

## ZMIENNOŚĆ BUDOWY PRZESTRZENNEJ ŁANU JĘCZMIENIA JAREGO W ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKACH ŚRODOWISKOWO- -AGROTECHNICZNYCH. CZEŚĆ I. STRUKTURA ŁANU

DARIUSZ GOZDOWSKI<sup>1</sup>, ZDZISŁAW WYSZYŃSKI<sup>2</sup>, MARIA KALINOWSKA-ZDUN<sup>2</sup>,  
KRZYSZTOF PAĞOWSKI<sup>2</sup>, STEFAN PIETKIEWICZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki*, <sup>2</sup>*Katedra Agronomii*, <sup>3</sup>*Katedra Fizjologii Roślin*,  
*SGGW Warszawa*

dariusz\_gozdowski@sggw.pl

**Synopsis.** Wyniki przedstawione w pracy, pochodzą z przeprowadzonego w latach 1999, 2001 i 2002 doświadczenia polowego, w którym badano wpływ odmiany (Rasbet – oplewiona, Rastik – nagoziarnista), terminu siewu (wczesny i opóźniony) i dawki nawożenia azotem (0, 30, 60 i 90 kg N·ha<sup>-1</sup>) na liczbę roślin po wschodach, liczbę pędów po rozkrzewieniu, liczbę pędów kłosonośnych i płonych w czasie zbioru oraz rozkrzewienie produkcyjne. Liczba roślin po wschodach, liczba pędów po rozkrzewieniu i liczba pędów kłosonośnych były różnicowane w większym stopniu przez lata badań, a następnie przez termin siewu i odmianę. Większe wartości tych cech były obserwowane dla wczesnego terminu siewu w porównaniu z opóźnionym i dla odmiany Rasbet w porównaniu z odmianą Rastik. Rozkrzewienie produkcyjne najsilniej zależało od nawożenia azotem. Współczynnik rozkrzewienia produkcyjnego wynosił 1,39 dla dawki 0 kg N·ha<sup>-1</sup> oraz 1,87 dla 90 kg N·ha<sup>-1</sup>.

**Słowa kluczowe** – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, termin siewu – *sowing date*, struktura ładu – *canopy structure*

### WSTĘP

Parametry charakteryzujące budowę przestrzenną ładu zbóż określane jako jego struktura to liczba roślin po wschodach, liczba pędów po rozkrzewieniu, liczba pędów kłosonośnych i płonych na jednostce powierzchni. Laloux [1968] stwierdza, że struktura ładu tworzy się z liczby roślin po wschodach, a jej główny zarys powstaje wiosną po rozkrzewieniu roślin zbożowych i zmienia się w okresie wegetacji. Ostatecznym wyrazem budowy przestrzennej o znaczeniu rolniczym jest liczba źdźbeł kłosonośnych na 1 m<sup>2</sup>. Nalborczyk [1991] strukturę ładu definiuje jako kształt i wielkość pojedynczych roślin, ich liczbę na jednostce powierzchni oraz sposób rozmieszczenia względem siebie.

Osiągnięcie wyrównanej budowy przestrzennej ładu pod względem cech struktury, wymaga właściwej liczby roślin na jednostce powierzchni i ich równomiernego rozmieszczenia. Optymalna liczba roślin na jednostce powierzchni zależy od gatunku, odmiany, warunków siedliskowych oraz poziomu poszczególnych czynników agrotechnicznych [Mazurek 1999]. Poprzez obsadę roślin na jednostce powierzchni można wpływać na liczbę kłosów w czasie zbioru, która jest składową najsilniej determinującą wielkość plonu ziarna zbóż jarych i ozimych [Pecio 1995, Samborski i in. 2005, Wyszyński i Fiedorowicz 2005, Zając i in. 1997].

Celem pracy było określenie wpływu czynników środowiskowych (lata), terminu siewu i nawożenia N na kształtowanie się cech struktury lanu dwóch odmian jęczmienia jarego (oplewionej i nieoplewionej).

