

ALEKSANDRA GŁOWACKA

Katedra Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Plonowanie i struktura plonu pszenicy jarej w zależności od różnych metod uprawy i pielęgnacji

Yielding and yield structure of spring wheat in dependence on different systems of cultivation and tending

W trzyletnim doświadczeniu polowym badano wpływ współrzędnej uprawy pasowej oraz różnych metod pielęgnacji na wielkość i strukturę plonu pszenicy jarej. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2004–2006 w gospodarstwie położonym we wsi Frankamionka powiat zamojski, metodą losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Czynniki eksperymentu były metody uprawy: siew czysty i uprawa współrzędna pasowa oraz metody pielęgnacji: mechaniczna, mechaniczno-chemiczna i chemiczna. Uprawa pasowa przyczyniła się istotnie do zmniejszenia wielkości plonu ziarna pszenicy jarej. Wśród metod pielęgnacji najgorzej plonowała pszenica gdy stosowano mechaniczne zabiegi regulacji zachwaszczenia. Czynniki doświadczenie różnicowały elementy struktury plonu, tj. liczbę ziaren z kłosa i liczbę kłosów na jednostce powierzchni, nie wpływały natomiast istotnie na masę 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: metody pielęgnacji, pszenica jara, struktura plonu, współrzędna uprawa pasowa

In the three-year field experiment the influence of strip cropping and of different methods of tending on spring wheat yield and structure was evaluated. The experiment was conducted in 2004–2006 at the farm located in village of Frankamionka, Zamość district, using a split-plot design and four replications. The experimental factors included two cropping systems sole cropping vs. strip cropping and three methods of tending (mechanical, mechanical-chemical or chemical). The grain yield produced in the strip crop was lower than that produced in the sole crop. As regards the effects of tending methods used, the lowest yield was obtained in the crop where the mechanical method was applied. The experimental factors used significantly affected the number of ears per 1 m² and the number of grains per one ear, whereas they had no effect upon the weight of 1000 grains.

Key words: spring wheat, strip cropping, tending method, yield structure

WSTĘP

W programach integrowanej produkcji rolniczej zaleca się powrót do stosowania tradycyjnego płodozmianu z zachowaniem właściwego następstwa roślin oraz zwiększenia

urozmaicenia gatunkowego pól poprzez wprowadzenie tzw. uprawy współrzędnej (Wiech i Kałmuk, 2005). Jedną z form uprawy współrzędnej jest uprawa pasowa, w której próbuje się pogodzić interesy rolnika i ochrony środowiska. Polega ona na równoczesnej uprawie dwóch lub więcej gatunków roślin w pasach szerokich na tyle aby pozwalały na niezależną, zmechanizowaną uprawę a jednocześnie wystarczająco wąskich aby rośliny oddziaływały na siebie. Zdaniem Zanga i Li (2003) taki system może przynieść wiele korzyści. Chroni glebę przed erozją, zmniejsza parowanie wody, pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie składników pokarmowych z gleby. Ogranicza również zachwaszczenie roślin, przez co może zmniejszyć zużycie herbicydów (Głowacka, 2007). Badania Francisa (1986), Garcii-Prechaca (1991) i Ghaffarzadeha i wsp. (1994) wskazują, że różnorodność gatunkowa upraw pasowych zwiększa znacznie plon całkowity w porównaniu z uprawą w siewie czystym. W polskim piśmiennictwie brak jest pozycji dotyczących systemu upraw pasowych i możliwości ich wprowadzenia w warunkach naszego rolnictwa, co wskazuje na brak tego typu badań.

Celem przeprowadzonych badań była ocena poziomu plonowania i cech struktury plonu pszenicy jarej w zależności od metod uprawy i poziomu pielęgnacji.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2004–2006 w gospodarstwie rolniczym położonym we wsi Frankamionka, powiat zamojski. Założono go metodą podbloków losowanych, w układzie zależnym split-plot w czterech powtórzeniach.

Schemat badań obejmował następujące czynniki:

- metoda uprawy: A₁. siew czysty, A₂. uprawa współrzędna pasowa, polegająca na uprawie kolejno obok siebie trzech roślin: kukurydza pastewna, pszenica jara i fasola zwyczajna w pasach o szerokości 2,5 m.
- poziom pielęgnacji: B₁ — dwukrotne bronowanie (w fazie szpilkowania i w fazie 5 liści); B₂ — jednokrotne bronowanie (w fazie szpilkowania) + Aminopielik Gold 530 EW (substancja biologicznie czynna 2,4-D fluoksypyr) w dawce 1 l·ha⁻¹ w fazie krzewienia; B₃ — Aminopielik Gold 530 EW (faza krzewienia) + Tilt Plus 400 EC + Owadofos płynny.

