

WARTOŚĆ PRZEDPLONOWA ROŚLIN NIEMOTYLKOWATYCH UPRAWIANYCH W MIĘDZYPLONIE ŚCIERNISKOWYM DLA PSZENICY JAREJ CZ. I. PLON ZIARNA I SŁOMY*

EDWARD WILCZEWSKI

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

edward@utp.edu.pl

Synopsis. W trzyletnich badaniach polowych wykonanych w Mochełku koło Bydgoszczy oceniano wpływ międzyplonów ścierniskowych (facelii błękitnej, słonecznika zwyczajnego i rzodkwi oleistej), na wielkość i strukturę plonu uprawianej po nich pszenicy jarej. Międzyplony nawożono zróżnicowanymi dawkami azotu (0, 45 i 90 kg·ha⁻¹). Najlepsze działanie następce wykazała rzodkiew oleista, która wykorzystana na zielony nawóz przyczyniła się do zwiększenia obsady kłosów i liczby ziaren w kłosie oraz plonu ziarna i słomy pszenicy jarej. Spośród badanych roślin jedynie słonecznik nie spowodował istotnej poprawy plonowania pszenicy jarej. Wykorzystanie na zielony nawóz całej biomasy międzyplonów przyczyniło się do wykształcania większej liczby kłosów pszenicy jarej, niż gdy przeznaczono do tego celu wyłącznie resztki pozbiorowe. Nie stwierdzono istotnego wpływu przyoranej biomasy roślin niemotylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na masę 1000 ziaren pszenicy jarej. Dawka azotu stosowana pod międzyplony ścierniskowe nie wpływała na plonowanie uprawianej po nich pszenicy jarej. Stwierdzono jedynie zwiększenie liczby ziaren w kłosie pszenicy jarej uprawianej po międzyplonach nawożonych azotem w dawce 90 kg·ha⁻¹ w porównaniu do nienawożonych tym składnikiem.

Słowa kluczowe – key words: nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, pszenica jara – *spring wheat*, międzyplon ścierniskowy – *stubble catch crop*, rzodkiew oleista – *oilseed radish*, facelia błękitna – *tansy phacelia*, słonecznik zwyczajny – *common sunflower*

WSTĘP

Stosowane obecnie uproszczone metody uprawy roli i roślin z nadmiernie dużym udziałem zbóż w zasiewach i związany z tym brak właściwego zmianowania roślin wywiera bardzo niekorzystny wpływ na właściwości fizyczne i biologiczne gleby. Wyniki wielu badań krajowych i zagranicznych wskazują na pozytywny wpływ na warunki glebowe roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, przeznaczonym na zielony nawóz. W wyniku uprawy i przyorania biomasy roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym następuje zmniejszenie gęstości gleby i zwiększenie jej porowatości ogólnej [Parylak 1998, Zimny i in. 2005], poprawa uwilgotnienia i zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego oraz przyswajalnych form potasu i magnezu [Wojciechowski 2009] jak również zwiększenie żyzności gleby związane z zagospodarowaniem azotu i innych makroskładników pozostających w glebie po sprzęcie zbóż [Berntsen i in. 2006, Duer 1996, Vos i van der Putten 2001, Wilczewski 2010]. Kordas i Klima [2005] zaobserwowali zwiększenie retencyjności i wilgotności gleby w okresie wschodów roślin uprawianych w stanowisku po międzyplonach. W wielu pracach podkreśla się wyso-

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego 3P06R08522, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

ką wartość próchnicotwórczą tych upraw [Gruczek 1994, Parylak 1998, Runowska-Hryńczuk i in. 1998, Sypniewski i Skinder 1993]. Jest ona w dużym stopniu zależna od rodzaju i wielkości wytworzonej biomasy międzyplonów. Rośliny niemotylikowate, a szczególnie te z rodziny *Brassicaceae* bardzo silnie reagują na nawożenie azotowe, które powoduje istotne zwiększenie plonu biomasy, a szczególnie plonu części nadziemnych roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym [Wilczewski i in. 2006, Zieliński i Zielińska 1975].

