

Anna PŁAZA, Jarosław SOSZYŃSKI

WPŁYW NASTĘPCZY MIĘDZYPLONÓW NA PLONOWANIE PSZENŻYTA OZIMEGO

THE SEQUENT IMPACT OF CATCH CROPS ON YIELDING OF WINTER TRITICALE

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Podlaska
ul. B. Prusa 14, 08–110 Siedlce

Abstract. The paper presents the results of researches carried out over 2001–2005 which aimed at describing the sequent impact of undersown crops which were plowed down in autumn, stubble catch crops plowed down in autumn and left in the form of mulch till spring on yielding of winter triticale. The following combinations of intercrops were taken into account: control object (without intercrop), undersown crop – biomass plowed down in autumn (red clover, red clover + Italian ryegrass, Italian ryegrass), stubble catch crop – biomass plowed down in autumn (white mustard), stubble catch crop – biomass left in the form of mulch till spring (white mustard). Undersown crops were sown into spring barley which was cultivated on grain, and stubble catch crops were sown after its harvest. In the first year after catch crops applying the table potatoes were cultivated, in the second year winter triticale was cultivated. The results pointed that, catch crops with exception of red clover inserted into the soil the similar number of biomass. The highest number of nitrogen and phosphorus was supplied by red clover and by the mixtures of red clover with Italian ryegrass, the highest number of potassium was supplied by white mustard, the highest number of calcium was supplied by red clover, the mixtures of red clover with Italian ryegrass and white mustard, the highest number of magnesium was supplied by red clover. The conditions of the growing season significantly modified the yield of winter triticale. The highest grain yield and total protein from grain were achieved from the object where under the forecrop of winter triticale the mixtures of red clover with Italian ryegrass and Italian ryegrass were plowed down.

Słowa kluczowe: białko ogólne, międzyplon, plon ziarna, pszenżyto ozime, wpływ następczy.
Key words: catch crop, grain yield, total protein, the sequent impact, winter triticale.

WSTĘP

Pszenżyto ozime, dzięki dużemu potencjałowi plonowania oraz wysokiej wartości pokarmowej stało się konkurencyjne dla innych gatunków zbóż pastewnych (Oleksiak 2000). Wyróżnia się mniejszymi wymaganiami glebowymi i lepszym przystosowaniem do gorszych warunków siedliska. Reaguje dużym wzrostem plonu po uprawie w dobrych stanowiskach (Sadowski 1998, Zajac 1999). W systemie rolnictwa zrównoważonego zaleca się go wysiewać w stanowisku po ziemniaku, co zapobiega wymywaniu składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu w okresie jesienno-zimowym. W tym systemie rolnictwa ziemniak najczęściej jest uprawiany po międzyplonach, które wykazują działanie następcze. Niezwykle cenne jest też pozostawienie międzyplonów w formie mulczu na okres zimy, co znacznie

obniża koszty ich stosowania, spowalnia proces mineralizacji substancji organicznej i wpływa konserwująco na środowisko glebowe (Richards i in. 1996, Stopes i in. 1996, Małecka 2002, Zajac i in. 2006). Jednak w dalszym ciągu niewiele jest na ten temat danych eksperymentalnych. Stąd wyłania się potrzeba prowadzenia badań mających na celu określenie wpływu następczego wsiewek międzyplonowych, międzyplonów ścierniskowych przyoranych jesienią i pozostawionych do wiosny w formie mulczu na plonowanie pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2001–2005 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Badania prowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w fosfor, potas i magnez. Zawartość próchnicy wynosiła 1,39%. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15 m². Badano następujące kombinacje międzyplonów: obiekt kontrolny (bez międzyplonu), wsiewka międzyplonowa – biomasa przyorana jesienią (koniczyna czerwona 20 kg · ha⁻¹, koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa 10 + 15 kg · ha⁻¹, życica wielokwiatowa 30 kg · ha⁻¹), międzyplon ścierniskowy – biomasa przyorana jesienią (gorczyca biała 25 kg · ha⁻¹), międzyplon ścierniskowy – biomasa pozostawiona do wiosny w formie mulczu (gorczyca biała 25 kg · ha⁻¹). Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno, a międzyplony ścierniskowe wysiewano po jego zbiorze. Na poletkach przeznaczonych pod gorczycę białą uprawianą w międzyplonie ścierniskowym stosowano dodatkowo nawożenie mineralne w ilości: 60 kg N, 13,2 kg P i 49,8 kg K. Gorczycę białą wysiewano w połowie sierpnia. Jesienią, na każdym poletku, określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową, z 30 cm warstwy gleby, a w pobranych próbach oznaczono zawartość suchej masy i makroelementów (N, P, K, Ca i Mg).

W pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów uprawiano ziemniaki jadalne, a w drugim pszenżyto ozime. Po zbiorze ziemniaka rozsiano nawozy fosforowo-potasowe, których ilość w przeliczeniu na 1 ha wynosiła: 26,4 kg P i 58,1 kg K. Pszenżyto ozime wysiewano w III dekadzie września w ilości 220 kg · ha⁻¹. Wiosną, po ruszeniu wegetacji, plantację bronowano i zasilano azotem (40 kg · ha⁻¹). Drugą dawkę azotu (30 kg · ha⁻¹) stosowano w fazie strzelania w źdźbło. Przeciwko chwastom używano herbicydu Apyros 75 WG w dawce 26,5 g · ha⁻¹. Tuż przed zbiorem pszenżyta ozimego, na każdym poletku, na powierzchni 1 m² policzono kłosy i pobrano średnie ich próby do określenia liczby ziaren w kłosie. Podczas zbioru określono plon ziarna przy wilgotności 13%. Następnie z każdego poletka pobrano próby ziarna do oznaczenia masy 1000 ziaren i zawartości białka ogólnego.

Każdą z badanych cech poddano analizie wariancji zgodnie ze schematem układu losowanych bloków. W przypadku istotnych źródeł zmienności dokonano szczegółowego porównania średnich testem Tukeya.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań były znacznie zróżnicowane (tab. 1). Najkorzystniejszy dla uprawy pszenżyta ozimego był sezon wegetacyjny 2004 roku, nieco gorsze warunki pogodowe wystąpiły w 2005 r., a najgorsze w suchym i ciepłym 2003 r., co spowodowało znaczny spadek plonu ziarna.

Tabela 1. Warunki pogodowe w okresie prowadzenia badań wg Stacji Meteorologicznej w Zawadach
Table 1. The weather condition in the time of carrying the results out in Meteorological Station in Zawady

Lata Years	Miesiące Months												Średnia/ suma Means/ Sum
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	temperatura, °C temperature, °C												
2002	-0,4	3,2	4,0	9,0	17,0	17,2	21,0	20,2	12,9	6,9	3,8	-7,7	10,7
2003	-3,7	-5,6	1,4	7,1	15,6	18,4	20,0	18,5	13,5	5,4	4,7	0,5	8,0
2004	-5,6	-1,0	2,7	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	13,0	9,4	3,1	1,2	7,9
2005	0,4	-4,0	-0,7	8,7	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	8,5	2,7	-0,9	8,0
Średnie z lat 1951–2000 Means from 1951–2000	-1,7	-0,9	2,7	8,2	14,2	17,6	19,7	19,1	12,9	8,0	2,6	-2,1	10,3
	opady, mm rainfall, mm												
2002	8,7	37,5	15,8	12,9	51,3	61,6	99,6	66,5	18,7	48,9	16,1	0,7	438,3
2003	7,7	4,7	7,0	13,6	37,2	26,6	26,1	4,7	23,4	38,0	14,7	17,0	220,7
2004	11,5	21,0	19,6	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	19,5	29,5	20,4	7,6	430,5
2005	13,2	13,2	11,7	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	15,8	0,0	13,8	32,9	353,6
Średnie sumy z lat 1951–2000 Means sum from 1951–2000	15,7	14,0	20,4	37,4	47,1	48,1	65,5	43,5	47,3	29,0	23,4	17,6	409,0

WYNIKI I DISKUSJA

Analiza statystyczna wykazała, że badane kombinacje międzyplonów, z wyjątkiem koniczyny czerwonej, wytworzyły podobną ilość suchej masy (tab. 2).