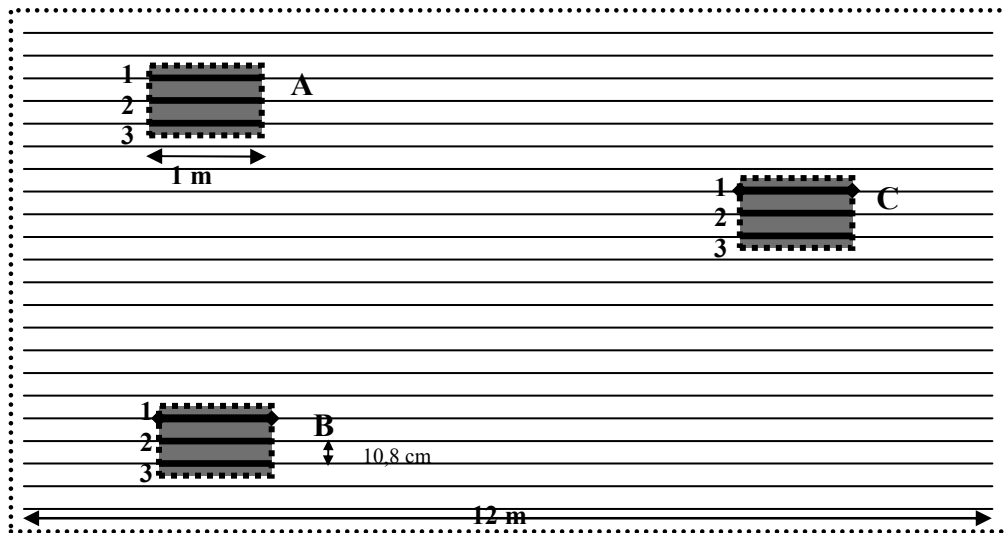
## MATERIAŁ I METODY

W latach 1999, 2001 i 2002 na położonym 40 km na zachód od Warszawy polu doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW w Chylicach (52°50' N, 20°33' E) przeprowadzono trzy-czynnikowe doświadczenie w układzie split-plot (AB-C) w 4 powtórzeniach. Gleby na których przeprowadzono badanie to czarne ziemie zdegradowane, klasy bonitacyjnej IIIa i IIIb, kompleksu pszenno-dobrego i żytniego bardzo dobrego wytworzone z piasków gliniastych mocnych akumulacji lodowcowej na glinach zwałowych. Charakterystykę gleb w latach badań przedstawia tabela 1. Odczyn gleb w latach 1999 i 2002 był zbliżony do obojętnego, natomiast w roku 2001 lekko kwaśny. Zawartość azotu mineralnego w glebie wiosną roku 1999 była dość wysoka, w pozostałych latach niska.

Czynniki doświadczenia obejmowały: A – odmiana (Rasbet, Rastik), B – termin siewu (wczesny – 7 IV, 4 IV i 28 III w kolejnych latach, opóźniony – 28 IV, 30 IV i 18 IV), C – dawka azotu (0, 30, 60 i 90 kg N·ha<sup>-1</sup>).

Tabela 1. Właściwości gleb w latach badań  
Table 1. Soil properties in years of the experiment

Wyszczególnienie – Specification	Lata – Years		
	1999	2001	2002
Kompleks przydatności rolniczej <i>Usefulness of soil</i>	żytni bardzo dobry <i>good rye soil</i>	pszenno-dobry <i>good wheat soil</i>	żytni bardzo dobry <i>good rye soil</i>
Klasa bonitacyjna <i>Soil class</i>	III b	III a	III b
Typ gleby <i>Type of soil</i>	czarne ziemie zdegradowane – <i>Mollic gleysols</i>		
N <sub>min</sub> ogółem kg·ha <sup>-1</sup> (0–60 cm) <i>N<sub>min</sub> total kg·ha<sup>-1</sup> (0–60 cm)</i>	102,5	25,2	36,8
% N ogólnego (0–30 cm) <i>% of N total (0–30 cm)</i>	0,11	0,11	0,09
P mg·kg <sup>-1</sup> gleby (0–30 cm) <i>P mg·kg<sup>-1</sup> of soil (0–30 cm)</i>	60	112	43
K mg·kg <sup>-1</sup> gleby (0–30 cm) <i>K mg·kg<sup>-1</sup> of soil (0–30 cm)</i>	177	154	117
pH <sub>KCl</sub> (0–30 cm)	6,8	5,8	6,5



Rys. 1. Schemat pobierania prób do oceny cech struktury ładu  
 Fig. 1. Diagram of collection of samples for traits of canopy structure

Azot w formie saletry amonowej w dawkach 30 i 60 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano przedsięwzięcie, a dawkę 90 kg N·ha<sup>-1</sup> dzielono na dwie: 60 kg N przedsięwzięcie i 30 kg N w fazie strzelania w źdźbło. Wysiewano 350 kiełkujących ziaren na m<sup>2</sup> odmiany Rasbet oraz 400 ziaren odmiany Rastik (niższa zdolność wschodów). Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła w każdym z lat badań 30 m<sup>2</sup>.

Na trzech rzędach o długości 1 m., w trzech miejscach na poletku (rys. 1) – A, B, C, policzono liczbę roślin po wschodach, liczbę pędów po rozkrzewieniu oraz liczbę pędów kłosonośnych i płonych w czasie zbioru. Dane te na każdym poletku uzyskano z powierzchni 0,97 m<sup>2</sup> (9 rzędów x 10,8 cm x 100 cm).

Liczbę roślin po wschodach liczono w fazie 2-3 liści, liczbę pędów po rozkrzewieniu, w fazie strzelania w źdźbło, a liczbę pędów kłosonośnych i płonych bezpośrednio przed zbiorem jęczmienia. Rozkrzewienie produkcyjne ustalono z ilorazu liczby pędów produktywnych w czasie zbioru i liczby roślin po wschodach.

Warunki pogodowe w okresie wegetacji jęczmienia (kwiecień–lipiec) różniły się w latach przede wszystkim ilością opadów (tab. 2). Lata 1999 i 2001 można uznać za dość dobre pod względem ilości i rozkładu opadów w okresie kwiecień–lipiec, natomiast w roku 2002 wystąpił niedobór opadów w początkowym i końcowym okresie wegetacji jęczmienia.