Eksperyment zlokalizowano na glebie o składzie granulometrycznym pyłu ilastego, lekko kwaśnej (pH 1n KCl — 6,5), o zawartości próchnicy 1,9%. Przedmiotem badań była pszenica jara, odmiana „Helia”.

W uprawie w siewie czystym wielkość poletek do siewu wynosiła 23,7 m², a do zbioru 17 m². W uprawie pasowej wielkość poletek pszenicy jarej i roślin towarzyszących wynosiła 11,75 m² do siewu i 10,5 m² do zbioru.

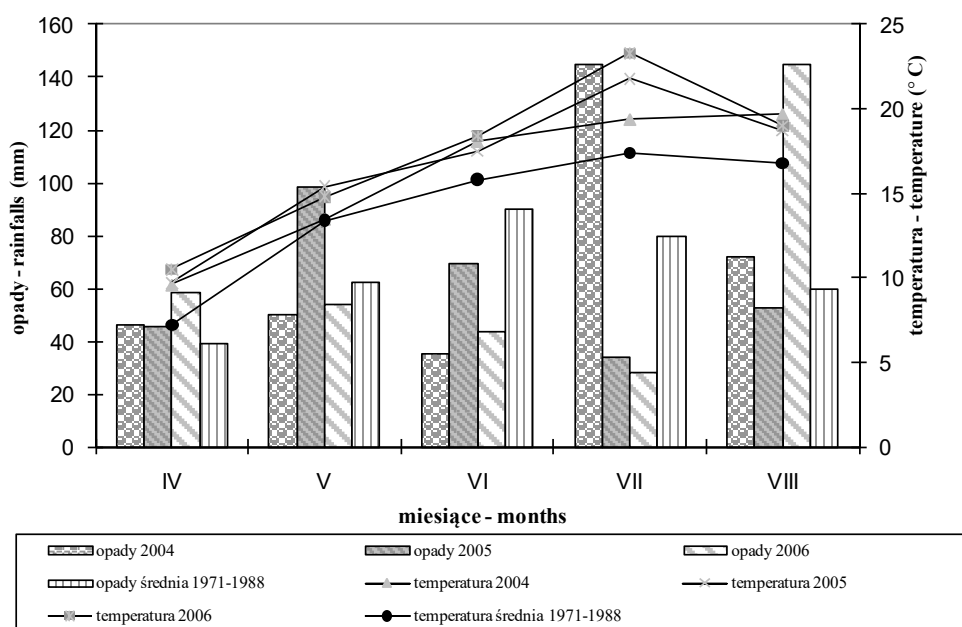
Pszenicę wysiewano w drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia. Pod roślinę zastosowano jednolite nawożenie mineralne w ilości N — 100, P — 35, K — 75 kg·ha⁻¹. Nawożenie azotowe zastosowano w dawkach dzielonych, pół dawki przedsiewnie, pozostałą część dawki pogłównie (pszenica w fazie rozwojowej 36–37 wg Zadoksa i in., 1974). Nawożenie fosforowe i potasowe wnoszono jednorazowo przed siewem rośliny, wielkość dawek ustalono w oparciu o zasobność gleby i potrzeby nawozowe rośliny. Przedplonem pszenicy

była fasola zwyczajna. Uprawę roli przeprowadzono metodą tradycyjną, obejmująca zespół uprawek późnych, przedzimowych i wiosennych, zgodnie z zaleceniami dla tej rośliny.

W badaniach określono plon ziarna pszenicy przy wilgotności 15%, liczbę kłosów na jednostce powierzchni, liczbę ziaren w kłosie oraz masę 1000 ziaren.

Zebrane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Różnice pomiędzy średnimi oceniono testem T-Tukeya, istotność różnic określono z 95% prawdopodobieństwem. Wpływ poszczególnych elementów struktury ładu na wielkość plonu oszacowano wykorzystując współczynniki korelacji.

