

Andrzej Biskupski¹, Adam Kaus², Jan Pabin¹, Stanisław Włodek¹

Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wskaźnik
powierzchni liści (LAI), średni kąt nachylenia liści (MTA) i plon
wybranych odmian pszenicy jarej

The influence of differentiated fertilization with nitrogen on leaf area index (LAI), mean tip angle (MTA) and yield of crop in selected cultivars of spring wheat

ABSTRACT. The study was carried out in the years 2001–2003 in the fields of the Experimental Station, Institute of Cultivation, Fertilization and Soil Science at Jelcz-Laskowice. The experiments were set up on soil of very good rye complex with the split-block method in two replications. There were applied two doses of nitrogen fertilization. The first general dose was applied before sowing, while the additional one (40 kg N) at shooting stage. Leaf area index (LAI) and mean tip angle (MTA) were determined with use of a LAI-2000 meter (LI-COR, USA) at the beginning of the heading stage in four replications. The study aimed at assessing the influence of differentiated nitrogen fertilization on the yielding of crops and selected indices of canopy architecture (LAI, MTA) with five spring wheat cultivars. The cultivars belonged to three groups of technological value: selective, qualitative and bread. The yields of spring wheat were found to have been significantly influenced by weather conditions, particularly in the third year of the study. Long-lasting drought during the vegetation period brought about a decisive decrease in the yields after application of a higher nitrogen dose. The leaf area index was significantly differentiated according to cultivars, fertilization and years. The highest LAI index was noted in Opatka cultivar grown on an increased dose of nitrogen fertilization in the second year of the study. The largest mean tip angle (MTA) was observed in the Zebra cultivar in the first year of the study.

KEY WORDS: grain yield, nitrogen fertilization, leaf area index, mean tip angle

Powszechnie znany jest fakt reakcji zbóż jarych na zróżnicowane nawożenie, zwłaszcza azotowe. W wielu pracach wskazano na istotne znaczenie tego nawożenia w kształtowaniu plonów roślin [Rudnicki 1998; Sienkiewicz 1998; Urbanowski 1992]. Jednak w przypadku nowych odmian nie do końca poznana jest agrotechnika, a zwłaszcza optymalny poziom nawożenia azotem.

Współczesne techniki pomiarowe pozwalają na szybkie i nieniszczące pomiary powierzchni (LAI) i kąta nachylenia (MTA) liści. Wymienione wskaźniki opisują w szerszy sposób zmiany zachodzące w łanie oraz pozwalają z pewnym wyprzedzeniem określić plon roślin [Podolska, Ruszkowski 1991; Igras, Kubsik 1999; Faber 2000; Jończyk 2002].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie oraz wybrane wskaźniki architektury łanu (LAI, MTA) pięciu odmian pszenicy jarej, należących do trzech grup wartości technologicznej: elitarniej, jakościowej i chlebowej.

METODY

Badania prowadzono w latach 2001–2003 na polach Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach. Doświadczenia zakładano na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego metodą pasów prostopadłych (split-block) w dwóch powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru – 30 m².

Wskaźnik powierzchni liści (LAI) oraz średni kąt ich nachylenia (MTA) określono, wykonując pomiary miernikiem LAI-2000 firmy LI-COR (USA) w fazie początku kłoszenia w czterech powtórzeniach. Pomiary wykonano pomiędzy godziną 6.00 a 7.00 rano. Temperatura powietrza w okresie pomiarów wynosiła: w 2001 roku 12,5°C, 2002 – 17,9°C i w 2003 – 18,5°C, natomiast wilgotność odpowiednio: 72%, 72% i 87%.

