

ANDRZEJ WOŹNIAK**DARIUSZ GONTARZ****MICHAŁ STANISZEWSKI**

Katedra Ogólnej uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zmianowania na plonowanie i wartość wskaźnika LAI pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.)^{*}

Effect of crop rotation on yielding and leaf area index (LAI) of hard wheat (*Triticum aestivum* Desf.)

W pracy przedstawiono wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zmianowaniu na plon ziarna i wartość wskaźnika pokrycia liściowego (LAI). Wykazano, że pszenica twarda uprawiana w monokulturze plonowała istotnie niżej (o 0,91–1,13 t·ha⁻¹) niż w zmianowaniach z 25, 50 i 75% jej udziałem w strukturze zasiewów. Było to wynikiem mniejszej liczby kłosów na 1 m², niższej masy ziarna z kłosa i mniejszej liczby ziaren w kłosie. Również powierzchnia liści wyrażona wartością (LAI) była istotnie mniejsza w monokulturze niż w zmianowaniu.

Słowa kluczowe: plon ziarna, pszenica twarda, wskaźnik pokrycia liściowego (LAI), zmianowanie

An experiment with rotation systems for hard wheat was conducted at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2002–2004. It was set in the randomized blocks design with four replications, on plots 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportion of hard wheat (25, 50, 75, 100%). The grain yield of hard wheat was affected by weather conditions in the years of study, and by the rotation systems. Hard wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 23.8–28.0% in relation to the crop rotations with 25–75% of wheat. It was shown, that coefficient of LAI (leaf area index) depended on years and crop rotations. Cultivation of hard wheat in monoculture diminished value of LAI coefficient in relation to the crop rotations.

Key words: crop rotation, hard wheat, leaf index area (LAI), yield of grain

^{*} Badania prowadzono w ramach projektu badawczego nr 3 P06R 072 24 finansowanego przez KBN

WSTĘP

Wysokość plonów pszenicy zależy od genotypu, czynników siedliska oraz stosowanej agrotechniki (Woźniak, 2003; Budzyński i in., 2004). Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) pod względem plonowania przewyższa pszenicę twardą (*Triticum durum* Desf.), ale wyższa cena pszenicy durum zapewnia opłacalność jej uprawy nawet w warunkach klimatyczno-glebowych Polski (Szwed-Urbaś i in., 1995; Rachoń, 2001; Rachoń i Szumiło, 2002; Szwed-Urbaś i Segit, 2004).

W badaniach płodozmianowych nad pszenicą zwyczajną i innymi gatunkami zbóż wykazano istotną obniżkę plonów ziarna w warunkach 75–100% ich udziału w strukturze zasiewów, w porównaniu do płodozmianów z mniejszym udziałem zbóż (Wodniak, 2001, 2003). Przyczyną tej obniżki było zwiększone porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni oraz wzrost zachwaszczenia. W konsekwencji doprowadziło to do zmniejszenia liczby kłosów na jednostce powierzchni, masy ziarna z kłosa oraz jego dorodności. W literaturze tematu niestety brakuje informacji dotyczących badań płodozmianowych z udziałem pszenicy twardej. Z pewnością wynika to z faktu braku krajowych odmian tego gatunku.

Kształtowanie się plonu ziarna zależy od tempa gromadzenia suchej masy oraz powierzchni asymilacyjnej rośliny. W badaniach Fabera i Nieróbcy (1999), Gregorczyka i Piecha (1999), Czerednik i Nalborczyka (2000) dowiedziono związku między plonem ziarna, a wskaźnikiem LAI (wskaźnik pokrycia liściowego). W innych publikacjach (Czerednik i Nalborczyk, 2000; Biskupski i in., 2004) wykazano, że na powierzchnię liściową oraz na wielkość współczynnika LAI wpływa nawożenie azotem, chemiczne środki ochrony roślin, kierunku i gęstości siewu (Szmigiel i Oleksy, 1997; Szmigiel i in. 1997). Dla większości roślin uprawnych wskaźnik LAI wynosi od 4 do 5, lecz dla wysoko produktywnych odmian może być większy (Nichiporovich, 1972). Dowodzą tego także badania Gregorczyka i Piecha (2000).

