

ANDRZEJ BISKUPSKI<sup>1</sup>, ADAM KAUS<sup>2</sup>, STANISŁAW WŁODEK<sup>1</sup>, JAN PABIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia w Jelczu-Laskowicach

<sup>2</sup>Stacja Doświadczalna Jelcz-Laskowice

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

## WPŁYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE ORAZ WYBRANE WSKAŹNIKI ARCHITEKTURY ŁANU KILKU ODMIAN PSZENICY JAREJ\*

Influence of different level of nitrogen fertilization on yielding and selected indices of canopy  
architecture in several spring wheat cultivars

**ABSTRACT:** 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. Powierzchnia poletka do zbioru – 30 m<sup>2</sup>.

Zastosowano dwie dawki nawożenia azotem. Pierwszą ogólną dawkę N – przedsięwzięcie, natomiast dodatkowe nawożenie N (40 kg) w fazie strzelania w źdźbło. Nawożenie fosforowo-potasowe (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 150 kg K<sub>2</sub>O) zastosowano przed siewem pszenicy jarej. Pozostałe zabiegi pielęgnacyjne i uprawowe wykonano zgodnie z metodyką i instrukcją COBORU.

Masę 1000 ziarn określano zgodnie z Polską Normą.

Wskaźnik powierzchni liści (LAI) oraz średni kąt nachylenia liści (MTA) określono wykonując pomiary miernikiem LAI-2000 firmy LI-COR (USA) w fazie początku kłoszenia w czterech powtórzeniach.

Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na plonowanie oraz wybrane wskaźniki architektury łanu pięciu odmian pszenicy jarej. Odmiany te należały do trzech grup wartości technologicznej: elitarniej, jakościowej i chlebowej.

Na plon ziarna pszenicy jarej istotny wpływ miały warunki pogodowe, zwłaszcza w drugim roku badań. Długotrwała susza w okresie wegetacji w decydujący sposób wpłynęła na obniżenie plonów, nie rekompensowane nawet zastosowaniem wyższej dawki N.

Najwyższy łan tworzyła odmiana Opatka we wszystkich latach badań.

Masa 1000 ziarn była znacznie zróżnicowana w zależności od odmiany i roku. Najwyższą cechowała odmianę Nawra. Najkorzystniejsze pod względem tej cechy wyniki uzyskano w drugim roku badań.

Wskaźnik powierzchni liści był różnicowany w istotny sposób przez odmianę, nawożenie oraz lata. Najwyższym wskaźnikiem LAI odznaczała się Opatka w obiektach z podwyższoną dawką nawożenia azotem w pierwszym roku badań.

Największy kąt nachylenia liści (MTA) zaobserwowano w drugim roku badań u odmiany Helia.

Wykazano istotną korelację za okres trzyletni pomiędzy powierzchnią liści, kątem ustawienia liści i plonem. Stwierdzono również istotne zależności pomiędzy masą 1000 ziarn a powierzchnią liści, kątem ustawienia liści i wysokością roślin.

---

\* Badania prowadzono w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO)

**słowa kluczowe – key words:**

pszenica jara – *spring wheat*, odmiany – *varieties*, plon ziarna – *grain yield*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, wskaźnik powierzchni liści – *leaf area index*, średni kąt nachylenia liścia – *mean foliage tip angle*

## WSTĘP

Powszechnie znana jest reakcja zbóż jarych na zróżnicowane nawożenie, zwłaszcza azotem. W wielu pracach wskazano na jego istotne znaczenie tego nawożenia w kształtowaniu plonów roślin (15-17). 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 roślin pomiary powierzchni liści (LAI) i kąta nachylenia liści (MTA). Wymienione wskaźniki opisują w szerszy sposób zmiany zachodzące w łanie oraz pozwalają prognozować plon roślin (3-5, 7, 9, 12-14). Hay i Walker (6) twierdzą, że na wskaźnik LAI duży wpływ wywiera nawożenie azotem – przy większych dawkach tego składnika zwiększa się powierzchnia liści i czas trwania ich aktywności oraz wzrasta rozkrzewienie rośliny.

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

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2002–2004 na polach Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu Laskowicach. Doświadczenia zakładano na glebie kompleksu żytznego 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: elitarnej (Viniett), jakościowej (Nawra, Opatka, Jasna) i chlebowej (Helia).