Obliczono średnie arytmetyczne, odchylenia standardowe i współczynniki zmienności cech struktury ładu odmian Rasbet i Rastik. Określono również udział komponentów wariacyjnych efektów siedliskowych (lat) i czynników doświadczenia oraz ich współdziałań w zmienności całkowitej badanych cech. Wpływ poszczególnych czynników doświadczenia i ich współdziałań na cechy struktury ładu określono wykorzystując analizę wariancji i porównania wielokrotne procedurą Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

Tabela 2. Miesięczne sumy opadów (mm) oraz średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) w okresie wegetacji jęczmienia w latach 2000–2002

Table 2. Monthly precipitations (mm) and average monthly air temperatures (°C) during vegetation period of barley in years 2000–2002

Miesiąc – Month	IV	V	VI	VII
Opady – Precipitations (mm)				
1999	75,1	67,4	160,8	39
2001	92,5	24,6	64,3	104,3
2002	11,1	66,4	71,7	43,0
Zapotrzebowanie roślin jęczmienia jarego na opady w mm wg Dzieżycza i in. [1987] <i>Precipitation requirements of spring barley plants in mm according to Dzieżyc et al. [1987]</i>				
	39	59	82	87
Temperatura – Temperature (°C)				
1999	9,6	12,2	17,8	19,7
2001	8,9	11,4	11,9	18,4
2002	8,5	17,4	17,3	20,3

## WYNIKI I DYSKUSJA

Lata, odmiana i termin siewu wpływały istotnie na wszystkie cechy struktury łąnu. Dawka azotu wpływała istotnie na liczbę pędów po rozkrzewieniu i liczbę pędów kłosonośnych oraz rozkrzewienie produkcyjne (tab. 3).

U obu odmian zmienność cech struktury ich łąnów była podobna, natomiast udział (%) w kształtowaniu zmienności całkowitej poszczególnych komponentów wariancyjnych był różny (tab. 4). Liczba roślin po wschodach u odmiany Rasbet kształtowana była głównie przez czynniki siedliskowe (75% – lata) i w niewielkim stopniu przez czynniki agrotechniczne. U odmiany Rastik w największym stopniu na kształtowanie liczby roślin po wschodach wpłynęło współdziałanie lat i czynników agrotechnicznych (60,9%).

U odmiany Rasbet liczba pędów po rozkrzewieniu była kształtowana najsilniej przez warunki środowiskowe i współdziałanie tych warunków z czynnikami agrotechnicznymi, a u odmiany Rastik cechę tę najsilniej zmodyfikowały czynniki agrotechniczne. U obu badanych odmian na liczbę pędów kłosonośnych w największym stopniu wpływały czynniki agrotechniczne. Liczba pędów płonnych u odmiany Rasbet była kształtowana głównie przez czynniki siedliskowe (lata) a u odmiany Rastik przez współdziałanie lat z czynnikami agrotechnicznymi. Rozkrzewienie produkcyjne u odmiany Rasbet kształtowane było w największym stopniu przez lata, a u odmiany Rastik zależało od współdziałania lat z czynnikami agrotechnicznymi.

Największą liczbę roślin po wschodach średnio dla czynników doświadczenia uzyskano w roku 1999 charakteryzującym się najkorzystniejszymi warunkami pogodowymi, a znacznie

Tabela 3. Istotność wpływu efektów głównych i współdziałań (podwójnych) badanych czynników na cechy struktury ładu (za 3 lata badań)

Table 3. Significance of main effects and interactions (2-way) of examined factors for canopy structure traits (for 3 years of experiment)

Wyszczególnienie Specification	Liczba roślin po wschodach Number of plants after emergence	Liczba pędów po rozkrzewieniu Number of stems after tillering	Liczba pędów kłosonośnych w czasie zbioru Number of earbearing stems during harvest	Liczba pędów płonych w czasie zbioru Number of infertile stems during harvest	Rozkrze- wienie produkcyjne Fertile tillers per plant
Lata – Years (Y)	**	**	**	**	**
Odmiana – Cultivar (G)	**	**	**	**	**
Termin siewu – Sowing date (S)	**	**	**	**	**
Dawka N – Rate of N (N)	r.n.	**	**	r.n.	**
Y x G	**	r.n.	**	**	**
Y x S	**	**	**	**	*
Y x N	r.n.	*	r.n.	r.n.	r.n.
G x S	**	r.n.	**	r.n.	**
G x N	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
S x N	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

\* – istotność przy  $\alpha = 0,05$  – significance at  $\alpha = 0.05$ ; \*\* – istotność przy  $\alpha = 0,01$  – significance at  $\alpha = 0.01$   
r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