W doświadczeniu badano pięć odmian pszenicy jarej, należących do trzech grup wartości technologicznej: elitarniej (Viniett, Zebra), jakościowej (Nawra, Opatka) i chlebowej (Helia). Czynniki doświadczenia: I czynnik – odmiany, II czynnik – poziomy nawożenia azotem: 80 i 120 kg N/ha. Pierwszą ogólną dawkę N zastosowano przedsięwzięcie na całości doświadczenia, natomiast dodatkowe nawożenie N (40 kg) w fazie strzelania w źdźbło na połowie każdego poletka. Nawożenie fosforowo-potasowe (100 kg P₂O₅ i 150 kg K₂O) zastosowano przed siewem pszenicy jarej. Pozostałe zabiegi pielęgnacyjne i uprawowe wykonano zgodnie z instrukcją i metodyką COBORU.

Wyniki poddano analizie statystycznej, obliczając NIR przy pomocy analizy wariancji. Ponadto dla materiału badawczego utworzono macierz współczynników korelacji liniowej prostej.

Tabela 1. Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji dla Jelcza-Laskowic
 Table 1. Weather conditions during vegetation period at Jelcz-Laskowice

Rok Year	Dekada 10-days' period	Kwiecień April		Maj May		Czerwiec June		Lipiec July	
		t*	o**	t	o	t	o	t	o
2001	I	8,6	23,6	15,0	9,4	13,4	22,9	18,8	21,3
	II	4,8	10,1	14,5	36,2	15,0	18,2	19,0	61,5
	III	9,6	7,2	15,0	23,2	16,9	29,9	19,8	58,0
	średnio mean	7,7	40,9	14,8	68,8	15,1	71,0	19,2	140,8
2002	I	3,8	0,5	18,4	10,7	15,8	43,3	20,7	20,0
	II	9,7	32,7	16,0	21,1	19,8	4,7	20,9	14,6
	III	11,4	11,3	17,2	47,0	18,7	5,6	19,9	3,6
	średnio mean	8,3	44,5	17,2	78,8	18,1	53,7	20,5	38,2
2003	I	2,2	7,1	16,7	14,0	21,3	4,2	17,3	34,3
	II	7,5	6,4	13,3	42,9	19,2	14,4	20,0	9,4
	III	12,7	6,1	17,1	0,8	18,6	9,0	21,7	34,0
	średnio mean	7,5	19,6	15,7	57,7	19,7	27,6	19,7	77,7
Średnie z wielolecia 1956–2000 Means from 1956–2000		8,0	37,6	13,3	61,3	16,6	71,4	18,2	80,0

*t – temperatura temperature

**Opad Rainfall

Układ temperatur w okresie badawczym był wyraźnie zróżnicowany (tab. 1). Najcieplejszym okresem wegetacyjnym dla roślin okazał się rok 2002, w którym średnie temperatury były wyższe nie tylko w stosunku do okresu badawczego, ale również do wielolecia. Różnice pomiędzy latami odnotowano także w ilości i rozkładzie opadów. Największe sumy opadów wykazano w pierwszym roku badań, a miesiącem o największej ilości opadów był lipiec. W roku 2003 wystąpiły największe niedobory opadów, a rozkład tych opadów był również niekorzystny.

WYNIKI

Na plon ziarna pszenic jarych istotny wpływ miały wyłącznie warunki pogodowe, zwłaszcza w trzecim roku badań (tab. 2). Długotrwała susza w okresie wegetacji w decydujący sposób wpłynęła na obniżenie plonów, nierekompensowanych nawet zastosowaniem wyższej dawki N. Potwierdza to opinie autorów, którzy podkreślają zwłaszcza dla odmian pszenic jarych niekorzystny wpływ na plonowanie niedoborów opadów w okresie wegetacji [Adamiak, Stępień 1998; Sienkiewicz 1998; Weber i in. 1999]. W doświadczeniach PDO w województwach dolnośląskim, śląskim i opolskim wyniki w plonowaniu tych samych od-

Tabela 2. Plon ziarna (t/ha) odmian pszenicy jarej w latach 2001-2003
 Table 2. Grain yield (t/ha) of spring wheat cultivars in the years 2001-2003