I czynnikiem doświadczenia stanowiła odmiana, II – poziom nawożenia azotem: A – 80 kg N·ha<sup>-1</sup> i B – 120 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Pierwszą dawkę N (40 kg) zastosowano przedsięwzięcie na całości doświadczenia, natomiast pogłównie: 40 kg N·ha<sup>-1</sup> w fazie strzelania w źdźbło na poziomie A i B oraz 40 kg N·ha<sup>-1</sup> w fazie kłoszenia na poziomie B. Nawożenie fosforem i potasem

(100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 150 kg K<sub>2</sub>O) zastosowano przed siewem pszenicy jarej, w jednakowych dawkach na obu poziomach nawożenia azotem. Gęstość siewu nasion, zastosowana zaprawa nasienna, herbicydy i insektycydy również były takie same. Pozostałe zabiegi pielęgnacyjne i uprawowe wykonano zgodnie z instrukcją i metodyką COBORU.

Wyniki opracowano statystycznie obliczając NIR za pomocą analizy wariancji. Ponadto dla materiału badawczego utworzono macierz współczynników korelacji prostej.

## WYNIKI

Układ temperatur w okresie badawczym był wyraźnie zróżnicowany (tab. 1). Najcieplejszy był okres wegetacyjny w roku 2002, w którym średnie temperatury były wyższe nie tylko w stosunku do okresu badawczego, ale również do wielolecia. Różnice między latami odnotowano także w ilości i rozkładzie opadów. Największe sumy opadów stwierdzono w pierwszym roku badań, jednak rozkład opadów, zwłaszcza w czerwcu, był nierównomierny. Miesiącem o największej ilości opadów był lipiec

Tabela 1

Przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji dla Jelcza-Laskowice  
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
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; mean suma; sum	8,3		17,2		18,1		20,5	
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; mean suma; sum	7,5		15,7		19,7		19,7	
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; mean suma; sum	9,4		12,9		17,0		18,5	
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

\*\* o – opad; rainfall

w 2003 roku. W tym samym roku w pierwszych trzech miesiącach wegetacji rozkład opadów był niekorzystny i wystąpiły duże ich niedobory.

Na plon ziarna pszenicy jarej istotny wpływ miały wyłącznie warunki pogodowe, zwłaszcza w drugim roku badań (tab. 2). Długotrwała susza w okresie wegetacji w decydujący sposób wpłynęła na obniżenie plonów, nie rekompensowane nawet zastosowaniem wyższej dawki N.

Tabela 2

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

Odmiany Varieties	Klasa jakości Class of quality	2002			2003			2004			Średnia Mean 2002– –2004
		A*	B	śred- nia mean	A	B	śred- nia mean	A	B	śred- nia mean	
Viniett	E	2,92	3,29	3,11	4,19	3,22	3,71	4,01	4,08	4,04	3,62
Nawra	A	3,27	4,33	3,80	3,35	3,31	3,33	4,09	3,62	3,86	3,66
Opatka	A	3,04	3,35	3,20	3,80	3,48	3,64	3,95	3,72	3,84	3,56
Jasna	A	3,20	3,52	3,36	4,27	3,43	3,85	3,48	4,32	3,90	3,70
Helia	B	2,89	3,95	3,42	4,41	3,16	3,79	4,80	4,84	4,82	4,01
Średnia; Mean		3,06	3,69	3,38	4,00	3,32	3,66	4,07	4,12	4,10	3,71
NIR, LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:											
odmian; varieties (o)											
nawożenia; fertilization (n)											
lat; years (l)											
współdziałania; interaction											
o $\times$ n											
o $\times$ l											
n $\times$ l											

\* A – nawożenie azotem; nitrogen fertilization  $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$

B – nawożenie azotem; nitrogen fertilization  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Wysokość roślin poszczególnych odmian była istotnie zróżnicowana (tab. 3). Wahała się od ponad 107 cm w roku 2002 (Opatka), do 62,5 cm (Nawra) w roku 2003. We wszystkich latach badań najwyższy łan tworzyła Opatka. Zdecydowanie najmniejszą wysokością roślin charakteryzowała się odmiana Nawra. Średnie wartości badanej cechy były najmniejsze w 2003 roku. Należy zaznaczyć, że im wyższy był łan roślin, tym mniejsza z reguły była masa 1000 ziarn.

Masa 1000 ziarn była istotnie zróżnicowana u odmian i w latach (tab. 4). Największą stwierdzono w przypadku odmiany Nawra w drugim roku badań. Odmiana ta charakteryzowała się największą MTZ również w pozostałych latach. Małą masą 1000 ziarn odznaczała się odmiana Jasna. W roku 2002 ziarno wszystkich odmian było najdrobniejsze.