Warunki pogodowe w okresie badań były zróżnicowane. Najwyższą ilość opadów, zbliżoną do wielolecia odnotowano w pierwszym roku eksperymentu. W drugim i trzecim roku suma opadów była istotnie niższa (rys. 1). Średnie miesięczne temperatury powietrza w każdym roku były wyższe niż w wieloleciu. Szczególnie ciepły był rok 2006, w którym suma temperatur (liczona jako suma iloczynów średniej temperatury i liczby dni miesiąca) w miesiącach IV–IX wynosiła 3141°C, natomiast w wieloleciu kształtowała się na poziomie 2544°C.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w miesiącach IV–IX w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1971–1988) wg Stacji Meteorologicznej w Zamościu

Fig. 1. Rainfalls and air temperature in months IV–IX as compared to the long-term mean (1971–1988), according to the Meteorological Station in Zamość

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość plonu ziarna pszenicy jarej była zróżnicowana w poszczególnych latach badań oraz zmieniała się w zależności od stosowanej metody uprawy i pielęgnacji (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna pszenicy jarej w t·ha ⁻¹ The grain yield of spring wheat in t·ha ⁻¹					
Metoda uprawy Method of cultivation	Pielęgnacja Treatments	Lata badań — Years			Średnio Mean
		2004	2005	2006	
Siew czysty Sole cropping A ₁	B ₁	5,83	5,70	5,04	5,52
	B ₂	6,67	5,58	5,52	5,92
	B ₃	7,16	5,74	5,70	6,20
	średnio — mean	6,55	5,46	5,42	5,88
Uprawa pasowa Strip cropping A ₂	B ₁	5,41	5,47	4,75	5,21
	B ₂	6,26	5,17	5,08	5,44
	B ₃	6,44	4,87	4,97	5,43
	średnio — mean	5,84	5,17	4,93	5,36
Średnio Mean	B ₁	5,42	5,02	4,70	5,04
	B ₂	6,37	5,37	5,30	5,68
	B ₃	6,80	5,30	5,33	5,81
	średnio — mean	6,20	5,23	5,11	5,51

NIR_{0,05} dla — LSD_{0,05} for: lata — years 0,530; uprawa — cultivation 0,472, pielęgnacja — tending 0,530

We współdziałaniu — in interaction: uprawa × pielęgnacja — cultivation × treatments r.n. — n.s.

W 2004 roku charakteryzującym się najwyższą sumą opadów i temperaturą powietrza niższą od wieloletniej (rys. 1) uzyskano najwyższe plony ziarna pszenicy jarej. Istotnie niżej, ale tylko w stosunku do 2004 roku plonowała pszenica w kolejnych dwóch latach, natomiast lata 2005 i 2006 nie różnicowały plonowania. Na silny wpływ przebiegu pogody na plonowanie pszenicy wskazują również inni autorzy (Chrzanowska-Drożdż, 2001; Brzozowska i in., 2008). Analizując wpływ metody uprawy należy stwierdzić, iż w uprawie pasowej pszenica plonowała niżej niż w siewie czystym. Różnica pomiędzy siewem czystym a uprawą pasową wynosiła 5,3 dt·ha⁻¹ i była udowodniona statystycznie. Zmniejszenie plonu w uprawie współrzędnej pasowej pszenicy z kukurydzą pastewną i fasolą zwyczajną mogło być skutkiem większej konkurencji roślin kukurydzy o światło, wodę i składniki pokarmowe w porównaniu z niższymi, mniej konkurencyjnymi roślinami pszenicy. Mogło to spowodować zubożenie środowiska dla roślin pszenicy w brzeżnej części pasa, bezpośrednio sąsiadującej z pasem kukurydzy. Chociaż Crusoe (1992) uważa, że konkurencja pomiędzy kukurydzą a roślinami zbożowymi w uprawie pasowej powinna być zminimalizowana, gdyż są to rośliny o innych cyklach rozwojowych, a ich maksymalne zapotrzebowanie na wodę i składniki mineralne oraz siew i zbiór przypada w różnym terminie. W każdym roku trwania eksperymentu pszenica jara pozytywnie reagowała na stosowane metody pielęgnacji. Średnio w doświadczeniu najniższą masę ziarna uzyskano na obiektach chronionych przed chwastami jedynie przy użyciu mechanicznych sposobów regulacji zachwaszczenia. Istotnie wyższe plony, odpowiednio o 6,4 dt·ha⁻¹ (12,5%) oraz 7,7 dt·ha⁻¹ (14,5%) uzyskano stosując metodę mechaniczno-chemiczną oraz chemiczną. Natomiast różnice pomiędzy tymi dwiema metodami były