Tabela 2. Ilość suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) i makroelementów ($kg \cdot ha^{-1}$) wprowadzona do gleby z międzyplonami (średnie z lat 2002–2004)
Table 2. The number of dry mass ($t \cdot ha^{-1}$) and macroelements ($kg \cdot ha^{-1}$) applied into the soil with catch crops (means from years 2002–2004)

Międzyplon Catch crop	Sucha masa Dry mass	N	P	K	Ca	Mg
Koniczyna czerwona Red clover	5,3	156,2	30,8	111,6	47,1	22,5
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	5,8	155,4	29,9	114,3	46,4	16,9
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	6,2	114,5	25,6	108,4	33,9	12,7
Gorczyca biała White mustard	6,5	112,7	25,8	118,8	47,1	15,5
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	6,4	112,3	25,1	118,4	46,8	15,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,5	3,2	1,2	2,9	0,8	0,4

Badania Witkowicza (1998) i Duer (1999) również dowodzą, iż rośliny motylkowe najniżej plonują. Jednak wyróżniają się najwyższą zawartością makroelementów, co przekłada się na ich ilość (Ceglarek i in. 1998, Witkowicz 1998). Jest to zbieżne z prezentowanymi wynikami badań. Mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową wprowadziła do gleby więcej

azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu niż życica wielokwiatowa uprawiana w czystym siewie. Natomiast gorczyca biała dostarczyła najwięcej potasu.

Plon ziarna pszenżyta ozimego był istotnie modyfikowany przez warunki pogodowe, międzyplony stosowane pod przedplon i ich współdziałanie (tab. 3).

Tabela 3. Plon ziarna pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów, $t \cdot ha^{-1}$

Międzyplon Catch crop	2003	2004	2005	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	3,21	5,78	5,23	4,74
Koniczyna czerwona Red clover	4,28	7,20	6,97	6,15
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	4,85	8,27	7,92	7,01
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	4,56	7,83	7,74	6,71
Gorczyca biała White mustard	3,89	7,12	6,89	5,97
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	4,25	7,29	7,03	6,19
Średnie – Means	4,17	7,25	6,96	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
Lata – years				0,26
Międzyplon – catch crop				0,45
Interakcja – interaction				0,74

Największy plon ziarna pszenżyta ozimego zebrano w korzystnym 2004 r. Nieco gorsze warunki pogodowe, odnotowane w 2005 r., spowodowały spadek plonu ziarna o 4%, a niekorzystne w 2003 r. spowodowały spadek plonu ziarna aż 42,5% w porównaniu z rokiem najlepszym. Zdaniem Podolskiej i Hołubowicz-Kliza (2006) produktywność pszenżyta ozimego jest bezpośrednio związana z dostępnością wody, zwłaszcza w tzw. okresie krytycznym. Susza w tym czasie jest szczególnie szkodliwa i bardzo wyraźnie wpływa na ostateczny plon i jego jakość. Powyższą zależność potwierdzają przedstawione badania, w których najmniejszy plon ziarna odnotowano w suchym 2003 r. Największe plony ziarna zebrano z obiektów, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego przyorano mieszankę koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową i życicę wielokwiatową. Rzeszutek i Zawislak (1997) dowodzą, że uprawa pszenżyta ozimego po dwóch roślinach regenerujących (koniczynie czerwonej i ziemniaku) zapewnia największy plon ziarna. W doświadczeniach Richardsa i in. (1996), Witkowicza (1998) oraz Zajęca i in. (2006) również stwierdzono najwyższe działanie następcze wsiewki koniczyny czerwonej i seradeli. Cytowani autorzy nie badali jednak nawozów zielonych z traw, a także mieszanek roślin motylkowych z trawami. W prezentowanym doświadczeniu koniczyna czerwona wykazała istotnie słabsze działanie następcze niż mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową czy życica wielokwiatowa. Wynika to z faktu, iż przyorana biomasa rośliny motylkowej, ze względu na wąski stosunek C : N szybciej się mineralizuje w glebie (Nowak 1982, Jensen 1992). Dlatego też uwalniane składniki pokarmowe wykorzystywane są przede wszystkim przez roślinę uprawianą bezpośrednio po ich zastosowaniu, a w mniejszym stopniu przez roślinę następczą. W przedstawionym doświadczeniu działanie następcze gorczycy białej przyoranej jesienią było istotnie niższe, a pozostawionej do wiosny w formie