W literaturze tematu niewiele prac dotyczy kształtowania się wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) w zmianowaniach zbożowych i jego wpływie na plony ziarna. Z badań Zająca (1999) wynika, że w stanowisku po słabych przedplonach powierzchnia liści, a tym samym wartość wskaźnika LAI są mniejsze niż po dobrych przedplonach. Jończyk i Kawalec (2001) wykazali, że pszenica uprawiana w systemie ekologicznym wytwarza mniejszą powierzchnię liściową niż w systemie tradycyjnym.

Celem badań była ocena plonowania pszenicy twardej i kształtowania się wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) w zmianowaniach o różnym jej udziale w strukturze zasiewów.

MATERIAŁ I METODY

Statyczne doświadczenie płodozmianowe prowadzono w latach 2002–2004 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie

przewodzone metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał zmianowania z udziałem pszenicy twardej:

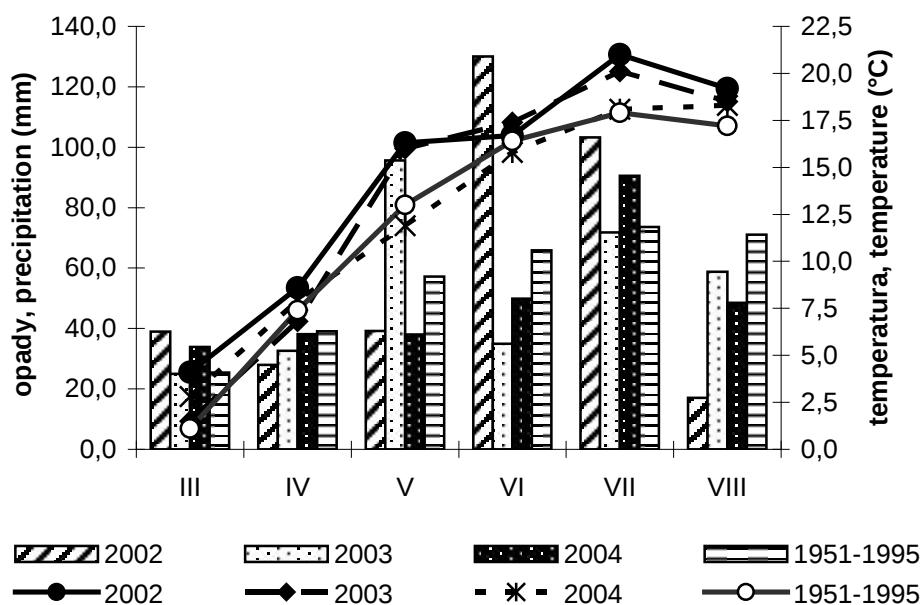
- A — 25% pszenicy (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenica),
- B — 50% pszenicy (ziemniak — pszenica — groch siewny — pszenica),
- C — 75% pszenicy (ziemniak — pszenica — pszenica — pszenica),
- D — 100% pszenicy (monokultura).

Nawożenie azotem pszenicy twardej wynosiło 140 kg·ha⁻¹ i przeprowadzono je w trzech terminach: przed siewem (60 kg·ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha⁻¹) oraz w fazie kłoszenia 40 kg·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami i szkodnikami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyleganiem. Do niszczenia chwastów użyto Pumę Super 069 EW i Aminopielik M 450 (1+3 l·ha⁻¹) w fazie krzewienia pszenicy. Do ochrony przed wyleganiem zastosowano w początkowym okresie strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL w ilości 1,5 l ha⁻¹. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano Alert 375 SC — 1,0 l·ha⁻¹, zaś przeciw chorobom liści i kłosa, w fazie kłoszenia Tilt CB 37,5 WP — 1 kg·ha⁻¹.

Uprawa roli pod pszenicę twardą była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy (linia LGR 896/23 wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie) przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m². Nawozy fosforowe (90 kg P₂O₅ na 1 ha) i potasowe (120 kg K₂O) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

W pracy oceniono plon ziarna pszenicy twardej oraz elementy struktury plonu, a także powierzchnię liści pobranych w fazie kwitnienia (DC 60–65). Do pomiaru powierzchni liści wykorzystano skaner komputerowy oraz program analizujący skanowane liście wykonany na potrzeby niniejszych badań. Średnią powierzchnię pojedynczego liścia ustalono na podstawie powierzchni 15 blaszek liściowych pobranych z trzech poziomów łanu każdego poletka. Określono również liczbę roślin na 1 m², co pozwoliło na oznaczenie średniej wartości wskaźnika LAI jako stosunku powierzchni liści, do powierzchni gruntu (Zajac, 1999; Gregorczyk i Piech, 2000).