niewielkie i nieistotne statystycznie. Podobne wyniki otrzymali w uprawie pszenicy jarej Pawłowski i Deryło (1990). W przeprowadzonym przez nich doświadczeniu plon ziarna pszenicy wzrósł o 11,1% po wprowadzeniu pielęgnacji mechaniczno-chemicznej oraz o 13,2% w wyniku stosowania pielęgnacji chemicznej. Zbliżoną reakcję pszenicy ozimej na różne metody pielęgnacji podają również Jędruszczak i wsp. (2004) oraz Brzozowska i wsp. (2008). Analiza statystyczna nie wykazała współdziałania stosowanych metod uprawy i pielęgnacji w kształtowaniu wielkości uzyskanego plonu. Można jednak zauważyć, iż różnice pomiędzy metodą mechaniczną i pozostałymi sposobami regulacji zachwaszczenia były mniejsze w uprawie pasowej niż w siewie czystym. Być może wynika to z wpływu uprawy pasowej na ograniczenie zachwaszczenia, który jak podaje Głowacka (2009) był szczególnie wyraźny właśnie na obiektach chronionych wyłącznie mechanicznymi zabiegami.

O wielkości plonów zbóż decyduje przede wszystkim obsada kłosów, liczba ziaren w kłosie oraz masa tysiąca ziaren (Podolska i in., 2002). W licznych doświadczeniach stwierdzono, iż elementy struktury plonu są różnicowane przez układ warunków pogodowych w okresie wegetacji (Woźniak, 2006; Buraczyńska i Ceglarek, 2008; Brzozowska i in., 2008). Podobnie w przedstawionych badaniach własnych obserwowano wyraźną różnicę w kształtowaniu się składowych struktury łanu w zależności od lat. Masa tysiąca ziaren była najwyższa w 2004 roku, niższa w 2005, najniższa zaś w roku 2006. Liczba ziarniaków w kłosie również była największa w 2004 roku, najmniejsza zaś w 2005 roku. Średnio w doświadczeniu zarówno obsada kłosów na jednostce powierzchni, jak i liczba ziaren w kłosie pszenicy jarej zależała istotnie od metod uprawy (tab. 2, 3).

Tabela 2

Liczba ziaren z kłosa
Grain number per ear

Metoda uprawy Method of cultivation	Pielęgnacja Treatments	Lata badań — Years			Średnio Mean
		2004	2005	2006	
Siew czysty Sole cropping A ₁	B ₁	39,3	28,6	31,6	33,2
	B ₂	37,1	28,9	38,4	34,8
	B ₃	39,7	26,6	36,0	34,1
	średnio — mean	38,7	28,0	35,3	34,0
Uprawa pasowa Strip cropping A ₂	B ₁	42,7	27,0	30,0	33,2
	B ₂	40,5	26,6	33,0	33,4
	B ₃	41,4	25,2	29,3	32,0
	średnio — mean	41,5	26,3	30,8	32,9
Średnio Mean	B ₁	41,0	27,8	30,8	33,2
	B ₂	38,8	27,8	35,7	34,1
	B ₃	40,5	25,9	32,6	33,0
	średnio — mean	40,1	27,2	33,0	33,4

NIR_{0,05} dla — LSD_{0,05} for: lata — years 0,64; uprawa — cultivation 0,52, pielęgnacja — tending 0,64
We współdziałaniu — in interaction: uprawa × pielęgnacja — cultivation × treatments r.n. n.s.

Tabela 3

Masa 1000 ziaren (g)
Weight of 1000 grains (g)

Metoda uprawy Method of cultivation	Pielęgnacja Treatments	Lata badań — Years			Średnio Mean
		2004	2005	2006	
Siew czysty Sole cropping A ₁	B ₁	45,4	38,4	35,8	39,9
	B ₂	47,3	39,0	34,2	40,2
	B ₃	49,9	40,1	32,8	40,9
	średnio — mean	47,6	39,2	34,2	40,3
Uprawa pasowa Strip cropping A ₂	B ₁	45,3	37,2	38,3	40,3
	B ₂	44,4	38,4	37,1	40,0
	B ₃	46,8	37,7	34,1	39,5
	średnio — mean	45,5	37,8	36,5	39,9
Średnio Mean	B ₁	45,4	37,8	37,1	38,5
	B ₂	45,8	38,7	35,7	38,5
	B ₃	48,4	38,9	33,4	39,2
	średnio — Mean	46,5	38,5	35,4	38,7

NIR_{0,05} dla — LSD_{0,05} for: lata — years r.n. n.s.; uprawa — cultivation r.n n.s, pielęgnacja — tending r.n. n.s.
We współdziałaniu — in interaction: uprawa × pielęgnacja — cultivation × treatments r.n. n.s.