mulczu dorównywało działaniu następczemu koniczyny czerwonej. Wykazano interakcję, z której wynika, że największy plon ziarna w 2003 r. zebrano z obiektów, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego zastosowano międzyplony, z wyjątkiem gorczycy białej, a w latach 2004 i 2005 tylko po zastosowaniu mieszanki koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową i po życicy wielokwiatowej. Natomiast najmniejszy plon ziarna w 2003 r. zebrano z obiektu kontrolnego i z obiektu nawożonego gorczycą białą, a w latach 2004 i 2005 tylko z obiektu kontrolnego.

Elementy struktury plonu ziarna pszenżyta ozimego (liczba kłosów, liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren) były istotnie różnicowane przez warunki sezonu wegetacyjnego, badane międzyplony i ich interakcję (tab. 4, 5, 6).

Tabela 4. Liczba kłosów pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów na 1 m²

Table 4. Amount of spikes of winter triticale in the second after catch crops applying per 1 m²

Międzyplon Catch crop	2003	2004	2005	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	455	479	467	467
Koniczyna czerwona Red clover	519	546	531	532
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	575	597	586	586
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	547	559	556	544
Gorczyca biała White mustard	517	541	526	528
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	529	555	539	541
Średnie – Means	524	546	534	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
Lata – years				9
Międzyplon – catch crop				21
Interakcja – interaction				23

Tabela 5. Liczba ziaren w kłosie pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów

Table 5. Amount of seeds in spike of winter triticale in the second after catch crops applying

Międzyplon Catch crop	2003	2004	2005	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	34,1	43,5	37,5	38,3
Koniczyna czerwona Red clover	44,4	51,3	46,5	47,4
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	50,2	54,9	51,5	52,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	45,8	51,2	48,2	48,4
Gorczyca biała White mustard	43,8	49,5	46,2	46,5
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	45,6	50,6	47,8	48,0
Średnie – Means	44,0	50,1	46,3	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
Lata – years				1,4
Międzyplon – catch crop				1,7
Interakcja – interaction				2,1

Tabela 6. Masa 1000 ziaren pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów, g
Table 6. Mass of 1000 seeds of winter triticale in the second after catch crops applying, g

Międzyplon Catch crop	2003	2004	2005	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	40,1	43,5	41,5	41,7
Koniczyna czerwona Red clover	45,5	48,5	46,4	46,8
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	46,6	50,1	47,9	48,2
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	45,7	49,0	46,9	47,2
Gorczyca biała White mustard	45,3	48,3	46,2	46,6
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	45,7	49,2	47,3	47,4
Średnie – Means	44,8	48,1	46,0	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				
Lata – years				0,7
Międzyplon – catch crop				0,5
Interakcja – interaction				0,9

