

ZRÓŻNICOWANE NAWOŻENIE AZOTEM A PLONOWANIE I WYBRANE WSKAŹNIKI ARCHITEKTURY ŁANU KILKU ODMIAN PSZENICY JAREJ

Andrzej Biskupski

Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Pulawach

Adam Kaus

Stacja Doświadczalna w Jelczu Laskowicach

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Pulawach

Stanisław Włodek, Jan Pabin

Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Pulawach

Streszczenie. Badania prowadzono na polach Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu Laskowicach w latach 2002–2004 w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego. Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie roślin oraz wybrane wskaźniki architektury łanu kilku odmian pszenicy jarej. Odmiany należały do trzech grup wartości technologicznej: jakościowej, chlebowej i elitarniej. Na plon ziarna istotny wpływ wywierały wyłącznie warunki pogodowe w poszczególnych latach badań. Najwyższy łan tworzyła odmiana jakościowa Helia i Żura a najniższy Kosma. Wysoką masą 1000 ziarn odznaczała się Kokska oraz Żura. Najwyższy wskaźnik LAI miała Kokska na zwiększonej dawce nawożenia azotem. Obliczenia korelacyjne wykazały istotne dodatnie zależności pomiędzy plonem ziarna a wysokością roślin i kątem ustawienia liści oraz między kątem ustawienia liści a masą 1000 ziarn. Ujemne korelacje stwierdzono między plonem ziarna a powierzchnią liści, masą 1000 ziarn a wysokością roślin i powierzchnią liści, oraz powierzchnią liści a kątem ich ustawienia.

Słowa kluczowe: pszenica jara, plon ziarna, nawożenie azotem, wskaźnik architektury łanu, wartość technologiczna.

Wstęp

Powszechnie znany jest efekt reakcji zbóż jarych na zróżnicowane nawożenie, szczególnie zaś azotowe. 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 [Faber 2000; Igras, Kubsik 1999; Jończyk 2002].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie oraz wybrane wskaźniki architektury łanu (wysokość roślin, masa 1000 ziarn, LAI, MTA) pięciu odmian pszenicy jarej, należących do trzech grup wartości technologicznej: jakościowej, chlebowej i elitarnej.

Materiał i metody

Badania prowadzono w latach 2002–2004 na polach Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu Laskowicach. Doświadczenia zakładano na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego metodą pasów prostopadłych (split-block) w dwóch powtórzeniach. 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 a 7 rano. Temperatura powietrza w okresie pomiarów wynosiła: w 2002 roku 17,9°C, 2003 - 18,5°C i w 2004 - 16,3°C, natomiast wilgotność powietrza odpowiednio: 72%, 87% i 71%. W doświadczeniu badano pięć odmian pszenicy jarej należących do trzech grup wartości technologicznej: jakościowej (Koksa, Żura, Kosma), chlebowej (Helia) i elitarnej (Viniett).

Czynniki doświadczenia: I czynnik – odmiany, II czynnik – poziomy nawożenia azotem: A – 80 kg N·ha⁻¹ oraz B - 120 kg N·ha⁻¹.

Pierwszą dawkę N (40 kg) zastosowano przedsięwzięcie na całości doświadczenia, natomiast pogłównie: 40 kg N·ha⁻¹ w fazie strzelania w źdźbło na poziomie A i B oraz 40 kg N·ha⁻¹ w fazie kłoszenia na poziomie B. 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.

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, jednak rozkład opadów, zwłaszcza w czerwcu był nierównomierny. Miesiącem o największej ilości opadów był lipiec w 2003 roku. W tym samym roku w pierwszych trzech miesiącach wegetacji wystąpiły duże niedobory opadów a rozkład tych opadów był również niekorzystny.

Zróżnicowane nawożenie azotem ...