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu ilości i rodzaju przyoranej biomasy roślin niemotylikowatych, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na kształtowanie się elementów plonowania oraz plonu ziarna i słomy pszenicy jarej. Hipoteza badawcza zakładała, że wprowadzona do gleby biomasa międzyplonów, poprzez oddziaływanie na aktywność biologiczną gleby przyczyni się do stworzenia warunków glebowych sprzyjających lepszemu wykształceniu roślin pszenicy jarej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe wykonano w latach 2002–2005, w Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii UTP w Mochelku (53°13' N, 17°51' E) koło Bydgoszczy, na glebie płowej należącej do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor (P) i potas (K) była przed siewem międzyplonów bardzo wysoka i wynosiła odpowiednio 95,5 i 330 mg·kg⁻¹. Zawartość magnezu była średnia – 59,8 mg·kg⁻¹, a odczyn gleby w 1M KCl – 5,7. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 24 m². Międzyplony ścierniskowe wysiewano po jęczmieniu jarym uprawianym po pszenicy ozimej.

Ścisłe, trójczynnikowe doświadczenie polowe wykonano w układzie losowanych podbloków (splitsplitplot).

Czynnikami doświadczenia były:

I – dawka azotu stosowana przed siewem międzyplonów: bez nawożenia azotowego (N–0), 45 kg·ha⁻¹ N (N–45), 90 kg·ha⁻¹ N (N–90);

II – rodzaj przyorwanej biomasy: biomasa części podziemnych i nadziemnych (A), biomasa części podziemnych (B);

III – gatunek rośliny uprawianej w międzyplonie ścierniskowym: facelia błękitna – Stała, słonecznik zwyczajny – Wielkopolski, rzodkiew oleista – Adagio, kontrola (bez międzyplonów).

Po zbiorze międzyplonów określono plon ich biomasy nadziemnej i resztek pozbiorowych oraz na podstawie pobranych prób ustalono plon suchej masy, który przedstawiono w pracy Wilczewskiego i in. [2006]. Na obiektach A skoszoną świeżą masę rozdrobiono i przyorano na głębokość warstwy ornej. Na obiektach B przyorano jedynie resztki pozbiorowe.

Pszenicę jarą Nawra wysiewano w kolejnych latach w terminie od 31.03. do 05.04. siewnikiem rzędowym, w rozstawie rzędów 10,5 cm, na głębokość 2–4 cm. Ziarno zaprawiano przed siewem preparatem Vitavax 200 FS.

Nawożenie pszenicy jarej azotem stosowano w formie saletry amonowej w 2 dawkach: przedsiewnie (40 kg·ha⁻¹ N) oraz w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha⁻¹ N). Fosfor oraz potas zastosowano wiosną w dawce 22 kg·ha⁻¹ P w formie superfosfatu potrójnego oraz 58 kg·ha⁻¹ K – w formie 60% soli potasowej. Nawozy stosowane przedsiewnie wymieszano z glebą agregatem uprawowym składającym się z kultywatora i wału strunowego.

W celu ochrony pszenicy przed zachwaszczeniem stosowano w okresie krzewienia herbicydy Puma Super 069 EW + Granstar 75 WG w dawce 1 + 0,015 dm³·ha⁻¹. Pojawiające się w zasiewach szkodniki zwalczano preparatami: Bi 58 Nowy w dawce 0,4 dm³·ha⁻¹ – przeciw mszycy

zbożowej (*Sitobion avenae* F.) oraz Decis 2,5 EC w dawce $0,25 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ – przeciw skrzypionce zbożowej (*Lema melanopus* L.).

W trakcie wzrostu i rozwoju pszenicy jarej policzono obsadę roślin po wschodach, liczbę kłosów i ziaren w kłosie oraz zmierzono długość źdźbła. W pobranych przed zbiorem próbach określono masę 1000 ziaren. Zbiór pszenicy wykonano kombajnem poletkowym Wintersteiger w fazie dojrzałości pełnej. Po zbiorze dokonano pomiaru wilgotności ziarna z każdego poletka i określono jego plon w przeliczeniu na 15% wilgotności.