Przebieg warunków pogodowych, a zwłaszcza rozkład opadów w latach badań (2002–2004) był zróżnicowany. W 2002 roku w okresie od siewu do zbioru pszenicy (marzec–sierpień) wystąpiły większe sumy opadów (o 37,6–57,1 mm) niż w pozostałych latach badań, a także o 23,5 mm, w odniesieniu do okresu wieloletniego (45-lecia). Niedobory opadów stwierdzono w maju 2004 roku i w czerwcu 2003 i 2004 roku. Z kolei nadmiar opadów stwierdzono w maju 2003 roku oraz w czerwcu i lipcu 2002 roku. W zakresie średnich temperatur powietrza w okresie wegetacji pszenicy wyższe temperatury wystąpiły w 2002 i 2003 r. niż w 2004 r. (rys. 1).



Rys. 1. Przebieg warunków agroklimatycznych w latach 2002-2004 w GD Uhrusk
Fig. 1. Agroclimatic conditions in 2002-2004 at Uhrusk Experimental Station

WYNIKI

Plon ziarna pszenicy twardej kształtowały lata badań oraz jej udział w zmianowaniu (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna pszenicy twardej w t·ha ⁻¹ The grain yield of hard wheat in t·ha ⁻¹					
Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	5,12	4,63	3,74	3,29	4,20
2003	2,36	2,84	2,81	2,25	2,57
2004	4,25	4,61	4,87	3,15	4,22
Średnio Mean	3,91	4,03	3,81	2,90	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 0,61

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,88

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation 1,09

Najwyżej plonowała pszenica w latach 2002 i 2004 (średnio 4,20–4,22 t·ha⁻¹), natomiast istotnie niżej (średnio o 38,8–39,1%) w 2003 roku. Należy sądzić, że było to wynikiem większej liczby kłosów na 1 m² (tab. 2), większej masy ziarna z kłosa (tab. 3) oraz większej masy 1000 ziaren (tab. 4).

Tabela 2

Liczba kłosów pszenicy twardej na 1 m²
The number of heads of hard wheat per 1 m²

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	470	461	421	400	438
2003	438	413	405	333	397
2004	440	484	417	360	425
Średnio — Mean	449	453	414	364	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 25

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 41

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 3

Masa ziarna z kłosa pszenicy twardej (g)
Weight of grains per head of hard wheat (g)

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	1,03	1,00	0,98	0,82	0,96
2003	0,83	0,69	0,69	0,64	0,71
2004	1,15	1,10	1,09	0,89	1,06
Średnio — Mean	1,00	0,93	0,92	0,78	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 0,12

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,18

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation 0,23

Tabela 4

Masa 1000 ziaren pszenicy twardej w g
Weight of 1000 grains of hard wheat in g

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	48,9	48,8	47,6	42,2	46,9
2003	43,9	41,7	42,1	40,5	42,1
2004	49,8	47,5	49,0	47,2	48,4
Średnio — Mean	47,5	46,0	46,2	43,3	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 1,8

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 2,6

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 5

Liczba ziaren w kłosie pszenicy twardej
Number of grains in head of hard wheat

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	31,0	32,2	28,9	27,3	29,9
2003	33,0	28,7	29,0	26,3	29,3
2004	23,3	23,4	22,2	18,8	21,9
Średnio — Mean	29,1	28,1	26,7	24,1	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 1,5

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 2,1

We współdziałaniu — in interaction:

Lata x zmianowanie — years x crop rotation r.n. – n.s.