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

Rok	Dekada	Kwiecień		Maj		Czerwiec		Lipiec	
		t*	o**	t	o	t	o	t	o
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
	średnia	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
	średnia	7,5	19,6	15,7	57,7	19,7	27,6	19,7	77,7
2004	I	7,6	4,6	14,8	14,4	17,2	11,4	17,8	23,2
	II	8,9	0,4	12,3	10,9	16,4	26,9	18,3	7,9
	III	11,7	19,3	11,7	12,0	17,4	5,4	19,5	24,2
	średnia	9,4	24,4	12,9	37,3	17,0	43,7	18,5	55,3
Średnie z wielolecia 1956-2000		8,0	37,6	13,3	61,3	16,6	71,4	18,2	80,0

* t - temperatura; ** o - opad

Wyniki i dyskusja

Na plon ziarna pszenic jarych istotny wpływ miały wyłącznie warunki pogodowe zwłaszcza w drugim roku badań (tab. 2).

Tabela 2. Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004
Table 2. Grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) of spring wheat cultivars in the years 2002–2004

Odmiany	Klasa jakości	2002			2003			2004			Średnia 2002-2004
		A*	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia	
Koksa	A	3,34	3,32	3,33	3,40	2,61	3,01	4,77	4,29	4,53	3,62
Żura	A	2,84	4,33	3,59	3,29	2,60	2,95	4,02	4,82	4,42	3,65
Kosma	A	3,12	3,71	3,42	3,14	3,13	3,14	3,66	4,45	4,06	3,54
Helia	B	2,89	3,95	3,42	4,41	3,16	3,79	4,97	5,05	5,01	4,07
Viniett	E	2,92	3,29	3,11	4,19	3,22	3,71	4,26	4,40	4,33	3,71
Średnia		3,02	3,72	3,37	3,69	2,94	3,32	4,34	4,60	4,47	3,72
NIR, LSD _(0,05)											
Odmiany (o)		r.n.**									
Nawoż. (n)		r.n.									
Lata (l)		0,385									
współdz.											
o x n		r.n.									
o x l		r.n.									
n x l		0,345									

Źródło: Obliczenia własne autorów

* A – nawożenie azotem 80 kg N·ha⁻¹

B – nawożenie azotem 120 kg N·ha⁻¹

** r.n. - różnice nieistotne

Długotrwała susza w okresie wegetacji w decydujący sposób wpłynęła na obniżenie plonów, nie rekompensowanych nawet zastosowaniem wyższej dawki azotem. Najwyższy plon ziarna uzyskano w trzecim roku badań. Potwierdza to opinie autorów, którzy podkreślają zwłaszcza dla odmian pszenic jarych niekorzystny wpływ niedoborów opadów w okresie wegetacji na plonowanie [Adamiak, Stępień 1998; Sienkiewicz 1998; Weber i in. 1999]. W doświadczeniach PDO w województwach: dolnośląskim, śląskim i opolskim wyniki w plonowaniu tych samych odmian były nieco odmienne [Behnke, Lubecka-Ziemińska 2004]. W miejscowościach, w których ilość i rozkład opadów były prawidłowe, plony pszenic jarych na podwyższonym poziomie nawożenia azotem we wszystkich latach były wyższe jak na poziomie przeciętnym (80 kg N·ha⁻¹).

Wysokość roślin poszczególnych odmian była istotnie zróżnicowana (tab. 3). Wahała się ona od ponad 100 cm w roku 2002 (Koksa), do 70 cm (Viniett) w roku 2003. Najwyższy łan tworzyła Helia i Żura we wszystkich latach badań. Zdecydowanie małą wysokością roślin charakteryzowała się odmiana Kosma. Średnie wartości badanej cechy były najniższe w 2003 roku. W badaniach własnych pod względem wysokości roślin uzyskano zbliżone wyniki do badań porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego [Behnke, Lubecka-Ziemińska 2004].

Tabela 3. Wysokość roślin (cm) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004

Table 3. Height of spring wheat plants (cm) in the years 2002–2004

Odmiany	Klasa jakości	2002			2003			2004			Średnia 2002-2004
		A*	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia	
Koksa	A	101	102	102	83	73	78	99	98	98	93
Żura	A	98	100	99	79	79	79	100	98	99	92
Kosma	A	94	91	92	73	69	71	94	91	92	85
Helia	B	98	100	99	84	83	84	100	99	99	94
Viniett	E	97	96	96	70	71	70	95	92	94	87
Średnia		98	98	98	78	75	76	98	96	97	90
NIR, LSD _(0,05)											
Odmiany (o)											4,1
Nawoż. (n)											r.n. **
Lata (l)											2,6
współdz.											
o x n											r.n.
o x l											r.n.
n x l											r.n.

