ozimej w różnych wariantach uprawy roli. *Prog. Plant Prot.* 54(2): 246–250.
- Marcinek J., Komisarek J. (red.) (2011). *Systematyka Gleb Polski. Rocz. Glebozn./Soil Sci. Annual* 62(3): ss. 193.
- Martin-Guay M.O., Paquette A., Dupras J., Rivest D. 2018. The new green revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Sci. Total Environ.* 615: 767–772.
- Melaj M.A., Echeverría H.E., López S.C., Studdert G., Andrade F., Bárbaro N.O. 2003. Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agron. J.* 95: 1525–1531.

- Mestellan S., Smeck N., Durkalski J., Dick W. 2006. Changes in soil profile properties as affected by 44 years of continuous no-tillage. *Proceed. 17th ISTRO Conf. Kiel, Germany 28 August – 3 September 2006*: 1135–1140.
- 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.
- Neugschwandtner R.W., Kaul H.-P., Liebhard P., Wagentristl H. 2015. Winter wheat yields in a long-term tillage experiment under Pannonian climate conditions. *Plant Soil Environ.* 61: 145–150.
- Norwood C.A. 2000. Dryland winter wheat as affected by previous crops. *Agron. J.* 92: 121–127.
- Parylak D. 2006. Uprawa pszenicy ozimej po sobie z zastosowaniem uproszczeń w uprawie roli a występowanie chorób podstawy żdźbła. *Prog. Plant Prot.* 46(2): 509–511.
- Paulitz T.C. 2006. Low input no-till cereal production in the Pacific Northwest of the U.S.: the challenges of root diseases. *Europ. J. Plant Pathol.* 115: 271–281.
- Piekarczyk M. 2007. Wartość przedplonowa łubinu wąskolistnego i jęczmienia jarego dla pszenicy ozimej w zależności od sposobu odchwaszczania łąnu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(3): 50–67.
- Pisarek M., Rozbicki J., Samborski S., Wawryło B., Golba J. 2013. Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na produktywność pszenicy ozimej w warunkach dużego udziału zbóż w zmianowaniu. Cz. 1. Plon biomasy nadziemnej, odżywienie roślin azotem oraz porażenie zgorzelą podstawy żdźbła. *Fragm. Agron.* 30(1): 99–112.
- Pląskowska E., Matkowski K., Moszczyńska E., Kordas L. 2002. Zdrowotność podstawy żdźbła pszenicy jarej w uprawie tradycyjnej i siewie bezpośrednim przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1(1): 131–138.
- Podleśny J. 2005. Rośliny strączkowe w Polsce – perspektywy uprawy i wykorzystanie nasion. *Acta Agro-phys.* 61(1): 213–224.
- Prusiński J., Kotecki A. 2006. Współczesne problemy produkcji roślin motylkowych. *Fragm. Agron.* 23(3): 94–126.
- 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. *Europ. J. Agron.* 28: 405–411.
- Rudnicki F., Wasilewski P. 2000. Znaczenie mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych w ograniczaniu ujemnych skutków dużego udziału zbóż w zmianowaniu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 127–135.
- Santín-Montanyá M.I., Zambrana E., Fernández-Getino A.P., Tenorio J.I. 2014. Dry pea (*Pisum sativum* L.) yielding and weed infestation response, under different tillage conditions. *Crop Prot.* 65: 122–128.
- Sawinska Z., Blecharczyk A., Małecka-Jankowiak I., Strzełińska J., Grześ S. 2016. Porażenie jęczmienia jarego przez choroby w zależności od następstwa roślin i nawożenia w doświadczeniu wieloletnim. *Fragm. Agron.* 33(4): 123–133.
- Sawinska Z., Małecka I. 2005. Dynamika rozwoju chorób podstawy żdźbła i korzeni pszenicy ozimej w różnych systemach uprawy roli. *Prog. Plant Prot.* 45(2): 1061–1064.
- Schneider F., Don A., Hennings I., Schmittmann O., Seidel S.J. 2017. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? *Soil. Till. Res.* 174: 193–204.
- Šip V., Vavera R., Chrpová J., Kusá H., Růžek P. 2013. Winter wheat yield and quality related to tillage practice, input level and environmental conditions. *Soil Till. Res.* 132: 77–85.
- Smagacz J. 2008. Wpływ uproszczeń w uprawie roli na występowanie chorób podstawy żdźbła, zachwaszczenie łąnu i plonowanie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot.* 48(4): 1475–1478.
- Smagacz J., Kuś J. 2010. Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż. *Fragm. Agron.* 27(4): 119–134.
- 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 problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.* 118: 66–87.
- Stagnari F., Maggio A., Galieni A., Pisante M. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chem. Biolog. Technol. Agric.* 4:2, pp. 1–13. DOI 10.1186/s40538-016-0085-1
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 59(3): 1363–1369.

- Szczepaniak W., Potarzycki J. 2014. Impact of increasing nitrogen rates on the course of the nitrogen critical concentration curve during the vegetative growth of winter wheat. *J. Elementol.* 19(2): 549-566.
- Weber R., Hryńczuk B., Kita W. 2005. Wpływ przedplonu i uprawy roli na porażenie kilku odmian pszenicy ozimej przez grzyby wywołujące choroby podstawy źdźbła. *Pam. Puł.* 139: 299–310.
- Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B., Kita W. 2001. Influence of the mode of tillage on diseases of culm base in some winter wheat varieties, oats and spring wheat. *J. Phytopathol.* 149: 185–188.
- Weber R., Kieloch R. 2014. Wpływ bezplużnych sposobów uprawy roli na zmienność plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 31(4): 108–115.
- Woźniak A. 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(3): 99–106.

I. MAŁECKA-JANKOWIAK, A. BLECHARCZYK, Z. SAWINSKA, W. WANIOREK

#### EFFECT OF LUPINS AND PEA ON THE SUBSEQUENT WINTER WHEAT YIELD DEPENDING OF TILLAGE AND NITROGEN FERTILIZATION

##### Summary

Field experiments were carried out in 2012–2015 at the Research Station of Brody, belonging to the University of Life Sciences in Poznań. The aim of the study was to determine the effect of the following previous crop (winter wheat, narrow-leaved lupine, yellow lupine, white lupine, peas), soil tillage (conventional and reduced) and nitrogen fertilization (0, 60, 120 and 180 kg N·ha<sup>-1</sup>) for yielding winter wheat of the Batuta cultivar. The grain yield of winter wheat grown after legume, on average for 3 years of research (2013–2015), was higher in the range of 27.5–36.8% in comparison to its grown after oneself. The positive effect of legume previous crops on the yield of winter wheat resulted from the improvement of all yielding components. The conventional tillage system had a slightly better effect on the yield of winter wheat (by 3.8%) compared to in a ploughless system. The difference to the disadvantage of reduced tillage as compared to conventional decreased with the increase of the nitrogen dose. Increasing doses of nitrogen for wheat grown after wheat did not compensate for differences in the level of yield in comparison to legume previous crop.

**Key words:** winter wheat, nitrogen fertilization, tillage system, previous crop

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 24.09.2018

Do cytowania – *For citation*

Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Waniorek W. 2018. Wpływ następczy łubinów i grochu na plonowanie pszenicy ozimej w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 35(4): 67–79.