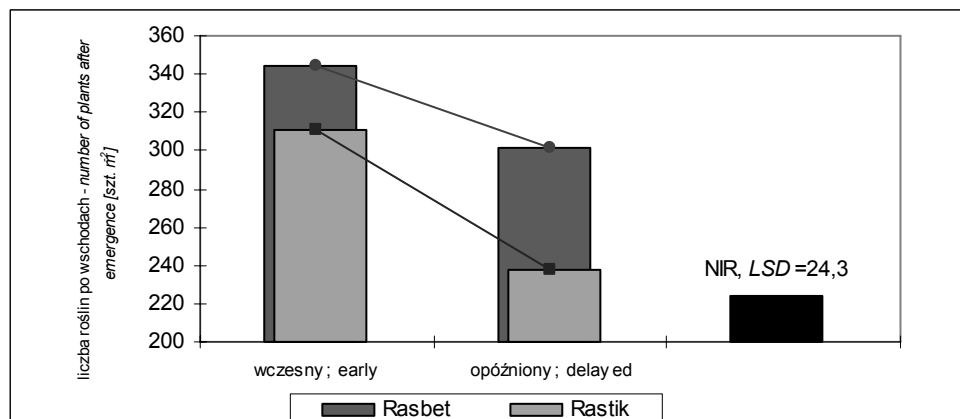
mniejszą w latach 2001 i 2002 (tab. 5). Opóźnienie siewu spowodowało zmniejszenie liczby roślin po wschodach o 57,6 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> (17,6% mniej) za 3 lata badań. Stwierdzono współdziałanie odmian z terminami siewu w kształtowaniu się tej cechy (rys. 2). Odmiana Rastik w porównaniu z odmianą Rasbet reagowała istotnie większym spadkiem liczby roślin po wschodach przy opóźnieniu siewu.

Największą liczbę pędów po rozkrzewieniu zaobserwowano w roku 1999, o największej liczbie roślin po wschodach. Najmniejsza liczba pędów po rozkrzewieniu była w roku 2001. Liczba pędów po rozkrzewieniu średnio za 3 lata badań była większa u odmiany Rasbet o 229 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> (24,4%) w porównaniu z odmianą Rastik. Opóźnienie siewu spowodowało istotne zmniejszenie liczby pędów po rozkrzewieniu, o 128 szt (14,4%) w porównaniu z wczesnym terminem siewu. Wystąpiło współdziałanie lat z terminem siewu w kształtowaniu tej cechy ładu (rys. 3). Pod wpływem opóźnienia siewu liczba pędów po rozkrzewieniu najsilniej zmniejszyła się w suchym 2002 roku, była ona mniejsza o 219 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> (23,7%) w porównaniu z liczbą pędów uzyskaną w kombinacjach z wczesnym terminem siewu. Nawożenie azotem do dawki 60 kg N $\cdot$ ha<sup>-1</sup> istotnie zwiększało liczbę pędów po rozkrzewieniu i średnio za 3 lata badań wyniosła ona 890 i była większa w porównaniu z kontrolą o 162 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> (22,3%).

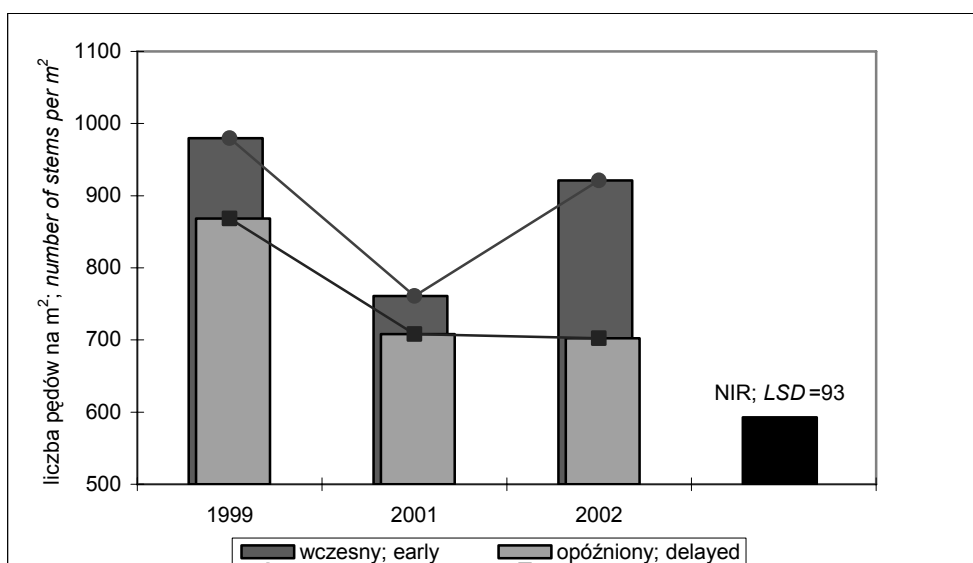
Tabela 4. Średnie arytmetyczne, współczynniki zmienności oraz udział (%) komponentów wariancyjnych w zmienności całkowitej cech struktury łanu badanych odmian jęczmienia

Table 4. Means, coefficients of variability and share (%) of variance components in total variability of canopy structure traits of spring barley cultivars