Źródło: Obliczenia własne autorów

*,** Objasnienia jak w tabeli 2

Masa 1000 ziarn była istotnie zróżnicowana tylko u odmian (tab. 4). Najwyżej pod względem tej cechy oceniono Kokse i Żurę. Małą masą 1000 ziarn odznaczała się Viniett. Rok 2002 był najbardziej niekorzystny dla wszystkich odmian pod względem omawianej cechy. W badaniach porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego uzyskano wyniki podobne [Behnke, Lubecka-Ziemińska 2004]. Ze względu na niekorzystne warunki atmosferyczne masa 1000 ziarn pszenic jarych w roku 2002 w całym województwie była bardzo niska.

Zróżnicowane nawożenie azotem ...

Tabela 4. Masa 1000 ziarn (g) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004

Table 4. Weight of 1,000 grains (g) in spring wheat cultivars in the years 2002–2004

Odmiany	Klasa jakości	2002			2003			2004			Średnia 2002-2004
		A*	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia	
Koksa	A	34,5	34,2	34,4	48,4	47,8	48,1	44,6	45,6	45,1	42,5
Żura	A	33,6	33,8	33,7	45,8	45,9	45,8	45,0	46,6	45,8	41,8
Kosma	A	35,9	36,3	36,1	41,1	41,9	41,5	44,2	42,8	43,5	40,4
Helia	B	32,5	33,9	33,2	45,7	46,0	45,8	43,9	42,8	43,4	40,8
Viniett	E	32,8	33,4	33,1	43,6	44,3	43,9	42,8	43,0	42,9	40,0
Średnia		33,9	34,3	34,1	44,9	45,2	45,0	44,1	44,2	44,1	41,1
NIR, LSD _(0,05)											
Odmiany (o)											1,52
Nawoż. (n)											r.n. **
Lata (l)											r.n.
współdz.											
o x n											2,34
o x l											r.n.
n x l											r.n.

Źródło: Obliczenia własne autorów

*,** Objasnienia jak w tabeli 2

Zarówno odmiany pszenic, poziomy nawożenia jak i lata różnicowały w istotny sposób wskaźnik powierzchni liści (tab.5). Najwyższym wskaźnikiem LAI odznaczała się odmiana jakościowa Koksa we wszystkich latach badań.

Tabela 5. Wskaźnik powierzchni liści (LAI) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004

Table 5. Leaf area index (LAI) in spring wheat cultivars in the years 2002–2004

Odmiany	Klasa jakości	2002			2003			2004			Średnia 2002-2004
		A*	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia	
Koksa	A	3,84	4,54	4,19	3,42	4,91	4,17	2,05	2,29	2,17	3,51
Żura	A	4,04	3,93	3,99	3,11	4,45	3,78	2,17	1,76	1,97	3,24
Kosma	A	3,13	3,46	3,30	3,01	2,95	2,98	2,19	1,86	2,03	2,77
Helia	B	3,77	4,03	3,90	2,82	3,45	3,14	1,77	1,89	1,83	2,96
Viniett	E	3,64	3,79	3,72	3,34	4,02	3,68	1,80	1,60	1,70	3,03
Średnia		3,68	3,95	3,82	3,14	3,96	3,55	2,00	1,88	1,94	3,10
NIR, LSD _(0,05)											
Odmiany (o)											0,525
Nawoż. (n)											0,221
Lata (l)											0,336
współdz.											
o x n											r.n. **
o x l											r.n.
n x l											0,301