Ocena warunków pogodowych w okresie prowadzenia doświadczeń polowych przeprowadzono na podstawie obserwacji wykonanych w Stacji Badawczej w Mochełku.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej, a istotność różnic określono przy użyciu półprzedziału ufności Tukey'a dla $\alpha = 0,05$. Analizę wariancji wykonano dla modelu losowanych podbloków. Dla pełniejszego poznania oddziaływania przyoranej biomasy rzodkwi oleistej obliczono wkład elementów plonowania w różnicowanie plonu ziarna pszenicy jarej [Rudnicki 2000]. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy ilością suchej masy przyoranych międzyplonów, a plonem i elementami plonowania pszenicy, obliczono przy użyciu programu Statistica.

WYNIKI BADAŃ

Rozkład opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w okresie prowadzenia badań polowych był mniej sprzyjający dla wzrostu i rozwoju pszenicy jarej od średnich wieloletnich warunków pogodowych występujących w tym rejonie (tab. 1). Zdecydowany deficyt opadów

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji pszenicy jarej
Table 1. Weather conditions over spring wheat cultivation

Miesiące – Months	Rok – Year			Średnia z lat 1949–2005 Mean for 1949–2005
	2003	2004	2005	
<i>Opady – Rainfall (mm)</i>				
III	11,9	35,8	22,5	22,9
IV	18,5	32,1	34,8	27,2
V	18,1	54,4	82,6	41,4
VI	30,4	39,6	30,5	53,8
VII	106,2	53,5	33,6	71,3
VIII	17,7	138,7	43,4	49,3
Suma – Total III – VIII	202,8	354,1	247,4	265,9
<i>Temperatura – Temperature (°C)</i>				
III	1,5	2,9	–0,4	1,9
IV	6,4	7,5	7,4	7,3
V	14,4	11,3	12,2	12,7
VI	17,6	14,7	14,9	16,2
VII	19,2	16,4	19,4	17,8
VIII	18,4	17,9	16,3	17,4
Średnia – Mean III – VIII	12,9	11,8	11,6	12,2

odnotowano w okresie od kwietnia do czerwca 2003 roku oraz w 2005 roku w czerwcu i lipcu. Jedynie w 2004 roku suma opadów była wyższa od średniej wieloletniej.

Największe plony ziarna uzyskano w stanowisku po międzyplonie ścierniskowym rzodkwi i facelii, a istotnie niższe z obiektu kontrolnego, bez międzyplonu (tab. 2). Wszystkie badane rośliny niemotylkowe uprawiane w międzyplonie ścierniskowym przyczyniły się do istotnego zwiększenia obsady kłosów uprawianej po nich pszenicy jarej. W obiektach z przyoraną biomasą rzodkwi oleistej stwierdzono istotnie większą liczbę ziaren w kłosie niż po innych międzyplonach i w obiekcie kontrolnym oraz większy plon słomy. Nie stwierdzono dodatkowego wpływu międzyplonów na długość źdźbła uprawianej po nich pszenicy jarej, a po słoneczniku było ono nawet krótsze niż w kontroli i po rzodkwi.

Tabela 2. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze pszenicy jarej uprawianej po różnych międzyplonach ścierniskowych; średnie z lat 2003–2005

Table 2. Yielding and yield components of spring wheat cultivated after different stubble catch crops; means for year 2003–2005

Cecha – Trait	Międzyplon – Catch crop					NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Facelia błękitna Tansy phacelia	Słonecznik zwyczajny Common sunflower	Rzodkiew oleista Oilseed radish	Kontrola Control	Średnia Mean	
Obsada po wschodach (szt.·m ⁻²) Post-emergence plant density (No.·m ⁻²)	376	376	377	375	376	r.n.
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	2,97	2,90	3,03	2,87	2,94	0,08
Obsada kłosów (szt.·m ⁻²) Spike density (No.·m ⁻²)	393	385	390	376	386	8
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	21,4	21,4	22,3	21,6	21,7	0,6
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	38,7	38,6	38,8	38,7	38,7	r.n.
Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	2,58	2,55	2,69	2,53	2,59	0,08
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	57,6	56,8	58,3	58,1	57,7	1,3

r.n. – różnice nieistotne – non-significant differences

Dawka azotu stosowana pod międzyplony ścierniskowe nie miała istotnego znaczenia dla plonowania uprawianej po nich pszenicy jarej (tab. 3). Nie stwierdzono również wpływu tego czynnika na obsadę kłosów, masę 1000 ziaren i długość źdźbła. Można jedynie zaobserwować pewną tendencję do zwiększania się obsady kłosów wraz z podnoszeniem dawki azotu oraz istotne zwiększenie liczby ziaren w kłosie po międzyplonach nawożonych azotem w dawce 90 kg·ha⁻¹ w porównaniu do nienawożonych tym składnikiem.