Tabela 3

Wysokość roślin (cm) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004  
Height of spring wheat plants (cm) in 2002–2004

Odmiany Varieties	Klasa jakości Class of quality	2002			2003			2004			Średnia Mean 2002– –2004
		A*	B	średnia mean	A	B	średnia mean	A	B	średnia mean	
Viniett	E	97,1	96,1	96,6	69,8	71,0	69,9	94,7	92,2	93,4	86,6
Nawra	A	80,9	81,9	81,4	62,0	63,0	62,5	82,4	78,7	80,6	74,8
Opatka	A	107,4	107,0	107,2	81,8	84,2	83,0	104,6	100,6	102,6	97,6
Jasna	A	95,0	95,2	95,1	69,4	71,4	70,4	93,2	92,9	93,0	86,2
Helia	B	97,8	99,8	98,8	83,8	83,4	83,6	99,7	99,4	99,6	94,0
Średnia; Mean		95,6	96,0	95,8	73,4	74,6	74,0	94,9	92,8	93,8	87,9
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:											
odmian; varieties (o)											
nawożenia; fertilization (n)											
lat; years (l)											
współdziałania; interaction											
o × n											
o × l											
n × l											

\* A, B – patrz tab. 2; see Table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Tabela 4

Masa 1000 ziarn (g) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004  
Weight of 1,000 grains (g) of spring wheat cultivars in 2002–2004

Odmiany Varieties	Klasa jakości Class of quality	2002			2003			2004			Średnia Mean 2002– –2004
		A*	B	średnia mean	A	B	średnia mean	A	B	średnia mean	
Viniett	E	32,8	33,4	33,1	43,6	44,3	44,0	42,8	43,0	42,9	40,0
Nawra	A	34,6	34,6	34,6	46,0	50,5	48,2	47,6	46,8	47,2	43,3
Opatka	A	33,8	34,6	34,2	45,9	45,2	45,6	44,1	42,3	43,2	41,0
Jasna	A	30,9	32,5	31,7	41,6	42,5	42,0	44,2	43,0	43,6	39,1
Helia	B	32,5	33,9	33,2	45,7	46,0	45,8	43,9	42,8	43,4	40,8
Średnia; Mean		32,9	33,8	33,4	44,6	45,7	45,2	44,5	43,6	44,0	40,9
NIR, LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:											
odmian; varieties (o)											
nawożenia; fertilization (n)											
lat; years (l)											
współdziałania; interaction											
o × n											
o × l											
n × l											

\* A, B – patrz tab. 2; see Table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Zarówno odmiany pszenic, jak i ich nawożenie oraz lata różnicowały w istotny sposób wskaźnik powierzchni liści (tab. 5). Najwyższym wskaźnikiem LAI odznaczała się odmiana jakościowa Opatka na zwiększonej dawce nawożenia azotem w pierwszym roku badań (4,62). Najmniejszą średnią wartość tego wskaźnika miała odmiana Viniett, należąca do grupy pszenic elitarnych, w 2004 roku (1,70). Średni wskaźnik powierzchni liści dla pięciu odmian był najwyższy w 2002 roku. Należy zaznaczyć, że był to rok o największej ilości opadów w okresie wegetacji roślin.

Tabela 5

Wskaźnik powierzchni liści (LAI) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004  
Leaf area index (LAI) in spring wheat cultivars in 2002–2004

Odmiany Varieties	Klasa jakości Class of quality	2002			2003			2004			Średnia Mean 2002– –2004
		A*	B	średnia mean	A	B	średnia mean	A	B	średnia mean	
Viniett	E	3,64	3,79	3,72	3,34	4,02	3,68	1,80	1,60	1,70	3,03
Nawra	A	3,56	3,64	3,60	2,63	3,32	2,98	2,34	1,99	2,17	2,91
Opatka	A	3,54	4,62	4,08	3,22	3,15	3,19	2,04	2,13	2,08	3,12
Jasna	A	3,65	4,02	3,84	2,94	2,83	2,88	2,11	1,97	2,04	2,92
Helia	B	3,77	4,03	3,90	2,82	3,45	3,14	1,77	1,89	1,83	2,96
Średnia; Mean		3,63	4,02	3,83	2,99	3,35	3,17	2,01	1,92	1,96	2,99
NIR, LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:											
odmian; varieties (o)											
nawożenia; fertilization (n)											
lat; years (l)											
współdziałania; interaction											
o $\times$ n											
o $\times$ l											
n $\times$ l											

\* A, B – patrz tab. 2; see Table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Najmniej erektoidalne ustawienie liści miały odmiany Helia i Nawra w 2002 r. (tab. 6). Największy kąt nachylenia liści (MTA) zaobserwowano w drugim roku badań u odmiany chlebowej Helia.