Źródło: Obliczenia własne autorów

*,** Objasnienia jak w tabeli 2; Explanations see Table 2

Najmniejszą średnią wartość tego wskaźnika w pierwszych dwóch latach badań miała Kosma należąca do odmiany jakościowej oraz Viniett w 2004 roku. Zwiększone nawożenie azotem pszenic jarych oddziaływało dodatnio na wskaźnik powierzchni liści (LAI). Indeks powierzchni liściowej charakteryzuje wielkość powierzchni asymilacyjnej zdolnej do absorpcji PAR, od którego zależy fotosynteza, a pośrednio przyrost biomasy [Lepiarczyk, Kulig, Stępiak 2005]. Wskaźnik ten obecnie może być łatwo oznaczany metodą niedestrukcyjną i wykorzystywany do monitorowania stanu upraw, prognozowania plonu ziarna i wilgotności gleby oraz produktywności roślin. Teoretycznie im większy jest LAI, tym większa powinna być produkcja biomasy i plonu rolniczego, który według danych wielu autorów jest ściśle uzależniony od wartości LAI [Czerednik, Nalborczyk 2000]. Jednak przy zbyt dużych wartościach LAI pogarszają się warunki świetlne i zaopatrzenie w CO₂ oraz wzrasta podatność na wyleganie i porażenie chorobami czy szkodnikami. W badaniach wpływu nachylenia liści na pochłanianie radiacji wykazano, że właśnie ta wartość jest istotna w ogólnej architekturze łanu ponieważ jest wyznacznikiem przebiegu fotosyntezy w łanie. Zdaniem Jameison'a i in. [1995] optymalny LAI dla roślin zbożowych w fazie kłoszenia powinien wynosić około 4, a współczynnik $k=0,47$. Największy kąt nachylenia liści (MTA) u odmian zaobserwowano w trzecim roku badań na podstawowym poziomie nawożenia (tab. 6). Najmniejsze, erektoidalne ustawienie liści odnotowano w 2002 roku.

Tabela 6. Średni kąt nachylenia liści (MTA) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004
Table 6. Mean tip angle (MTA) in spring wheat cultivars in the years 2002–2004

Odmiany	Klasa jakości	2002			2003			2004			Średnia 2002-2004
		A*	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia	
Koksa	A	59	57	58	60	56	58	61	58	60	59
Żura	A	55	58	56	61	54	58	62	59	60	58
Kosma	A	58	56	57	59	54	56	63	57	60	58
Helia	B	52	56	54	65	64	64	63	61	62	60
Viniett	E	57	62	59	59	56	58	59	62	60	59
Średnia		56	58	57	61	57	59	62	59	60	59
NIR, LSD _(0,05)											
Odmiany (o)		r.n**									
Nawoż. (n)		1,2									
Lata (l)		1,9									
współdz.											
o x n		2,8									
o x l		4,6									
n x l		1,7									

Źródło: Obliczenia własne autorów

*,** Objasnienia jak w tabeli 2

Obliczenia korelacyjne za okres trzyletni wykazały istotne zależności pomiędzy wysokością roślin, masą 100 ziarn, powierzchnią liści, kątem ustawienia liści oraz plonem (tab.7). Stwierdzono, że powierzchnia liści była wysoce ujemnie skorelowana z plonem ziarna (-0,76), masą 1000 ziarn i kątem ustawienia liści. Ujemna zależność wystąpiła również pomiędzy wysokością roślin a masą 1000 ziarn (-0,45). Dodatnią zależność wykazano pomiędzy plonem ziarna a wysokością roślin i kątem ustawienia liści oraz między kątem ustawienia liści a masą 1000 ziarn. Podobne zależności w zbożach uzyskał Jończyk [2002].

Tabela 7. Współczynniki korelacji
Table 7. Correlation coefficients

Cechy	Plon	Wysokość roślin	MTZ	LAI	MTA
Plon	x	0,40*	0,27	-0,76*	0,49*
Wysokość roślin	0,40*	x	-0,45*	-0,26	0,14
MTZ	0,27	-0,45*	x	-0,40*	0,41*
LAI	-0,76*	-0,26	-0,40*	x	-0,52*
MTA	0,49*	0,14	0,41*	-0,52*	x

Źródło: Obliczenia własne autorów

* - istotne ($p < 0,05$)