Uprawa współrzędna pasowa powodowała obniżanie wartości obu elementów struktury plonu. Natomiast nie obserwowano wpływu metody uprawy na masę tysiąca ziaren (tab. 4). Wśród metod pielęgnacji najmniejszą liczbę ziaren w kłosie stwierdzono przy stosowaniu mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. Stosowanie pielęgnacji chemicznej gwarantowało istotnie większą obsadę kłosów na jednostce powierzchni, natomiast mechaniczno-chemicznej liczby ziaren w kłosie. Różnice pomiędzy tymi metodami były nieznaczne. Podobnie jak w badaniach własnych, również Brzozowska i wsp. (2008) oceniając wpływ metod pielęgnacji stwierdzili, iż najkorzystniejszą na liczbę ziaren w kłosie wpływała mechaniczno-chemiczna metoda regulacji zachwaszczenia.

Tabela 4

Obsada kłosów (szt. · m⁻²)
Ear density (per m²)

Metoda uprawy Method of cultivation	Pielęgnacja Treatments	Lata badań — Years			Średnio Mean
		2004	2005	2006	
Siew czysty Sole cropping A ₁	B ₁	528	513	480	507
	B ₂	539	528	506	524
	B ₃	555	524	528	537
	średnio — mean	541	522	505	523
Uprawa pasowa Strip cropping A ₂	B ₁	494	507	470	490
	B ₂	519	495	488	501
	B ₃	517	490	484	497
	średnio — mean	510	497	481	496
Średnio Mean	B ₁	511	510	475	498
	B ₂	529	511	497	512
	B ₃	536	507	514	517
	średnio — mean	525	509	493	509

NIR_{0,05} dla — LSD_{0,05} for: lata — years 19,0 n.s.; uprawa — cultivation 17,2.s, pielęgnacja — tending 19,0
We współdziałaniu — in interaction: uprawa × pielęgnacja — cultivation × treatments r.n. n.s.

W literaturze występują różnice w ocenie siły związku pomiędzy plonem a elementami jego struktury. Bardzo silny, dodatni związek ($R = 0,779$) pomiędzy plonem ziarna jęczmienia i jego składową, jaką jest obsada kłosów podaje Gozdowski i wsp. (2008) oraz Podolska i wsp. (2002). W doświadczeniu Brzozowskiej i wsp. (2008) plon pszenicy ozimej najsilniej był związany z liczbą kłosów na jednostce powierzchni ($r = 0,855$) i masą 1000 ziaren ($r = 0,511$). Natomiast liczba ziaren w kłosie na wpływała istotnie ($r = 0,025$), na kształtowania wielkości plonu. W badaniach przeprowadzonych przez Fotymę i Fotymę (1993) stwierdzono brak wpływu masy tysiąca ziaren na ilość uzyskanego ziarna. W prezentowanym doświadczeniu analiza korelacji wykazała istotny związek pomiędzy wielkością plonu a obsadą kłosów na jednostce powierzchni, nieco słabszy z liczbą ziaren z kłosa oraz nieistotny z masą tysiąca nasion (tab. 5). Również Kuś i Jończyk (1997) twierdzą, iż jednoznaczne określenie wpływu elementów struktury na wielkość plonów jest trudne, z uwagi na dużą specyfikę odmianową oraz zależność od warunków siedliskowych.

Tabela 5

Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy elementami struktury plonu a plonem ziarna pszenicy jarej
Coefficients of line correlation between yield structure elements and grain yield in spring wheat

Metoda uprawy Method of cultivation	Pielęgnacja Treatments	Plon — Yield		
		cechy — traits		
		liczba ziaren w kłosie grain number per ear	MTZ weight of 1000 grains	obsada kłosów ear density
Siew czysty Sole cropping	B ₁	0,607**	0,213	0,538*
	B ₂	0,448*	0,023	0,703**
	B ₃	0,554*	0,047	0,694*8
Uprawa pasowa Strip cropping	B ₁	0,373*	-0,230	0,420*
	B ₂	0,771**	-0,107	0,688**
	B ₃	0,908**	0,037	0,572*
Ogółem — Total		0,324*	0,114	0,404*

Objaśnienia Explanations: współczynnik korelacji istotny przy correlation coefficient significant at:

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

WNIOSKI

1. Uprawa współrzędna pasowa powodowała istotne zmniejszenie plonu ziarna pszenicy jarej w porównaniu z siewem czystym.
2. Stosowane metody pielęgnacji istotnie wpłynęły na plonowanie pszenicy. Najniższe plony uzyskano stosując metodę mechaniczną. Metoda mechaniczno-chemiczna i chemiczna zwiększały plon ziarna o 12–14%. Natomiast nie wystąpiły istotne różnice pomiędzy tymi metodami.
3. Analiza statystyczna nie potwierdziła współdziałania metod uprawy i pielęgnacji. Zauważono natomiast tendencję zmniejszenia negatywnego wpływu uprawy współrzędnej na plonowanie pszenicy w warunkach stosowania mechanicznej pielęgnacji, w porównaniu z pozostałymi metodami.
4. O wielkości plonu ziarna pszenicy jarej w największym stopniu decydowała obsada kłosów, następnie liczba ziaren z kłosa, a w najmniejszym masę tysiąca ziaren.

LITERATURA

- Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M. 2008. Plonowanie i struktura plonu pszenicy ozimej w zależności od sposobu pielęgnacji i nawożenia azotem. *Acta Agrophys.* 11 (3): 597 — 611.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agric.* 7 (1): 27 — 37.
- Chrzanowska-Drożdż B. 2001. Reakcja pszenicy ozimej na dawki i terminy stosowania azotu. Cz. I. Rozwój i plonowanie pszenicy ozimej w zależności od dawki i formy stosowania azotu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 415, Roln., LXXX: 257 — 270.
- Crusoe R.M. 1990. Strip intercropping. *Farming System for Iowa: Seeking Alternatives*, Leopold Center for Sustainable Agriculture. Conference Proceedings. Iowa State University, Ames: 39 — 41.
- Fotyma M., Fotyma E. 1993. Struktura plonu zbóż ozimych w zależności od nawożenia. *Fragm. Agron.* 4 (40): 101 — 102.
- Francis, Ch. 1986. Strip cropping corn and grain legumes: A review. *Amer. J. of Alternative. Agric.* 1 (4): 159 — 164.
- Garcia-Prechac F. 1992. Strip position, tillage and water regime effects on strip intercropping rotation. *Dis. Abstr. Int.* 52 (8): 3954B — 3955B.
- Ghaffarzadeh M., Garcia-Prechac F., Crusoe R. M. 1994. Grain field response of corn, soybean and oats grown in a strip intercropping system. *Americ. J. Alternative Agric.* 9 (4): 171 — 177.
- Głowacka A. 2007. Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na zachwaszczenie kukurydzy pastewnej. *Acta Agrophys.* 10 (3): 573 — 582.
- Głowacka A. 2008. Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na wielkość i strukturę plonu kukurydzy pastewnej. *Fragm. Agron.* XXV, nr 3 (99): 52 — 60.
- Głowacka A. 2009. Wpływ współrzędnej uprawy pasowej na zachwaszczenie pszenicy jarej. *Annales UMCS, sec. E, vol. LXIV* (4): 114 — 121.
- Gozdowski D., Mądry W., Wyszyński Z. 2008. Analiza korelacji i współczynników ścieżek w ocenie współzależności plonu ziarna i jego składowych u dwóch odmian jęczmienia jarego. *Biuletyn IHAR*, nr 284: 23 — 31.
- Jędruszczak M., Bojarczyk M., Smolarz H. J., Budzyńska B. 2004. Konkurencyjne zdolności pszenicy wobec chwastów w warunkach różnych sposobów odchwaszczania – produkcja biomasy. *Annales UMCS, sec. E*, 59 (2): 895 — 902.
- Kuś J., Jończyk K. 1997. Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 3; 4 — 6.
- Pawłowski F., Deryło S. 1990. Wpływ zróżnicowanego pielęgnowania na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy jarej. *Rocz. Nauk Roln., seria A*, t. 108, z. 3: 9 — 19.
- Podolska G., Sułek A., Stankowski S. 2002. Obsada kłosów — podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy ozimej (artykuł przeglądowy). *Acta Sci. Pol., Agric.* 1 (2): 5 — 14.
- Wiech K., Kałmuk J. 2005. Uprawy współrzędne sposobem na urozmaicenie agrocenoz i zmniejszenie zużycia pestycydów. *Ochrona Środowiska Naturalnego w XXI wieku — nowe wyzwania i zagrożenia*: 126 — 128.
- Wóźniak A. 2006. Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agric.* 5 (2): 99 — 106.
- Zhang F., Li L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. *Plant and Soil* 248: 305 — 312.