Jedynie liczba ziaren w kłosie była mniejsza w 2004 roku niż w pozostałych latach (tab. 5). W zmianowaniach uważanych za przyrodniczo poprawne, tj. A (25% pszenicy twardej) i B (50% pszenicy twardej) plony ziarna były zbliżone i wynosiły około $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast zwiększony do 75% udział pszenicy w zmianowaniu (zmianowanie C) powodował ponad 5% obniżkę plonu. Dalsze zwiększanie udziału pszenicy w zmianowaniu, do 100% (zmianowanie D), istotnie zmniejszało plon ziarna o 23,8–28,0% ($0,91\text{--}1,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), w stosunku do zmianowań A–C. Spadek plonu wynikał z mniejszej liczby kłosów na 1 m^2 (średnio o 12,1–19,6%), w stosunku do zmianowań A–C (tab. 2). Również masa ziarna z kłosa była w zmianowaniu D (monokultura) istotnie niższa o 15,2–22,0%, w porównaniu do zmianowań A–C (tab. 3). Analogicznie kształtowała się także masa 1000 ziaren (tab. 4). W zmianowaniu D wartość tej cechy była istotnie mniejsza (o 5,8%–8,8%) niż na pozostałych obiektach. Podobnie liczba ziaren w kłosie pszenicy twardej była w zmianowaniu D istotnie mniejsza o 9,7–17,1% niż w zmianowaniach A–C (tab. 5). Ponadto pszenica twarda wysiewana w zmianowaniu C (75% pszenicy) wytworzyła istotnie mniej ziaren w kłosie niż w zmianowaniu A (25% pszenicy).

Warunki pogodowe w latach badań różnicowały także powierzchnię blaszek liściowych, a tym samym wskaźnik pokrycia liściowego (LAI). W wilgotnym 2002 r. wskaźnik ten osiągnął istotnie większą wartość niż w latach 2003–2004, odpowiednio o 22,4–29,6% (tab. 6). Powierzchnia liści zależała także od udziału pszenicy twardej w zmianowaniu (tab. 6). Średnio w zmianowaniu A (25% pszenicy) wskaźnik LAI wynosił 2,99 i był istotnie większy niż w zmianowaniach B (50% pszenicy), C (75% pszenicy) i D (monokultura), odpowiednio o 20,0%, 24,0% i 50,8%.

Analiza korelacji wykazała istotne i dodatnie zależności między wskaźnikiem pokrycia liściowego LAI a plonem ziarna ($r = 0,60$) — tab. 7. Wskaźnik LAI był również dodatnio skorelowany z liczbą źdźbeł kłosonośnych na 1 m^2 ($r = 0,58$), masą ziarna z kłosa ($r = 0,71$) oraz liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,65$). Z kolei plon ziarna był uwarunkowany liczbą kłosów na 1 m^2 ($r = 0,56$), masą ziaren z kłosa ($r = 0,65$) oraz liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,70$). Ujemne korelacje wystąpiły między liczbą kłosów na 1 m^2 a masą ziarna z kłosa ($r = -0,55$), a także między liczbą kłosów na 1 m^2 i liczbą ziaren w kłosie ($r = -0,60$).

Tabela 6

Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) pszenicy twardej w fazie DC 60-65
Leaf area index (LAI) of hard wheat in growth stage 60-65

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	3,31	3,01	2,39	2,01	2,90
2003	2,44	2,11	2,27	1,35	2,04
2004	3,23	2,04	2,14	1,59	2,25
Średnio — Mean	2,99	2,39	2,27	1,47	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 0,20

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,31

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 7

Istotne współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy twardej
Significant correlation coefficients (r) among features of hard wheat

Wyszczególnienie Specification	LAI	Plon ziarna Yield of grain	Liczba kłosów na 1 m ² Number of head per 1 m ²
Plon ziarna Yield of grain	0,60		
Liczba źdźbeł kłosonośnych na 1 m ² Number of heads per 1 m ²	0,58	0,56	
Masa ziarna z kłosa Weight of grains in head	0,71	0,65	-0,55
Liczba ziarn w kłosie Number of grains in head	0,65	0,70	-0,60

n = 12

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Pszenica twarda wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie (linia LGR 896/23) odznaczała się dużą zmiennością plonów w latach badań i zmianowaniach. Wysokie plony ziarna uzyskano w systemie zmianowania roślin, w tym również w zmianowaniu z 75% jej udziałem. Istotnie niżej plonowała pszenica w monokulturze. Również w innych badaniach Woźniaka (2003), lecz z udziałem pszenicy jarej wykazano wysoki spadek plonu w monokulturze w odniesieniu do zmianowania. Przyczyną tej obniżki była redukcja liczby kłosów na 1 m², masy ziarna z kłosa oraz liczby ziaren w kłosie. Potwierdza to również analiza korelacji między omawianymi cechami wynikowymi. Z literatury tematu wiadomo, że powodem obniżki wartości elementów struktury plonu może być porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni, a także zachwaszczenie łąnu towarzyszące zmianowaniom zbożowym. Znaczący wpływ w kształtowaniu plonu miały również warunki pogodowe. W 2002 i 2004 roku plon ziarna był o 38,8%–39,1% wyższy niż w 2003. Jak podają Budzyński i wsp. (2004) wpływ warunków pogodowych na plon jest silniejszy od sposobów uprawy. W niniejszych