Obliczenia korelacyjne za okres trzyletni wykazały istotne zależności pomiędzy powierzchnią liści, kątem ustawienia liści i plonem (tab. 7). Stwierdzono, że powierzchnia liści była ujemnie skorelowana z kątem ustawienia liści (-0,52). Większa ujemna zależność wystąpiła pomiędzy plonem ziarna a powierzchnią liści (-0,58). Stwierdzono również istotne ujemne zależności pomiędzy masą 1000 ziarn a powierzchnią liści

Tabela 6

Średni kąt nachylenia liści (MTA) odmian pszenicy jarej w latach 2002–2004  
Mean tip angle (MTA) in spring wheat cultivars in 2002–2004

Odmiany Varieties	Klasa jakości Class of quality	2002			2003			2004			Średnia Mean 2002– –2004
		A*	B	średnia mean	A	B	średnia mean	A	B	średnia mean	
Viniett	E	57	62	60	59	56	58	59	62	60	59
Nawra	A	52	54	53	57	60	58	61	62	62	58
Opatka	A	60	57	58	55	58	56	64	60	62	59
Jasna	A	57	54	56	58	59	58	57	60	58	57
Helia	B	46	56	51	65	64	64	63	61	62	59
Średnia; Mean		54	57	56	59	59	59	61	61	61	59
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:											
odmian; varieties (o)											
nawożenia; fertilization (n)											
lat; years (l)											
współdziałania; interaction											
o × n											
o × l											
n × l											

\* A, B – patrz tab. 2; see Table 2

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

Tabela 7

Współczynniki korelacji  
Correlation coefficients

Cechy Traits	Plon Yield	Wysokość roślin Height of plants	MTZ	LAI	MTA
Plon Yield	x	0,03	0,35	-0,58*	0,41
Wysokość roślin Height of plants	0,03	x	-0,53*	-0,27	0,04
MTZ	0,35	-0,53*	x	-0,60*	0,53*
LAI	-0,58*	-0,27	-0,60*	x	-0,52*
MTA	0,41	0,04	0,53*	-0,52*	x

\* istotne; significant ( $P < 0,05$ )

(-0,60) i wysokością roślin (-0,53) oraz dodatnią z kątem ustawienia liści (0,53). Na takie zależności wpływ wywarły prawdopodobnie niekorzystne warunki świetlne w łanie i przebieg pogody.

## DYSKUSJA

W niniejszej pracy stwierdzono, że długotrwała susza w okresie wegetacji w decydujący sposób wpłynęła na obniżenie plonów, nie rekompensowane nawet zastosowaniem wyższej dawki N. Potwierdza to opinie autorów, którzy podkreślają, zwłaszcza dla odmian pszenic jarych, niekorzystny wpływ niedoborów opadów w okresie wegetacji na plonowanie (1, 17, 18). W doświadczeniach PDO w województwach: dolnośląskim, śląskim i opolskim wyniki plonowania tych samych odmian były nieco odmienne (2). W miejscowościach, w których ilość i rozkład opadów były prawidłowe, plony pszenic jarych na podwyższonym poziomie nawożenia azotem we wszystkich latach były większe niż na poziomie przeciętnym ( $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Wysokość roślin poszczególnych odmian była istotnie zróżnicowana. W badaniach własnych pod względem wysokości roślin uzyskano zbliżone wyniki jak w badaniach porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (2). Najniższą odmianą spośród badanych była Nawra. W 2003 roku rośliny były znacznie niższe w porównaniu z rokiem poprzednim i rokiem 2004.

Masa 1000 ziarn w roku 2003 generalnie była znacznie wyższa niż w roku 2002 i na podobnym poziomie jak w roku 2004. Różnice między dwoma poziomami nawożenia były niewielkie. W badaniach porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego uzyskano zbliżone wyniki (2). Ze względu na niekorzystne warunki atmosferyczne masa 1000 ziarn pszenic jarych w roku 2002 w całym województwie była bardzo niska.