Tabela 3. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze pszenicy jarej w zależności od dawki azotu stosowanej pod rośliny uprawiane w międzyplonie ścierniskowym; średnie z lat 2003–2005

Table 3. Yielding and yield components of spring wheat depending on nitrogen rate applied for plants cultivated as stubble catch crops; means for 2003–2005

Cecha – Trait	Dawka azotu stosowana pod międzyplon Catch crop nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	N-0	N-45	N-90	Średnia Mean	
Obsada po wschodach (szt.·m ⁻²) Post-emergence plant density (No.·m ⁻²)	376	378	374	376	r.n.
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	2,87	2,96	3,00	2,94	r.n.
Obsada kłosów (szt.·m ⁻²) Spike density (No.·m ⁻²)	380	386	391	386	r.n.
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	21,1	21,5	22,3	21,7	0,9
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	38,3	39,1	38,7	38,7	r.n.
Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	2,58	2,54	2,65	2,59	r.n.
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	57,6	57,1	58,4	57,7	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non-significant differences

Średni plon z obiektów A (z przyoraną całą biomasa) był o 3,5% wyższy niż z obiektów B (z przyoraną wyłącznie masą resztek pozbiorowych), jednak analiza statystyczna nie potwierdziła istotności tej różnicy (tab. 4). Wykorzystanie na zielony nawóz całej biomasy międzyplonów przyczyniło się do uzyskania istotnie większej obsady kłosów i wyższego plonu słomy niż po wykorzystaniu na ten cel samych resztek pozbiorowych.

Stwierdzono interakcję pomiędzy gatunkiem uprawianym w międzyplonie ścierniskowym i rodzajem przyoranej biomasy w odniesieniu do obsady kłosów i plonu słomy, uprawianej po nich pszenicy (tab. 5 i 6). Obsada kłosów w obiektach po rzodkwi i facelii była istotnie wyższa po przyoraniu całej biomasy niż po wykorzystaniu na ten cel samych resztek pozbiorowych. Pszenica uprawiana po słoneczniku nie reagowała zmianą wartości tej cechy pod wpływem rodzaju przyoranej biomasy. Plon słomy w obiektach po słoneczniku zwyczajnym i rzodkwi oleistej był istotnie wyższy po przyoraniu całej biomasy niż po wykorzystaniu na ten cel samych resztek pozbiorowych. Plon słomy pszenicy uprawianej po międzyplonie facelii błękitnej nie był zależny od rodzaju przyoranej biomasy.

Zwiększenie plonu ziarna pszenicy jarej pod wpływem przyoranej biomasy rzodkwi oleistej wynikało głównie z jej korzystnego wpływu na obsadę kłosów (tab. 7). Było ono większe po przyoraniu całej wytworzonej biomasy niż po wykorzystaniu do tego samych resztek pozbiorowych. Stwierdzono również znaczący wkład liczby ziaren w kłosie w zwiększeniu plonu ziarna, szczególnie w obiektach z przyoraną całą biomasa rzodkwi oleistej. Masa tysiąca ziaren odgry-

Tabela 4. Plonowanie oraz cechy plonotwórcze pszenicy jarej w zależności od rodzaju przyoranej biomasy roślin uprawianych w międzyplonie ścierniskowym; średnie z lat 2003–2005

Table 4. Yielding and yield components of spring wheat depending on the kind of ploughed-in biomass of plants cultivated as stubble catch crops; means for 2003–2005

Cecha – Trait	Rodzaj przyoranej biomasy Ploughed-in biomass kind			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	A	B	Średnia Mean	
Obsada po wschodach (szt.·m ⁻²) Post-emergence plant density (No.·m ⁻²)	379	372	376	r.n.
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	2,99	2,89	2,94	r.n.
Obsada kłosów (szt.·m ⁻²) Spike density (No.·m ⁻²)	390	381	386	8
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	21,8	21,5	21,7	r.n.
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	38,8	38,6	38,7	r.n.
Plon słomy (t·ha ⁻¹) Straw yield (t·ha ⁻¹)	2,64	2,53	2,59	0,10
Długość źdźbła (cm) Stalk length (cm)	58,0	57,4	57,7	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non-significant differences