Największą liczbę kłosów przed zbiorem pszenżyta ozimego, liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren odnotowano w korzystnym 2004 r., istotnie mniej w 2005 r., a najmniej w suchym 2003 r. Najlepsze działanie następcze na omawiane cechy plonu ziarna pszenżyta ozimego wykazała mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową. Podobnie badania Woźniaka (2000) oraz Płazy i in. (2005) wskazują na korzystny wpływ następczy wsiewek międzyplonowych na elementy struktury plonu ziarna pszenżyta ozimego. W przedstawionych badaniach liczba kłosów przed zbiorem pszenżyta ozimego uprawianego po ziemniaku nawożonym życicą wielokwiatową, koniczyną czerwoną, gorczycą białą oraz mulczem z gorczycy białej nie różniła się istotnie, ale była istotnie niższa niż na obiekcie nawożonym mieszanką koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową. Natomiast liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po życicy wielokwiatowej i mulczu z gorczycy białej była istotnie wyższa niż po koniczynie czerwonej i gorczycy białej. Małecka (2002) wykazała, że liczba kłosów przed zbiorem i masa 1000 ziaren pszenżyta uprawianego w drugim roku po mulczu mieszanki owsa z grochem i po gorczycy białej była istotnie wyższa niż na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonu. Wykazano interakcję, z której wynika, że najlepsze działanie następcze na elementy struktury plonu ziarna pszenżyta ozimego wykazała mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową oraz życica wielokwiatowa – w korzystnym 2004 r. Natomiast najmniejszą liczbę kłosów przed zbiorem pszenżyta ozimego, liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren odnotowano na obiekcie kontrolnym – w suchym 2003 r.

Plon białka ogólnego z ziarna pszenżyta ozimego był istotnie różnicowany przez warunki sezonu wegetacyjnego, badane międzyplony i ich interakcję (tab. 7). Najwięcej białka ogólnego otrzymano z pszenżyta ozimego, uprawianego w korzystnym 2004 r., istotnie mniej w 2005, a najmniej w niekorzystnym 2003 r. Wynika to z faktu, iż susza powoduje zakłócenie wzrostu i rozwoju roślin oraz procesów metabolicznych, co powoduje spadek plonu ziarna i pogorszenie jego składu chemicznego (Kacperska 1991, Podolska i Hołubowicz-Kliza 2006). W prezentowanym doświadczeniu największy plon białka ogólnego, analogicznie jak plon ziarna, otrzymano z obiektu, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego przyorano mieszankę koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową. Na pozostałych obiektach z międzyplonami, plon białka ogólnego z ziarna pszenżyta ozimego był mniejszy, lecz istotnie większy od odnotowanego na obiekcie

kontrolnym, bez międzyplonu. Jest to zbieżne z wynikami badań Stopes i in. (1996), Zająca (1999) oraz Zająca i in. (2006). W przedstawionych badaniach wykazano interakcję, z której wynika, że największy plon białka ogólnego otrzymano z ziarna pszenżyta ozimego zebranego w 2004 r. z obiektu, gdzie pod przedplon przyorano mieszankę koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową oraz życicę wielokwiatową, a najmniejszy w suchym 2003 r. z obiektu kontrolnego, bez międzyplonu.

Tabela 7. Plon białka ogólnego z ziarna pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Table 7. The total protein yield from winter triticale grain cultivated in the second after catch crops applying, $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Międzyplon Catch crop	2003	2004	2005	Średnie Means
Obiekt kontrolny Control object	326	612	576	505
Koniczyna czerwona Red clover	627	898	796	774
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	742	1068	998	936
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	666	970	947	861
Gorczyca biała White mustard	513	787	732	677
Gorczyca biała – mulcz White mustard – mulch	607	921	830	786
Średnie – Means	580	876	813	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}				16
Lata – years				53
Międzyplon – catch crop				79
Interakcja – interaction				

WNIOSKI

1. Badane międzyplony, z wyjątkiem koniczyny czerwonej, wprowadziły do gleby podobną ilość biomasy. Najwięcej azotu i fosforu dostarczyła koniczyna czerwona, a także mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową, potasu – gorczyca biała, wapnia – koniczyna czerwona, mieszanka koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową oraz gorczyca biała, a magnezu – koniczyna czerwona.

2. Warunki sezonu wegetacyjnego istotnie modyfikowały plony pszenżyta ozimego. Niedobór opadów w 2003 r. spowodował spadek plonu ziarna aż o 42,5% w porównaniu z najlepszym 2004 r.