Cechy – Traits	Średnie Mean	Min. – Max	Odchylenia standardowe Standard deviation	Współ- czynnik zmienności Coefficient of variation	Udział w zmienności całkowitej(%) komponentów wariancyjnych dla efektów: Share of variance components in total variability for effects:		
					środowiskowych environmental (L)	agrotechnicznych agronomical (A)	współdziałań interactions (L x A)
Rasbet							
Liczba roślin po wschodach na 1 m <sup>2</sup> Number of plants after emergence per 1 m <sup>2</sup>	323	170–473	67	21	75,0	11,7	13,2
Liczba pędów po rozkrzewieniu na 1 m <sup>2</sup> Number of stems after tillering per 1 m <sup>2</sup>	938	568–1604	197	21	38,5	16,0	45,4
Liczba pędów kłosonośnych w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> Number of earbearing stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	551	278–913	135	24	14,3	69,3	16,4
Liczba niedogonów w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> Number of infertile stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	100	50–209	27	27	61,7	11,2	27,1
Rozkrzewienie produkcyjne Fertile tillers per plant	1,75	0,85–2,79	0,45	26	76,4	16,4	7,2
Rastik							
Liczba roślin po wschodach na 1 m <sup>2</sup> Number of plants after emergence per 1 m <sup>2</sup>	274	122–400	67	25	17,0	22,0	60,9
Liczba pędów po rozkrzewieniu na 1 m <sup>2</sup> Number of stems after tillering per 1 m <sup>2</sup>	709	416–1233	165	23	28,2	43,5	28,3
Liczba pędów kłosonośnych w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> Number of earbearing stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	429	211–653	109	25	16,6	58,2	25,2
Liczba niedogonów w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> Number of infertile stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	83	30–144	25	31	36,4	9,5	54,1
Rozkrzewienie produkcyjne Fertile tillers per plant	1,60	0,93–3,30	0,38	24	9,5	10,4	80,1



Rys. 2. Współdziałanie odmiany i terminu siewu na liczbę roślin po wschodach  
 Fig. 2. Interaction of cultivar and sowing date for number of plants after emergence



Rys. 3. Współdziałanie terminu siewu i lat na liczbę pędów po rozkrzewieniu  
 Fig. 3. Interaction of sowing date and years for number of stems after tillering

Liczba pędów kłosonośnych oznaczana w czasie zbioru była największa w roku 1999 (522 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>), a w pozostałych 2 latach badań (2001 i 2002) nie różniła się istotnie. Liczba pędów kłosonośnych na m<sup>2</sup>, średnio dla 3 lat badań była istotnie większa o 122 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup> dla

Tabela 5. Plon ziarna i cechy struktury łanu w zależności od badanych czynników  
 Table 5. Grain yield and traits of canopy structure depending on examined factors

Czynniki i ich poziomy <i>Factors and their levels</i>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>
<i>Lata – Years</i>						
1999	3,23	345	924	522	93,4	1,55
2001	3,24	279	734	477	101,9	1,75
2002	3,04	271	812	473	78,1	1,74
Średnia – <i>Mean</i>	3,17	298	823	490	91,1	1,68
NIR <sub>0,05</sub> – <i>LSD<sub>0,05</sub></i>	0,17	18	47	24	8,3	0,11
<i>Odmiana – Cultivar</i>						
Rasbet	3,63	323	938	552	99,7	1,75
Rastik	2,71	274	709	429	82,5	1,60
NIR <sub>0,05</sub> – <i>LSD<sub>0,05</sub></i>	0,12	14	47	19	6,8	0,09
<i>Termin siewu – Sowing date</i>						
Wczesny – <i>Early</i>	3,99	327	887	570	97,2	1,77
Opóźniony – <i>Delayed</i>	2,36	270	760	411	85,1	1,59
NIR <sub>0,05</sub> – <i>LSD<sub>0,05</sub></i>	0,12	14	39	19	6,8	0,09
<i>Dawka – Rate (kg N·ha<sup>-1</sup>)</i>						
0	2,77	304	727	418	87,3	1,39
30	3,17	296	818	487	92,7	1,68
60	3,40	302	890	524	92,0	1,78
90	3,34	292	859	532	92,5	1,87
NIR <sub>0,05</sub> – <i>LSD<sub>0,05</sub></i>	0,21	r.n.	55	36	r.n.	0,12

r.n. – różnica nieistotna – *non significant difference*

X<sub>1</sub> – Plon ziarna – *Grain yield (t·ha<sup>-1</sup>)*

X<sub>2</sub> – Liczba roślin po wschodach – *Number of plants after emergence*

X<sub>3</sub> – Liczba pędów po rozkrzewieniu – *Number of stems after tillering*

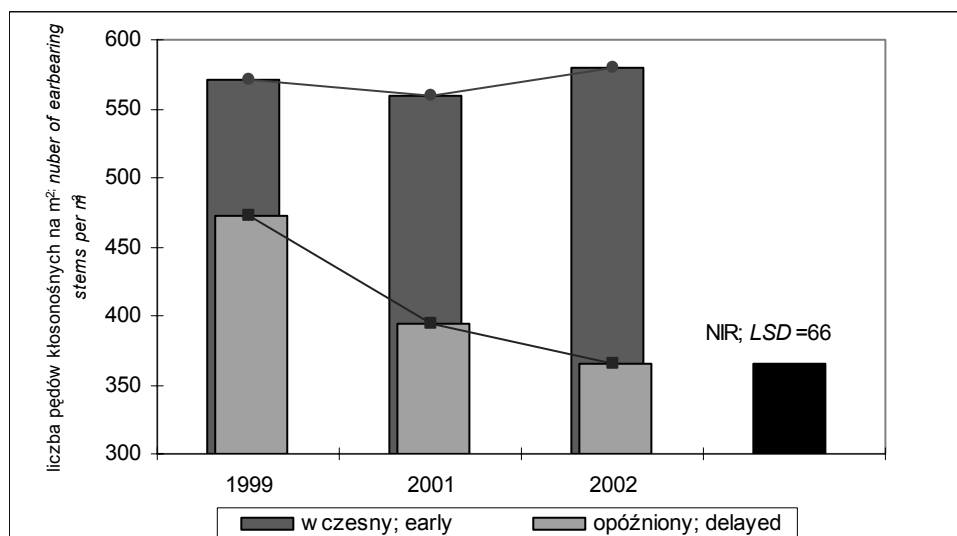
X<sub>4</sub> – Liczba pędów kłosonośnych w czasie zbioru – *Number of earbearing stems during harvest*