A – biomasa części podziemnych i nadziemnych – underground and aboveground parts biomass

B – biomasa resztek pozbiorowych – post-harvest residue biomass

Tabela 5. Obsada kłosów pszenicy jarej (sz·m⁻²); średnie z lat 2003–2005Table 5. Spring wheat spike density, (No.·m⁻²); means for 2003–2005

Rodzaj przyoranej biomasy Ploughed-in biomass kind (II)	Międzyplon – Catch crop (III)			
	Facelia błękitna Tansy phacelia	Słonecznik zwyczajny Common sunflower	Rzodkiew oleista Oilseed radish	Kontrola Control
A	400	387	398	375
B	385	382	382	376

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: II x III – 12; III x II – 12

A – biomasa części podziemnych i nadziemnych – underground and aboveground parts biomass

B – biomasa resztek pozbiorowych – post-harvest residue biomass

Tabela 6. Plon słomy pszenicy jarej ($t \cdot ha^{-1}$); średnie z lat 2003–2005Table 6. Spring wheat straw yield ($t \cdot ha^{-1}$); means for 2003–2005

Rodzaj przyoranej biomasy <i>Ploughed-in biomass kind</i> (II)	Międzyplon – <i>Catch crop</i> (III)			
	Facelia błękitna <i>Tansy phacelia</i>	Słonecznik zwyczajny <i>Common sunflower</i>	Rzodkiew oleista <i>Oilseed radish</i>	Kontrola <i>Control</i>
A	2,64	2,62	2,78	2,54
B	2,53	2,47	2,60	2,53

NIR₀₀₅ – LSD₀₀₅: II x III – 0,12; III x II – 0,11A – biomasa części podziemnych i nadziemnych – *underground and aboveground parts biomass*B – biomasa resztek pozbiorowych – *post-harvest residue biomass*Tabela 7. Wkład elementów plonowania w zróżnicowanie plonu ziarna pszenicy jarej uprawianej po rzodkwi oleistej, nawożonej w dawce $90 \text{ kg N} \cdot ha^{-1}$, w porównaniu do kontroli; średnie z lat 2003–2005Table 7. Share of yielding components in the grain yield variation of spring wheat grown after oilseed radish, fertilized with $90 \text{ kg N} \cdot ha^{-1}$, as compared with the control; means for 2003–2005

Cecha – <i>Trait</i>	Rodzaj przyoranej biomasy – <i>Ploughed-in biomass kind</i>		
	A	B	Średnia <i>Mean</i>
Różnice plonów ($dt \cdot ha^{-1}$) – <i>Difference of yields ($dt \cdot ha^{-1}$)</i>			
Obsada kłosów <i>Spike density</i>	1,81	1,44	1,28
Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per spike</i>	1,17	0,61	0,82
Masa 1000 ziaren <i>1000 grain weight</i>	0,22	–1,05	0,00
Suma – <i>Total</i>	3,2	1,0	2,1
Różnice względne plonów (%) – <i>Relative difference of yields (%)</i>			
Obsada kłosów <i>Spike density</i>	6,33	5,04	4,47
Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per spike</i>	4,09	2,13	2,88
Masa 1000 ziaren <i>1000 grain weight</i>	0,77	–3,68	0,00
Suma – <i>Total</i>	11,2	3,5	7,4

Tabela 7. c.d.
Table 7. cont.

Udział elementów plonowania w różnicowaniu plonów (%) <i>Share of yield components in the variation of yields (%)</i>			
Obsada kłosów <i>Spike density</i>	56,6	144,3	60,8
Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per spike</i>	36,5	60,9	39,2
Masa 1000 ziaren <i>1000 grain weight</i>	6,9	-105,2	0,0
Suma – <i>Total</i>	100	100	100
Błąd oceny <i>Error of estimate</i>	15,4	14,0	14,8

A – biomasa części podziemnych i nadziemnych – *underground and aboveground parts biomass*

B – biomasa resztek pozbiorowych – *post-harvest residue biomass*

wała najmniejszą rolę w kształtowaniu plonu ziarna pszenicy, szczególnie w obiektach z przyoronymi wyłącznie resztkami pozbiorowymi międzyplonów, w których jej wkład był ujemny.