3. Największy plon ziarna i białka ogólnego z ziarna otrzymano z obiektu, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego przyorano mieszankę koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową i życicę wielokwiatową.

4. Największą obsadą kłosów, liczbą ziaren w kłosie i masą 1000 ziaren charakteryzowało się pszenżyto ozime uprawiane w drugim roku po zastosowaniu mieszanki koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową i po życicy wielokwiatowej.

PIŚMIENNICTWO

Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D., Jabłońska-Ceglarek R. 1998. Alternatywne nawożenie organiczne ziemniaka jadalnego w makroregionie środkowo-wschodnim. Cz. I. Wartość nawozowa wsiewek poplonowych w zależności od ich sposobu użytkowania na tle obornika i nawożenia słomą. Rocz. Nauk Rol., Ser. A, Prod. Rośl., T. 113, (3–4), 173–188.

- Duer I.** 1999. Plon suchej masy kilku odmian koniczyny uprawianej w ekologicznym i integrowanym systemie produkcji oraz akumulacja azotu w glebie. Zesz. Nauk. AR Kraków, 347, 69–77.
- Jensen E. S.** 1992. The release and fate of nitrogen from catch-crop materials decomposing under field conditions. *J. Soil Sci.*, 43, 335–345.
- Kacperska A.** 1991. Odporność roślin na stresowe abiotyczne czynniki środowiska i metody jej oceny. *Postęp. Nauk Rol.*, 1/2, 21–32.
- Małecka I.** 2002. Wpływ następczy roślin mulczujących i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.*, 288 (91), 75–80.
- Nowak G.** 1982. Przemiany roślinnej materii organicznej znakowanej izotopem C_{14} w glebach intensywnie nawożonych. *Zesz. Nauk. Akad. Rol.-Tech. Olszt., Rol.*, 35, 3–57.
- Oleksiak T.** 2000. Pszenżyto w produkcji – wykorzystanie efektów hodowli. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.* 206 (82), 199–204.
- Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D.** 2005. Research into the after-effect of undersown intercrops and straw on winter triticale. *EJPAU*, 8 (2), #24 www.ejpau.media.pl/volume8/issue2/art-24.html
- Podolska G., Hołubowicz-Kliza G.** 2006. Reakcja pszenżyta ozimego odmiany ‘Sorento’ na stres suszy. *Folia Univ. Agric. Stetin., Ser. Agric.*, 247 (100), 145–150.
- Richards I.R., Wallace P.A., Turner D.S.** 1996. A comparison of six cover crops types in terms of nitrogen uptake and effect on response to nitrogen by a subsequent spring barley crop. *J. Agric. Sci.*, 127, 441–449.
- Rzeszutek I., Zawiślak K.** 1997. Plonowanie pszenżyta ozimego w płodozmianach z dużym udziałem ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 175, Rol., 65, 387–391.
- Sadowski T.** 1998. Następczy wpływ zróżnicowanego nawożenia okopowych na plonowanie jęczmienia jarego i owsa. *Acta Acad. Agric. Tech. Olszt. Agric.*, 66, 167–173.
- Stopes C., Milington S., Woolward L.** 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by there leguminous green manure species and yield of following wheat crop in an organic production system. *Agric. Environ.*, 57, 189–196.
- Witkowicz R.** 1998. Porównanie plonowania oraz wartości przedplonowej wsiewek roślin motylkowatych i traw na glebie lekkiej. *Rocz. AR Poznań, CCCVII, Ser. Rol.*, 52, 65–70.
- Woźniak A.** 2000. Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze. Cz. I. Plon ziarna. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.*, 470, 75–82.
- Zajac T.** 1999. Indeks powierzchni liści oraz plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od doboru przedplonu. *Pamięt. Puł.*, 114, 375–380.
- Zajac T., Szafrąński W., Gierdziewicz M., Pieniek J.** 2006. Plonowanie pszenżyta ozimego uprawianego po różnych przedplonach. *Fragm. Agron.*, 2 (90), 174–184.