X<sub>5</sub> – Liczba pędów płonnych w czasie zbioru – *Number of infertile stems during harvest*

X<sub>6</sub> – Rozkrzewienie produkcyjne – *Fertile tillers per plant*



odmiany Rasbet w porównaniu z odmianą Rastik. Opóźnienie terminu siewu zmniejszyło liczbę pędów kłosonośnych średnio za 3 lata o 159 szt.·m<sup>-2</sup> (28,0%). Stwierdzono również istotne współdziałanie lat z terminem siewu dla liczby pędów kłosonośnych (rys. 4). Największą różnicę w liczbie pędów kłosonośnych między terminami siewu stwierdzono w roku 2002.



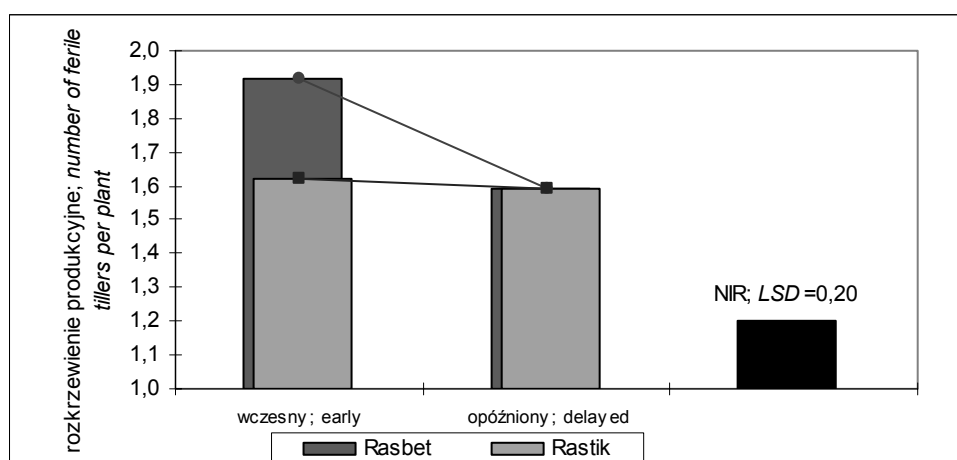
Rys. 4. Współdziałanie terminu siewu i lat dla liczby pędów kłosonośnych  
 Fig. 4. Interaction of sowing date and years for number of earbearing stems

Zmniejszenie liczby kłosów jęczmienia jarego na 1 m<sup>2</sup> wywołane opóźnieniem siewu było obserwowane m.in. w doświadczeniach Pecio [1995], Kozłowskiej-Ptaszyńskiej [1993], Kozłowskiej-Ptaszyńskiej i Noworolnika [1993], Noworolnika i Leszczyńskiej [1997] i w dużym stopniu różniło się między badanymi odmianami. Wczesny siew jest niezbędnym elementem uzyskania wyrównanej struktury łańcucha umożliwiającej osiągnięcie dużego plonu. Znaczenie wczesnego terminu siewu jest szczególnie ważne dla odmiany Rastik. Różnice we wrażliwości odmian na opóźnienie siewu wynikają często z ich zróżnicowania genetycznego wpływającego na długość okresu rozwoju do kwitnienia, co ma znaczący wpływ na intensywność krzewienia [Borràs i in. 2009]. Ze wzrostem nawożenia azotem z 0 kg do dawki 60 kg N·ha<sup>-1</sup> zwiększała się liczba pędów kłosonośnych, i średnio za 3 lata badań była większa o 106 szt. (tab. 5).

Największą liczbę pędów płonnych zaobserwowano w roku 2001, a najmniejszą w roku 2002. Liczba niedogonów średnio za 3 lata była większa dla odmiany Rasbet o 17,2 szt.·m<sup>-2</sup> (17,3%). Liczba pędów płonnych na poletkach z opóźnionym terminem siewu była istotnie mniejsza w porównaniu z wczesnym siewem średnio za 3 lata o 12,1 szt.·m<sup>-2</sup> (12,4%), natomiast udział pędów płonnych (%) w całkowitej liczbie pędów był większy na poletkach o opóźnionym terminie siewu. Nawożenie N nie różnicowało istotnie liczby pędów płonnych.

Podobne rozkrzewienie produkcyjne zaobserwowano w latach 2001 i 2002, a najmniejsze w roku 1999 o największej obsadzie roślin po wschodach. Rozkrzewienie produkcyjne dla ba-

danych odmian, było mniejsze o 0,15 (8,5%) dla odmiany Rastik w porównaniu z odmianą Rasbet. Na istotny wpływ krzewienia produkcyjnego na plonowanie jęczmienia oplewionego na tle nagoziarnistego wskazują prace Kwiatkowskiego [2004, 2008] podkreślające korzystniejszą obsadę kłosów u odmiany oplewionej. Rozkrzewienie produkcyjne, było większe o 0,18 (10,2%) dla wczesnego terminu siewu w porównaniu z opóźnionym. Stwierdzono istotny wpływ współdziałania odmian i terminu siewu na rozkrzewienie produkcyjne (rys. 5). Opóźniony termin siewu zmniejszał rozkrzewienie produkcyjne u odmiany Rasbet o 0,32 tj. 16,8%, a u odmiany Rastik tylko o 0,03 tj. 1,9%.



Rys. 5. Współdziałanie odmiany i terminu siewu dla rozkrzewienia produkcyjnego  
 Fig. 5. Interaction of cultivar and sowing date for number of fertile tillers per plant

Nawożenie azotem zwiększało rozkrzewienie produkcyjne do dawki 90 kg N·ha<sup>-1</sup> i średnio za 3 lata było ono istotnie większe w porównaniu z obiektem kontrolnym o 0,48 (34,5%). Efektem zmniejszania się wartości poszczególnych cech struktury ładu w warunkach mniej korzystnych poziomów czynników był obserwowany spadek plonu ziarna (tab. 5).

Znaczenie terminu siewu i nawożenia N dla krzewienia produkcyjnego podkreślają inni autorzy. Zmniejszenie krzewienia produkcyjnego przy opóźnieniu siewu zaobserwowali Kozłowska-Ptaszyńska [1993], Pecio [1995], Noworolnik i Leszczyńska [1997] Lafarage [2000]. Badania Noworolnika i Leszczyńskiej [1997] wykazały, że wpływ terminu siewu na rozkrzewienie jest uzależniony od liczby dni opóźnienia siewu oraz od odmian. Wzrost dawek nawożenia azotem powoduje zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego [Abeledo i in. 2004, Alzueta i in. 2012, Kozłowska-Ptaszyńska 1989, Noworolnik 1996].

Na podstawie ocenionych zależności między plonem ziarna a pozostałymi cechami struktury ładu można stwierdzić, że spośród cech struktury ładu plon ziarna najsilniej skorelowany był z liczbą pędów kłosonośnych. Współczynnik korelacji (r) wynosił 0,78 dla odmiany Rasbet i 0,84 dla odmiany Rastik (tab. 6). Potwierdza to tezę, że warunkiem niezbędnym dla dużego plonu jest otrzymanie ładu o dużej powierzchni asymilacyjnej i aktywności fotosyntetycznej

Tabela 6. Wartości współczynników korelacji prostej między plonem ziarna a cechami struktury łanu dla badanych odmian

Table 6. Values of correlation coefficients between grain yield and traits of canopy structure for examined cultivars

Parametry – Parameters	Rasbet					Rastik				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Liczba roślin po wschodach na 1 m <sup>2</sup> (X <sub>1</sub> ) Number of plants after emergence per 1 m <sup>2</sup>	1,00					1,00				
Liczba pędów po rozkrzewieniu na 1 m <sup>2</sup> (X <sub>2</sub> ) Number of stems after tillering per 1 m <sup>2</sup>	0,35*	1,00				0,51*	1,00			
Liczba pędów kłosośnych w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> (X <sub>3</sub> ) Number of earbearing stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	0,55*	0,41*	1,00			0,68*	0,56*	1,00		
Liczba niedogonów w czasie zbioru na 1 m <sup>2</sup> (X <sub>4</sub> ) Number of infertile stems during harvest per 1 m <sup>2</sup>	0,15	0,02	0,62*	1,00		0,53*	0,18*	0,44*	1,00	
Rozkrzewienie produkcyjne (X <sub>5</sub> ) Fertile tillers per plant	-0,15	0,15	0,72*	0,66*	1,00	-0,43*	0,01	0,33*	-0,13	1,00
Plon ziarna – Grain yield (t·ha <sup>-1</sup> ) (X <sub>6</sub> )	0,56*	0,43*	0,78*	0,45*	0,52*	0,61*	0,50*	0,84*	0,27*	0,14

\* – istotne statystycznie przy  $\alpha=0,05$  – significant at  $\alpha=0.05$ 

oraz optymalnej liczbie pędów kłosośnych [Garcia i Garcia 1995, Mazurek 1999, Nalborczyk 1991]. Liczba pędów kłosośnych wynika z kolei z liczby roślin po wschodach i rozkrzewienia produkcyjnego. W badaniach własnych stwierdzono dodatni wpływ na wielkość plonu ziarna pozostałych cechy struktury łanu tj. liczby roślin po wschodach, liczby pędów po rozkrzewieniu, liczba niedogonów i rozkrzewienia produkcyjnego. Stwierdzono dość duże różnice między odmianami pod względem korelacji między plonem ziarna a rozkrzewieniem produkcyjnym. W przypadku odmiany Rasbet korelacja ta była dość silna, a dla odmiany Rastik bardzo słaba i statystycznie nieistotna. Zależności między cechami struktury a plonem, wyrażone w postaci współczynników korelacji, w niewielkim stopniu były modyfikowane przez pozostałe czynniki doświadczenia tj. termin siewu i nawożenie azotem.