Zależności pomiędzy suchą masą przyoranych międzyplonów, a plonem ziarna były zróżnicowane w latach badań. Wykazano istnienie istotnego związku korelacyjnego pomiędzy ilością przyoranej suchej masy międzyplonów, a masą tysiąca ziaren pszenicy w 2003 roku (tab. 8). W 2004 roku wraz ze zwiększeniem masy przyoranych międzyplonów zwiększała się liczba ziaren w kłosie oraz plon ziarna i słomy, natomiast w 2005 roku nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy badanymi zmiennymi.

Tabela 8. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy suchą masą przyoranych międzyplonów, a plonem pszenicy i jego strukturą (n=27)

Table 8. Simple correlation coefficients for the relation between ploughed-in dry biomass and spring wheat yield and yield components (n=27)

Zmienne skutkowe <i>Effect variations</i>	Przyorana sucha masa – <i>Ploughed-in dry biomass</i>		
	2003	2004	2005
Plon ziarna – <i>Grain yield</i>	0,07	0,47*	0,26
Plon słomy – <i>Straw yield</i>	0,18	0,35*	0,07
Obsada kłosów – <i>Spike density</i>	-0,01	0,16	0,15
Liczba ziaren w kłosie <i>Number of grains per spike</i>	0,02	0,43*	0,05
Masa 1000 ziaren – <i>1000 grain weight</i>	0,36*	0,21	0,23

* – współczynniki istotne dla $\alpha = 0,05$ – *significant at $\alpha = 0.05$*

DYSKUSJA

Średni z trzech lat badań plon ziarna pszenicy jarej wynosił $2,94 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Powodem tak niskiego plonowania był przede wszystkim deficyt opadów w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło pszenicy w 2003 roku i w konsekwencji niska obsada kłosów i liczba ziaren w kłosie. Niedobór opadów po kłoszeniu pszenicy jarej w 2005 roku spowodował słabe wypełnienie ziarna. Rozkład opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w okresie prowadzenia badań polowych był mniej sprzyjający dla wzrostu i rozwoju pszenicy jarej od średnich wieloletnich warunków pogodowych występujących w tym rejonie. Zdaniem Panek [1993] pszenica jara potrzebuje w trakcie strzelania w źdźbło ok. 23 mm opadów w okresie dekady natomiast po kłoszeniu ok. 29 mm w okresie dekady. Jedynie w jednym z trzech lat badań warunki pogodowe były sprzyjające dla prawidłowego przebiegu krzewienia i strzelania w źdźbło pszenicy jarej. Negatywne skutki niedoboru opadów były potęgowane przez niezbyt sprzyjające warunki glebowe, w których prowadzono badania polowe. Ponadto pszenicę uprawiano po jęczmieniu jarym, zaliczanym do najgorszych, chociaż w praktyce spotykanych, przedplonów. W tych warunkach wykazano korzystny wpływ przyoranej biomasy roślin niemotylikowatych, uprawianych w międzyplonie ścierniskowym, na plonowanie pszenicy jarej. Największąwyżkę plonu ziarna uzyskano w wyniku przyorania biomasy rzodkwi oleistej (5,6% w stosunku do kontroli).

Zwiększenie plonu ziarna pszenicy po międzyplonach wynikało przede wszystkim z większej (o ok. 4%) niż w obiekcie kontrolnym obsady kłosów. Ponadto pszenica uprawiana po rzodkwi oleistej wytwarzała średnio o 3,1% więcej ziaren w kłosie niż w obiekcie kontrolnym. Masa tysiąca ziaren pszenicy uzyskanej po międzyplonach i z kontroli była bardzo podobna.

Badania własne potwierdzają prezentowane w literaturze wyniki badań dotyczące pozytywnego wpływu międzyplonów na elementy plonowania kształtowane w początkowej części wegetacji zbóż jarych, a mniejszego wpływu na kształtowanie ziarna [Deryło 1994, Jaskulski i in. 2000, Wilczewski i in. 2007, Wojciechowski 2009]. Powodem takiego oddziaływania międzyplonów na uprawianą po nich pszenicę jarą mogły być stosunkowo łagodne warunki pogodowe w okresie późnojesiennym i zimowym, umożliwiające mineralizację biomasy międzyplonów i szybkie udostępnianie uwalnianych w jej trakcie składników dla rozwijających się wiosną roślin. Z innych badań [Thorup-Kristensen 1994] wynika, że mineralizacja facelii następuje bardzo szybko i składniki uwalniane z jej rozkładu mogą nawet w okresie wczesnowiosennym ulegać wyłukiwaniu. Wolniej mineralizowane są rośliny w rodziny *Brassicaceae*. Taka specyfika tempa rozkładu mikrobiologicznego biomasy międzyplonów powoduje, że ich wpływ na kształtowanie liczby kłosów i ziaren w kłosie jest wysoki, natomiast w okresie wypełniania ziarna ich oddziaływanie jest zdecydowanie słabsze, przez co często masa 1000 ziaren zbóż uprawianych po międzyplonach, jest niższa w porównaniu do kontroli (bez międzyplonów), co wynika z niedoboru składników służących do wypełnienia zwiększonej liczby ziaren. Za potwierdzeniem takiego mechanizmu działania międzyplonów przemawiają wyniki badań własnych, w których stwierdzono dodatni wpływ przyoranej biomasy na obsadę kłosów (szczególnie facelii błękitnej) oraz liczbę ziaren w kłosie (szczególnie rzodkwi oleistej), natomiast nie wykazano wpływu międzyplonu ścierniskowego na dorodność ziarna pszenicy jarej.

Silniejszy wpływ rzodkwi niż słonecznika i facelii na plonowanie pszenicy jarej, może wynikać z wytworzenia przez tę roślinę istotnie większego plonu biomasy niż u pozostałych roślin [Wilczewski i in. 2006] oraz większej akumulacji makroskładników w biomase nadziemnej i resztkach pozbiorowych [Wilczewski 2010]. Korelacja pomiędzy ilością suchej masy przyoranych międzyplonów, a plonem ziarna była dodatnia tylko w 2004 roku. Brak istotnej zależności pomiędzy tymi zmiennymi w latach 2003 i 2005 może wynikać z omówionego wcześniej nie-

doboru opadów, który ograniczył możliwości prawidłowego rozwoju pszenicy i wykorzystania składników mineralnych uwalnianych z rozkładających się międzyplonów.

WNIOSKI

1. Rośliny niemotylkowe uprawiane w międzyplonie ścierniskowym, przyczyniły się do zwiększenia obsady kłosów i plonu ziarna pszenicy jarej. Spośród badanych roślin jedynie słonecznik nie spowodował istotnej poprawy plonowania pszenicy jarej.
2. Nie stwierdzono istotnego wpływu przyoranej biomasy roślin niemotylkowych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na masę 1000 ziaren pszenicy jarej.
3. W obiektach z przyoraną całą biomasą międzyplonów stwierdzono istotnie większą obsadę kłosów pszenicy jarej niż po wykorzystaniu do tego celu samych resztek pozbiorowych.
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu stosowanej pod międzyplon ścierniskowy na plonowanie uprawianej po nim pszenicy jarej. Stwierdzono jedynie zwiększenie liczby ziaren w kłosie pszenicy jarej uprawianej po międzyplonach nawożonych azotem w dawce $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do nienawożonych tym składnikiem.