Odmiana Cultivar	Klasa jakości Class of quality	2001			2002			2003			Średnio Mean 2001-2003
		A*	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean	
Viniett	E	3,87	3,95	3,91	2,92	3,29	3,11	4,19	3,22	3,71	3,41
Zebra	E	2,88	3,01	2,95	3,48	4,06	3,77	3,95	3,31	3,63	3,34
Nawra	A	3,49	3,78	3,64	3,27	4,33	3,80	3,35	3,31	3,33	3,59
Opatka	A	3,69	4,07	3,88	3,04	3,35	3,20	3,80	3,48	3,64	3,57
Helia	B	3,77	3,69	3,73	2,89	3,95	3,42	4,41	3,16	3,79	3,65
Średnia Mean		3,54	3,70		3,12	3,80		3,94	3,30		
NIR LSD _{0,05}											
Odmiany Cultivars (o)		ni** ns									
Nawożenie Fertilization (n)		ni ns									
Lata Years (l)		0,16									
Współdziałanie Interaction											
o × n		ni ns									
o × l		0,74									
n × l		0,28									

*A – nawożenie azotem nitrogen fertilization 80 kg N ha⁻¹

B – nawożenie azotem nitrogen fertilization 120 kg N ha⁻¹

**Nieistotne Not significant

 Tabela 3. Wskaźnik powierzchni liści (LAI) odmian pszenicy jarej w latach 2001-2003
 Table 3. Leaf area index (LAI) in spring wheat cultivars in the years 2001-2003

Odmiana Cultivar	Klasa jakości Class of quality	2001			2002			2003			Średnia Mean 2001-2003
		A*	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean	
Viniett	E	2,00	2,29	2,15	3,64	3,79	3,72	3,34	4,02	3,68	3,18
Zebra	E	1,67	1,95	1,81	3,02	3,19	3,11	2,66	2,80	2,73	2,55
Nawra	A	2,15	2,20	2,18	3,56	3,64	3,60	2,63	3,32	2,98	2,92
Opatka	A	2,50	3,16	2,83	3,54	4,62	4,08	3,22	3,15	3,19	3,37
Helia	B	1,76	1,78	1,71	3,77	4,03	3,90	2,82	3,45	3,14	2,92
Średnio Mean		2,02	2,28		3,51	3,85		2,93	3,35		
NIR LSD _{0,05}											
Odmiany Cultivars (o)		0,55									
Nawożenie Fertilization (n)		0,23									
Lata Years (l)		0,35									
Współdziałanie Interaction											
o × n		ni** ns									
o × l		ni ns									
n × l		ni ns									

*Objaśnienia jak w tabeli 2 Explanations see Table 2

**Nieistotne Not significant

Tabela 4. Średni kąt nachylenia liści (MTA) odmian pszenicy jarej w latach 2001-2003
 Table 4. Mean Tip Angle (MTA) in spring wheat cultivars in the years 2001-2003

Odmiana Cultivar	Klasa jakości Class of quality	2001			2002			2003			Średnio Mean 2001-2003
		A*	B	średnio mean	A	B	średnio mean	A	B	średnio mean	
Viniett	E	63	64	63	57	62	60	59	56	58	60
Zebra	E	66	70	68	61	64	62	58	67	62	64
Nawra	A	59	61	60	52	54	53	57	60	58	57
Opatka	A	63	61	62	60	57	58	55	58	56	59
Helia	B	67	65	66	46	56	51	65	64	64	60
Średnio Mean		64	64		55	59		59	61		
NIR LSD _{0,05}											
Odmiany Cultivars (o)											5,97
Nawożenie Fertilization (n)											ni** ns
Lata Years (l)											3,82
Współdziałanie Interaction											
o × n											ni ns
o × l											ni ns
n × l											ni ns

*Objaśnienia jak w tabeli 2 Explanations see Table 2

mian były nieco odmienne [Behnke, Lubecka-Ziemińska 2004]. W miejscowościach, w których ilość i rozkład opadów były prawidłowe, plony pszenicy jarej na podwyższonym poziomie nawożenia azotem we wszystkich latach były wyższe niż na poziomie przeciętnym (80 kg N/ha).