Indeks powierzchni liściowej charakteryzuje wielkość powierzchni asymilacyjnej zdolnej do absorpcji PAR, od której zależy fotosynteza, a pośrednio przyrost biomasy (11). Wskaźnik ten obecnie może być łatwo oznaczany metodą nieniszczącej 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 tej wartości (3). Jednak przy zbyt dużych wartościach LAI pogarszają się warunki świetlne i zaopatrzenie w  $\text{CO}_2$  oraz wzrasta podatność na wyleganie i porażenie przez choroby czy szkodniki. W badaniach wpływu nachylenia liści na pochłanianie promieniowania wykazano, że właśnie ta wartość jest istotna w ogólnej architekturze łanu, ponieważ jest wyznacznikiem przebiegu fotosyntezy w łanie. Zdaniem Jameisona i in. (8) optymalny LAI dla roślin zbożowych w fazie kłoszenia powinien wynosić około 4, a współczynnik  $k = 0,47$ .

W niniejszej pracy wykonano analizę korelacji pomiędzy plonem ziarna, wysokością roślin, masą 1000 ziarn oraz powierzchnią liści i kątem ich ustawienia na średnich z 3 lat. Uzyskane wielkości współczynników korelacji świadczą o stosunkowo silnej współzależności wielkości plonu ziarna z indeksem LAI oraz indeksu LAI z masą 1000 ziarn i kątem ustawienia liści. Podobne zależności w zbożach uzyskał Jończyk (9). Kulig i in. (10) w oparciu o jednoroczne wyniki uzyskali niską korelację pomiędzy LAI w okresie kłoszenia a plonem ziarna pszenicy ozimej ( $r = 0,35$ ). Faber



(5) uważa, że wielkość indeksu LAI może być w znacznym stopniu modyfikowana przez warunki pogodowe. Duży wpływ na wskaźnik LAI zdaniem Hay i Walker (6) ma również nawożenie azotem.

Wydaje się, że uzyskane wyniki potwierdzają przydatność pomiarów LAI do oceny pośredniej wzrostu, rozwoju i plonowania roślin. Wskaźnik ten może być pomocny w prognozowaniu plonów. Jednak ze względu na złożoność zależności między LAI i plonami roślin istnieje potrzeba dalszych badań nad wpływem czynników je modyfikujących, co mogłoby zwiększyć pewność przewidywania plonów.

## WNIOSKI

1. Na plon ziarna odmian pszenicy jarych istotny wpływ wywierały tylko warunki pogodowe w poszczególnych latach badań. Największy plon uzyskano w trzecim roku badań.

2. Najwyższy łan we wszystkich latach badań tworzyła odmiana jakościowa Opatka.

3. Masa 1000 ziarn była znacznie zróżnicowana u odmian i w latach. Najwyższą wartość MTZ uzyskano w przypadku odmiany Nawra w drugim roku badań.

4. Zwiększone nawożenie azotem pszenicy jarych dodatnio oddziaływało na wskaźnik powierzchni liści (LAI). Największym wskaźnikiem w trzyletnich badaniach charakteryzowała się odmiana jakościowa Opatka.

5. Największym średnim kątem nachylenia liści odznaczała się odmiana chlebowa Helia w 2003 roku.

6. Stwierdzono istotne ujemne zależności pomiędzy plonem ziarna a powierzchnią liści oraz powierzchnią liści a kątem ich ustawienia, jak również istotne zależności pomiędzy masą 1000 ziarn a powierzchnią liści, kątem ustawienia liści i wysokością roślin.

## LITERATURA

1. Adamiak J., Stępień A.: Reakcja pszenicy jarej na nawożenie ekologiczne. Roczn. AR Poznań, 1998, 307, Rolnictwo, **1**: 51-58.
2. Behnke M., Lubicka-Ziembińska J.: Porejestrowe Doświadczalnictwo Odmianowe. Wyniki plonowania odmian zbóż jarych w doświadczeniach porejestrowych w rejonie śląskim. COBORU, 2004, 1-6.
3. Czerednik A., Nalborczyk E.: Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego (RUE) – nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. Biul. IHAR, 2000, **215**: 13-21.
4. Faber A., Nieróbcza A.: Prognozowanie plonu pszenicy ozimej na podstawie indeksu powierzchni liści. Fragm. Agron., 1999, **61(1)**: 59-68.
5. Faber A.: Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. Fragm. Agron., 2000, **17(4)**: 46-52.