PIŚMIENNICTWO

- Berntsen J., Olesen J.E., Petersen B.M., Hansen E.M. 2006. Long-term fate of nitrogen uptake in catch crops. *Eur. J. Agron.* 25(4): 383–390.
- Deryło S. 1994. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na kształtowanie się struktury i jakości plonu pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w płodozmianach zbożowych. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 187, Rol. 35: 103–111.
- Duer I. 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.* 13(1): 29–43.
- Gruczek T. 1994. Gospodarka bezobornikowa na glebie lekkiej. *Fragm. Agron.* 11(2): 72–81.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F. 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470: 49–57.
- Kordas L., Klima K. 2005. Wpływ wieloletniego stosowania uproszczeń w uprawie roli i siewu bezpośredniego w uprawie grochu siewnego na właściwości fizyczne gleby. *Rocz. Glebozn.* 56(1–2): 105–111.
- Panek K. 1993. Opady. W: Czynniki plonotwórcze – plonowanie roślin. Dzieżyc J. (red.). PWN Warszawa-Wrocław: 149–193.
- Parylak D. 1998. Międzyplony ścierniskowe jako czynnik regeneracyjny w monokulturze pszenżyta ozimego uprawianego na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 711–718.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 17(3): 53–65.
- Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B., Weber R. 1998. Wpływ przyorania poplonów ścierniskowych na właściwości chemiczno-biologiczne gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 145–152.
- Sypniewski J., Skinder Z. 1993. Reakcja odmian słonecznika pastewnego w poplonie ścierniskowym na termin siewu. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 183, Rol. 34: 63–71.
- Thorup-Kristensen K. 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. *Fert. Res.* 37: 227–234.
- Vos J., van der Putten P.E.L. 2001. Field observations on nitrogen catch crops. III. Transfer of nitrogen to the succeeding main crop. *Plant Soil* 236: 263–273.
- Wilczewski E. 2010. Utilization of nitrogen and other macroelements by non-papilionaceous plants cultivated in stubble intercrop. *Ecol. Chem. Engin. A* 17(6): 689–698.

- Wilczewski E., Lemańczyk G., Skinder Z., Sadowski C. 2006. Effect of nitrogen fertilization on the yielding and health status of selected non-papilionaceous plant species grown in stubble intercrop. *EJPAU, Ser. Agron.* 9(2): #04.
- Wilczewski E., Skinder Z., Lemańczyk G. 2007. Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz. III. Wpływ następczy dla pszenicy jarej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(1): 45–56.
- Wojciechowski W. 2009. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w optymalizacji nawożenia azotem jakościowej pszenicy jarej. *Wyd. UP Wrocław, Monogr.* 76: ss. 122.
- Zieliński A., Zielińska A. 1975. Wydajność i jakość zielonki z roślin niemotylkowych w poplonie ścierniskowym na zróżnicowanym nawożeniu azotowym. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A* 100(4): 123–137.
- Zimny L., Waclawowicz R., Malak D. 2005. Zmiany wybranych właściwości fizycznych gleby jako skutki zróżnicowanego nawożenia organicznego i mineralnego azotowego. *Fragm. Agron.* 22(1): 664–677.

E. WILCZEWSKI

**PREVIOUS CROP VALUE OF NON-LEGUMES GROWN IN STUBBLE CATCH CROP
FOR SPRING WHEAT
PART I. GRAIN AND STRAW YIELD**

Summary

A three-year field study carried out at the Research Station of UTP in Mochelek (53°13' N, 17°51' E), on podsolic soil belonging to the very good rye complex, quality class IIIb, aimed to assess the effect of amount and kind of the ploughed in biomass of stubble catch crops (tansy phacelia, common sunflower and oilseed radish) on values of yield elements and grain and straw yield of spring wheat. Catch crops were fertilized with varied nitrogen rates (0, 45 and 90 kg·ha⁻¹). In spite of the weather conditions unfavourable for the growth and development of spring wheat which occurred in two of the three years of the study, a positive effect of catch crops on spring wheat yield was obtained. Oilseed radish showed the best after-effect. When applied for green manure, it contributed to an increase in the number of ears per plant, the number of grains per ear and grain and straw yield of spring wheat. Of the plants tested, only sunflower did not cause a significant growth in spring wheat yield. Utilization of all the biomass of catch crops for green manure contributed to the formation of a higher number of ears in spring wheat than when only post-harvest residues were applied for this purpose. No significant effect of the ploughed in biomass of non-legume plants grown in stubble catch crop on the 1000 grain weight of spring wheat was observed. Nitrogen rate applied under stubble catch crops did not affect the yield of spring wheat cultivated after them. Only an increase in grain number per ear of spring wheat grown after catch crops fertilized with nitrogen at a rate of 90 kg·ha⁻¹ was observed, as compared with those not fertilized with this element.