Wnioski

1. Na plon ziarna odmian pszenic jarych istotny wpływ wywierały tylko warunki pogodowe w poszczególnych latach badań.
2. Najwyższy łan tworzyła Helia i Żura we wszystkich latach badań.
3. Masa 1000 ziarn była znacznie zróżnicowana tylko u odmian. Najwyżej oceniono Koksę i Żurę.
4. Zwiększone nawożenie azotem pszenic jarych dodatnio oddziaływało na wskaźnik powierzchni liści (LAI). Najkorzystniej w okresie badawczym oceniono odmianę jakościową Koksa.
5. Na kąt ustawienia liści wpływ wywarły warunki pogodowe oraz poziom nawożenia azotem. Najwyższe ich wartości odnotowano w trzecim roku badań na podstawowym poziomie nawożenia.
6. Wykazano istotne zależności pomiędzy plonem ziarna a wysokością roślin i kątem ustawienia liści oraz między kątem ustawienia liści a masą 1000 ziarn. Ujemne korelacje stwierdzono między plonem ziarna a powierzchnią liści, masą 1000 ziarn a wysokością roślin i powierzchnią liści, oraz powierzchnią liści a kątem ich ustawienia.

Bibliografia

- Adamiak J., Stępień A.** 1998. Reakcja pszenicy jarej na nawożenie ekologiczne. Roczn. AR Poznań, 307. Rolnictwo 1. s. 51-58.
- Behnke M., Lubecka-Ziemińska J.** 2004. Wyniki plonowania odmian zbóż jarych w doświadczeniach porejestrowych w rejonie śląskim. Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe. COBORU. s. 1-6.
- Czerednik A., Nalborczyk E.** 2000. Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznego aktywnego (RUE) – nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. Biul. IHAR. Nr 215. s. 13-21.
- Faber A.** 2000. Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. Fragm. Agron. Nr 4 (68). s. 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. Nr 1 (61). s. 39-48.
- Jameison P. D., Martin R. J., Francis G. S., Wilson D. R.** 1995. Drought effects on biomass production and radiation – use efficiency in barley. Field Crop Res. Nr 43. s. 77-86.
- Jończyk K.** 2002. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. Pam. Puł. Nr 130 (1). s. 339-345.

Lepiarczyk A., Kulig B., Stępiak K. 2005. Wpływ uproszczonej uprawy roli i przedplonu na plonowanie oraz kształtowanie LAI wybranych odmian pszenicy ozimej w płodozmianie zbożowym. *Fragm. Agron.* Nr 2 (86). s. 98-105.

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. s. 157-162.

DIFFERENTIATED NITROGENOUS FERTILIZATION AS AGAINST YIELDING AND SELECTED INDICES OF THE CANOPY ARCHITECTURE OF SEVERAL SPRING WHEAT CULTIVARS

Summary. The research was carried out in the years 2002-2004 in the fields of the Experimental Station, Institute of Cultivation, Fertilization and Soil Science, Jelcz-Laskowice, within the programme of Postregi-stration Cultivar Experimentation. The experiment concerned cultivars and levels of nitrogenous fertilization, aiming at estimation of the influence of differentiated nitrogenous fertilization on the yielding of plants and selected indices of canopy architecture of several spring wheat cultivars. The cultivars belonged to three groups of technological value: elite, qualitative and bread. The grain yield was significantly influenced exclusively by the weather conditions in respective years of the research. The tallest canopy was that of the qualitative cultivar Helia and Żura, the lowest one of Kosma. The latter was conspicuous by high weight of 1,000 grains in all years of the research. The highest LAI index was that in Kokska grown on increased dose of nitrogenous fertilization. Correlation calculations for three-year period revealed significant positive dependences between the yield of grain on one hand and the height of plants and foliage tip angle on the other, as well as between the foliage tip angle and the weight of 1,000 grains. Negative correlations were found between the yield of grain and the surface of leaves, weight of 1,000 grains and height of plants, as well as between the surface of leaves and their tip angles.

Key words: spring wheat, grain yield, nitrogen fertilization, indice of canopy architecture, technological value

Adres do korespondencji:

Andrzej Biskupski; e-mail: biskupand@poczta.onet.pl

Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

ul. Orzechowa 61

50-540 Wrocław