badaniach warunki pogodowe wpływały również na wskaźnik pokrycia liściowego (LAI). Istotnie wyższą wartość LAI stwierdzono w 2002 roku niż w pozostałych latach. Cecha ta zależała również od systemu następstwa roślin. W zmianowaniu z 25% udziałem pszenicy był on istotnie większy niż w monokulturze oraz zmianowaniach B (50% pszenicy) i C (75% pszenicy). Wyniki te znajdują potwierdzenie także w badaniach Zająca (1999), w których powierzchnia liści i wartość LAI pszenżyta była większa po dobrych przedplonach niż po słabych. Z kolei Jończyk i Kawalec (2001) wykazali, że pszenica uprawiana w systemie ekologicznym, w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia, wytworzyła mniejszy LAI niż w systemie tradycyjnym. W niniejszych badaniach wskaźnik LAI był istotnie skorelowany z plonem ziarna oraz liczbą źdźbeł kłosonośnych, masą ziarna z kłosa i liczbą ziaren w kłosie.

WNIOSKI

1. Pszenica twarda uprawiana w monokulturze plonowała istotnie niżej niż w zmianowaniach z 25–75% jej udziałem w strukturze zasiewów. Było to wynikiem mniejszej obsady kłosów na 1 m², niższej masy ziarna z kłosa, a także mniejszej liczby ziaren w kłosie.
2. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) zależał od przebiegu warunków agroklimatycznych w roku prowadzenia badań oraz udziału pszenicy twardej w zmianowaniu. W zmianowaniu A (25% pszenicy) wynosił on 2,99 i był istotnie większy niż w zmianowaniach B (50% pszenicy), C (75% pszenicy) i D (100% pszenicy).
3. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) był istotnie skorelowany z plonem ziarna, liczbą źdźbeł kłosonośnych na 1 m², masą ziarna z kłosa i liczbą ziaren w kłosie.

LITERATURA

- Biskupski A., Kaus A., Pabin J., Włodek S. 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wskaźnik powierzchni liści (LAI), średni kąt nachylenia liści (MTA) i plon wybranych odmian pszenicy twardej. *Ann. UMCS, Sec. E*, 59, 2: 649 — 654.
- Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 135: 33 — 44.
- Czerednik A., Nalborczyk E. 2000. Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego (RUE) — nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. *Biul. IHAR* 215: 13 — 22.
- Faber A., Nieróbca A. 1999. Prognozowanie plonu pszenicy ozimej na podstawie indeksu powierzchni liści. *Fragm. Agron.* 1: 59 — 68.
- Gregorczyk A., Piech M. 1999. Wskaźnikowa analiza wzrostu owsa nagoziarnistego i oplewionego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 114, 3/4: 117 — 128.
- Gregorczyk A., Piech M. 2000. Porównanie dynamiki wzrostu owsa nieoplewionego z oplewionym. *Biul. IHAR* 215: 201 — 208.
- Jończyk K., Kawalec A. 2001. Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej. *Biul. IHAR* 220: 35 — 43.
- Nichiporovich A. A. 1972. *Fotosinteticheskaya deyatelnost rastenij i puti powysheniya ich produktivnost*. Izd. Nauka, Moskwa: 511 — 526.

- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Rozpr. Nauk. 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rachoń L., Szumiło G. 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 130/2: 619 — 624.
- Szmigiel A., Oleksy A. 1997. Wpływ kierunku siewu na powierzchnię asymilacyjną liści oraz plonowanie i zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego. Biul. Reg. AR Krak. 314: 26 — 30.
- Szmigiel A., Kiełbasa S., Paradowski R. 1997. Wpływ zagęszczonego siewu i retardantów na architekturę łanu i plonowanie zbóż jarych w warunkach górskich. Biul. Reg. AR Krak. 314: 31 — 34.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR 194: 149 — 154.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. Annales UMCS, Sec. E, 59, 1: 101 — 113.
- Woźniak A. 2001. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. Rozprawy naukowe AR w Lublinie, 247.
- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. Biul. IHAR 228: 41 — 50.
- Zajac T., 1999. Indeks powierzchni liści oraz plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od doboru przedplonu. Pam. Puł. 114: 375 — 380.