6. Hay R. K. M., Walker A. J.: An introduction to the physiology of crop yield. Longman, London, 1989.
7. Igras J., Kubsik K.: Dynamika zasobów wody w glebach różnych kompleksów w zależności od indeksu powierzchni liści i akumulacji suchej masy pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1999, **6(1)**: 39-48.
8. Jamieson P. D., Martin R. J., Francis G. S., Wilson D. R.: Drought effects on biomass production and radiation – use efficiency in barley. *Field Crop Res.*, 1995, **43**: 77-86.
9. Jończyk K.: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 2002, **130(1)**: 339-345.
10. Kulig B., Kania S., Szafrański W., Zając T.: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na intensywność uprawy. *Biul. IHAR*, 2001, **218/219**: 117-126.
11. Lepiarczyk A., Kulig B., Stępnia K.: Wpływ uproszczonej uprawy roli i przedplonu na plonowanie oraz kształtowanie LAI wybranych odmian pszenicy ozimej w płodozmianie zbożowym. *Fragm. Agron.*, 2005, **2(86)**: 98-105.
12. Peltonen-Sainio, Forsman K., Poutala T.: Crop management effects on pre- and post-anthesis changes in leaf area index and leaf area duration and their contribution to grain yield and yield components in spring cereals. *Agron. Crop Sci.*, 1997, **179**: 47-61.
13. Podolska G., Ruszkowski M.: Studia nad modelem łanu pszenicy ozimej. Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu. *Fragm. Agron.*, 1991, **8(3)**: 57-72
14. Rozbicki J., Kalinowska-Zdun M., Łoboda T., Mądry W., Pietkiewicz S., Wyszynski Z.: Time course of leave area index (LAI), above-ground matter formation and winter triticale yields under different crop management systems. *Fragm. Agron.*, 1995, **46(2)**: 158-159.
15. Rudnicki F.: Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Puławy 21-21.10.1998*, 51-63.
16. Sienkiewicz S.: Porównanie dwóch systemów nawożenia roślin w płodozmianie. *Rocz. AR Poznań*, 1998, 307, *Rolnictwo*, **2**: 127-135.
17. Urbanoński S.: Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w kształtowaniu wysokości plonów i ich jakości w zmianowaniu. *Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”, Szczecin*, 1992, **1**: 26-31.
18. Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B.: Wpływ uproszczeń uprawy roli i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w warunkach okresowych niedoborów wody. *Fol. Univ. Agric. Stetin.*, 1999, *Agricultura*, **74**: 157-162.

#### INFLUENCE OF DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELDING AND SELECTED INDICES OF CANOPY ARCHITECTURE IN SEVERAL SPRING WHEAT CULTIVARS

##### Summary

The research was carried out in 2002–2004 on the fields of the Experimental Station of IUNG at Jelcz-Laskowice near Wrocław. The experiments were laid out with the split-block method on a very good rye complex soil in two replications. The plot surface for harvest was 30 m<sup>2</sup>.

Two doses of nitrogen were applied – first: standard dose before sowing, and then additional fertilization with 40 kg N at shooting stage. Phosphorus-potassium fertilization (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 150 kg K<sub>2</sub>O) was applied before sowing of spring wheat. Other cultivation measures were accomplished according to the methods and instruction of the Research Centre for Cultivar Testing.

The weight of 1,000 kernels was determined by the method given in the collection of Polish Standards.

Leaf area index (LAI) and mean tip angle (MTA) were determined with use of LAI-2000 measuring instrument, LI-COR (USA), in four replications at the beginning of a heading stage. The instrument LAI-2000 is based on the technique of quick and non-deteriorative measurement of leaves, which allows in advance estimate the yields. Besides, the conducted research let better examine the changes occurring in the canopy.

In the research influence of different levels of nitrogen fertilization on yielding and selected indices of canopy architecture of five spring wheat cultivars was assessed. The cultivars belonged to three groups of technological value: elite, qualitative and bread.

The grain yield of spring wheat was significantly influenced by weather conditions, particularly in the second year of the research. Prolonged drought in the growing period definitely contributed to the decrease of the yields, not even compensated by application of a higher dose of nitrogen.

In all years Opatka variety performed the tallest canopy.

The weight of 1,000 kernels was considerably different for all cultivars and in all years, however the highest values of this index was noted for Nawra variety in the second year of the research.

The leaf area index was significantly different depending on cultivar, fertilization or year. The highest LAI was noted for the Opatka cultivar fertilized with increased dose of nitrogen in the first year of the research.

The largest mean tip angle (MTA) was observed for the Helia cultivar in the second year of the research.

Correlations calculated for the three-year's research period showed significant relations between the leaves area, their tangent angle and the yield. Significant relations were also found between the weight of 1,000 kernels and the leaves area, their tangent angle and height of plants.

*Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.*