## WNIOSKI

1. Liczba roślin po wschodach i rozkrzewienie produkcyjne u odmiany Rasbet najsilniej kształtowane były przez warunki siedliskowe a u odmiany Rastik przez współdziałanie lat z czynnikami agrotechnicznymi. Liczba pędów kłosośnych u obydwu odmian była kształtowana głównie przez czynniki agrotechniczne.
2. Liczba roślin po wschodach, liczba pędów po rozkrzewieniu oraz liczba pędów kłosośnych w największym stopniu były determinowane poprzez termin siewu i odmianę, natomiast rozkrzewienie produkcyjne przez termin siewu i nawożenie azotem.

3. Nagoziarnista odmiana Rastik w porównaniu z tradycyjną odmianą Rasbet silniej reaguje na niekorzystne warunki środowiskowo-agrotechniczne, w których poszczególne cechy struktury łanu tej odmiany ulegają dużym niekorzystnym zmianom.

## PIŚMIENNICTWO

- Abeledo G., Caledrini D., Slafer G. 2004. Leaf appearance, tillering and their coordination in old and modern barleys from Argentina. *Field Crop Res.* 86: 23–32.
- Alzueta I., Abeledo G., Mignone C., Miralles D. 2012. Differences between wheat and barley in leaf and tillering coordination under contrasting nitrogen and sulfur conditions. *Eur. J. Agron.* 41: 92–102.
- Borràs G., Romagosa I., van Eeuwijk F., Slafer G. 2009. Genetic variability in duration of pre-heading phases and relationships with leaf appearance and tillering dynamics in a barley population. *Field Crop Res.* 113: 95–104.
- Garcia M., Garcia L. 1995. Tiller production and survival in relation to grain yield in winter and spring barley. *Field Crop Res.* 44: 85–93.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1989. Zmiany w krzewieniu i strukturze plonu trzech odmian jęczmienia jarego pod wpływem dawki azotu. *Pam. Puł.* 94: 119–130.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1993. Zmiany w strukturze i architekturze łanu dwurzędowych i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem terminu siewu. *Pam. Puł.* 102: 53–63.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Noworolnik K. 1993. Zmiany w architekturze i wydajności łanu dwu- i sześciorzędowych form jęczmienia jarego po wpływie terminu siewu. *Fragm. Agron.* 10(4): 83–84.
- Kwiatkowski C. 2004. Wpływ międzyplonu na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. *Ann. UMCS, Sec. E* 59: 809–815.
- Kwiatkowski C. 2008. Architektura łanu i zdrowotność jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze w zależności od regeneracyjnego wpływu międzyplonów. *Fragm. Agron.* 25(1): 199–209.
- Laloux R. 1968. La fumure azotée du froment d'hiver. *Mat. Conf. Faculté de sciences agronomiques de l'Etat a Gembloux, Belgia.*
- Mazurek J. 1999. Biologiczne podstawy plonowania roślin zbożowych. *Pam. Puł.* 114: 261–273.
- Nalborczyk E. 1991. Produkcyjność łanów roślin uprawy polowej. *Fragm. Agron.* 8(2), *Zesz. Specj.*: 5–13.
- Noworolnik K. 1996. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 197: 121–125.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 1997. Plonowanie odmian i rodów jęczmienia jarego w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 201: 225–229.
- Pecio A. 1995. Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. *IUNG Puławy, Ser. R* 325: ss. 84.
- Samborski S., Kozak M., Mądry W., Rozbicki J. 2005. Pierwotne cechy rozwojowe w analizie składowych plonu. Część II. Zastosowanie dla plonu ziarna pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 22(4): 84–97.
- Wyszynski Z., Fiedorowicz A. 2005. Zmienność plonowania żyta ozimego na plantacjach produkcyjnych. *Fragm. Agron.* 22(1): 701–710.
- Zajac T., Krawontka J., Szmigiel A. 1997. Oszacowanie determinacji plonu ziarna jęczmienia jarego na podstawie predykcji regresyjnej i zmienności elementów struktury plonu. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 319, *Ser. Rol.* 34: 141–151.

D. GOZDOWSKI, Z. WYSZYŃSKI, M. KALINOWSKA-ZDUN, K. PAĞOWSKI, S. PIETKIEWICZ

**VARIABILITY OF SPATIAL FORMATION OF SPRING BARLEY CANOPY IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL AND GROWING CONDITIONS.  
PART I. CANOPY STRUCTURE**

**Summary**

The experimental results showed in this work were obtained from field 3-factorial experiment conducted in years 1999, 2001 and 2002. There were examined the effects of cultivar (Rasbet – hulled cultivar, Rastik – hullless cultivar), sowing date (early and delayed) and rate of nitrogen fertilization (0, 30, 60 and 90 kg N·kg<sup>-1</sup>) for number of plants after emergence, number of stems during tillering, number of earbearing stems and unfertile stems during harvest and number of fertile stems per plant. Number plants after emergence, number of stems during tillering and number of earbearing stems during harvest were differentiated in the highest degree by sowing date and cultivar. The higher values of these traits were observed for early sowing date comparing with delayed sowing date and for cv Rasbet comparing with cv Rastik. Number of fertile stems per plant depended in the highest degree on nitrogen fertilization, for rate of 0 kg N·ha<sup>-1</sup> was equal to 1.39 and for rate 90 kg N·ha<sup>-1</sup> was equal to 1.87. Cultivar Rastik was a genotype which response for unfavourable environmental and agronomical conditions is more visible, comparing with cv Rasbet. Canopy structure of cv Rastik in less favourable conditions was strongly changed.