Zarówno odmiany pszenicy, jak i ich nawożenie oraz lata wpływały w istotny sposób na wskaźnik powierzchni liści (tab. 3). Najwyższym wskaźnikiem LAI odznaczała się odmiana jakościowa Opatka na zwiększonej dawce nawożenia azotem w drugim roku badań (4,62). Najmniejszą średnią wartość tego wskaźnika miała Helia, należąca do odmian chlebowych, w 2001 roku (1,71). Średni wskaźnik powierzchni liści dla pięciu odmian był najwyższy w roku 2002. Należy zaznaczyć, że był to rok o największej ilości opadów w okresie wegetacji roślin.

Najmniejsze – erektoidalne ustawienie liści miały odmiany jakościowe Nawra i Opatka (tab. 4). Największy kąt nachylenia liści (MTA) zaobserwowano w pierwszym roku badań u odmiany elitarniej Zebra. Należy zaznaczyć, że odmiany o dużym kącie nachylenia liści wykazywały się mniejszym plonem, natomiast odmiany o małym kącie – plonem wyższym.

Obliczenia korelacyjne za okres trzyletni wykazały istotne zależności pomiędzy powierzchnią liści, kątem ustawienia liści i plonem. Stwierdzono, że powierzchnia liści była w znacznym stopniu ujemnie skorelowana z kątem ustawienia liści (-0,76). Mniejsza ujemna zależność wystąpiła pomiędzy plonem ziarna a powierzchnią liści (-0,58). Podobne zależności w zbożach uzyskał Jończyk [2002].

WNIOSKI

1. Na plon ziarna odmian pszenic jarych istotny wpływ wywierały tylko warunki pogodowe w poszczególnych latach badań.
2. Zwiększone nawożenie azotem pszenic jarych dodatnio wpływało na wskaźnik powierzchni liści (LAI). Najkorzystniej w okresie badawczym oceniono odmianę jakościową Opatkę.
3. Największym średnim kątem nachylenia liści odznaczała się odmiana elitarna Zebra w pierwszym roku badań.
4. Stwierdzono istotne ujemne zależności pomiędzy plonem ziarna a powierzchnią liści oraz powierzchnią liści a kątem ustawienia liści.

PIŚMIENICTWO

- Adamiak J., Stępień A. 1998. Reakcja pszenicy jarej na nawożenie ekologiczne. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 307, Rolnictwo 1, 51–58.
- Behnke M., Lubecka-Ziembińska J. 2004. Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe. Wyniki plonowania odmian zbóż jarych w doświadczeniach porejestrowych w rejonie śląskim. COBORU, 1–6.
- Faber A. 2000. Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. *Fragm. Agro.* 17, 4, 46–52.
- Igras J., Kubsik K. 1999. Dynamika zapasów wody w glebach różnych kompleksów w zależności od indeksu powierzchni liści i akumulacji suchej masy pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 6, 1, 39–48.
- Jończyk K. 2002. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pamiętnik Puławski – Materiały Konferencji.* Puławy, 130, 1, 339–345.
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy.* Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Puławy 21–21 X 1998, 51–63.
- Podolska G., Ruskowski M. 1991. Studia nad modelem ładu pszenicy ozimej. Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę ładu. *Fragm. Agron.* 8, 3, 57–72.
- Sienkiewicz S. 1998. Porównanie dwóch systemów nawożenia roślin w płodozmianie. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu.* 307, Rolnictwo 2, 127–135.
- Urbanowski S. 1992. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w kształtowaniu wysokości plonów i ich jakości w zmianowaniu. *Materiały Konferencyjno-Naukowe „Nawozy organiczne”.* Szczecin 1, 26–31.
- Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B. 1999. Wpływ uproszczeń uprawy roli i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w warunkach okresowych niedoborów wody. *Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura* 74, 157–162.

Badania prowadzono w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO)