

ZMIENNOŚĆ BUDOWY PRZESTRZENNEJ ŁANU JĘCZMIENIA JAREGO W ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKACH ŚRODOWISKOWO- -AGROTECHNICZNYCH. CZĘŚĆ II. ARCHITEKTURA ŁANU

DARIUSZ GOZDOWSKI¹, ZDZISŁAW WYSZYŃSKI², MARIA KALINOWSKA-ZDUN²,
KRZYSZTOF PAĞOWSKI², STEFAN PIETKIEWICZ³

¹*Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki*, ²*Katedra Agronomii*, ³*Katedra Fizjologii Roślin*,
SGGW Warszawa

dariusz_gozdowski@sggw.pl

Synopsis. W pracy przedstawiono wyniki badań cech architektury ładu jęczmienia jarego w zróżnicowanych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. Wyniki uzyskano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1999, 2001 i 2002, w którym badano wpływ odmiany, terminu siewu i dawki nawożenia azotem na cechy architektury ładu, takie jak: średnia długość pędów, długość kłosów, liczba ziaren w kłosie i masa ziarna z kłosa. Długość pędów była najsilniej zróżnicowana terminami siewu i dawkami nawożenia azotem (większa dla wczesnego terminu siewu i wyższych dawek nawożenia), natomiast długość kłosa i liczbę ziarniaków w kłosie różnicowały w największym stopniu lata badań i odmiany. Masę ziarna z kłosa najsilniej determinowały termin siewu i odmiana (większa produktywność kłosa dla odmiany Rastik i wczesnego terminu siewu). Różnice między badanymi cechami architektury ładu dla grup roślin o różnej liczbie pędów były niewielkie.

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

WSTĘP

Według Zimnego [1995] architektura ładu jest to przestrzenny układ roślin i ich części składowych np. pędów głównych i bocznych, liści i kłosów w łanie. Kozłowska-Ptaszyńska [1993] definiuje architekturę ładu roślin zbożowych, jako udział roślin o różnym stopniu rozkrzewienia i pędów o różnej długości. Wyrównana budowa przestrzenna ładu pod względem cech architektury, jest warunkiem otrzymania wysokiego plonu ziarna.

Silne krzewienie roślin jęczmienia nie pozwala na uzyskanie pędów produktywnych wyrównanych pod względem długości źdźbeł i kłosów oraz plonowania. W przeszłości podejmowano próby otrzymania roślin jęczmienia niekrzewiących się. Niektórzy badacze uważają za optymalny łąn roślin zbożowych składający się wyłącznie z roślin jedнопędowych (nierozkrzewionych), wyrównanych pod względem długości pędów i kłosów [Dofing i Knight 1994, Donald 1979]. Uzyskanie plennych odmian zbóż niekrzewiących się jak dotychczas nie powiodło się, zatem obecne badania nad budową przestrzenną łąnów zbóż dotyczą określenia ideotypu ładu składającego się z roślin rozkrzewionych.

Badania w zakresie kształtowania się architektury ładu jęczmienia jarego podejmowane były w Polsce przede wszystkim przez IUNG-PIB w Puławach [Kozłowska-Ptaszyńska 1993, 1997, 1998a, 1998b, Pecio 1995]. Określano w doświadczeniach mikroplotkowych lub wazonowych

wpływ zmiennych warunków agrotechniczno-środowiskowych na rozkrzewienie roślin i rozwarstwianie łanu jęczmienia jarego pod względem długości i produktywności poszczególnych źdźbeł. Z powodu braku danych o architekturze łanu jęczmienia jarego kształtującego się w warunkach polowych za celowe uznano podjęcie badań w tym zakresie. Cechy architektury łanu oceniano w grupach roślin o różnym rozkrzewieniu.

Celem pracy była ocena wpływu czynników środowiskowych (lata) i agrotechnicznych na kształtowanie się cech architektury łanu dwóch odmian (oplewionej i nieoplewionej) jęczmienia jarego uprawianego w warunkach polowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z jęczmieniem jarym przeprowadzono w latach 1999, 2001 i 2002 na polu doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW w Chylicach. Warunki klimatyczno-glebowe, schemat i szczegółowy opis czynników doświadczenia przedstawiono w I części artykułu [Gozdowski i in. 2012].

Badano następujące cechy architektury łanu: udział roślin o różnym rozkrzewieniu w łanie, długość ich pędów i kłosów oraz liczbę i masę ziarniaków z kłosów poszczególnych pędów. Wartości tych cech oceniono pobierając próby roślin z dwóch rzędów o długości 1 mb z każdego poletka (z powierzchni 0,216 m²) i z 8 mb (0,864 m²) dla określonej kombinacji doświadczalnej.

Rośliny przed zbiorem wykopano lub wyrwano (w zależności od wilgotności gleby), następnie określono ich liczbę i rozdzielano je na pojedyncze pędy, mierzono długości pędów głównych i bocznych oraz długości ich kłosów. Liczbę i masę ziarniaków oceniano indywidualnie dla pojedynczych kłosów.

Wpływ poszczególnych czynników doświadczenia i ich współdziałań określono wykorzystując analizę wariancji i porównania wielokrotne procedurą Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Liczbę pojedynczych pędów produktywnych uwzględnioną w ocenie z poszczególnych kombinacji doświadczenia przedstawiono w tabeli 1. Większą liczbę pędów kłosonośnych w każdym roku badań uzyskano dla odmiany Rasbet w porównaniu z odmianą Rastik. Liczba analizowanych pędów kłosonośnych była również zróżnicowana między terminami siewu (większa była przy wczesnym terminie siewu) oraz między dawkami nawożenia (najmniejsza dla kombinacji bez nawożenia azotem).

Średnio za 3 lata badań udział roślin 1-pędowych był większy dla odmiany Rastik (30,1%), w porównaniu z odmianą Rasbet (18,2%) (tab. 2). Udział roślin silnie rozkrzewionych tj. 4-pędowych, 5-pędowych oraz 6-cio i więcej pędowych był większy dla odmiany Rasbet (15,7; 5,0 i 4,7%) w porównaniu z odmianą Rastik (11,3; 3,0 i 3,0%) Dane te wskazują na mniejsze krzewienie odmiany Rastik. Większy udział roślin 1-pędowych, średnio za 3 lata, odnotowano na poletkach z wczesnego terminu siewu i wynosił 27,8%; dla terminu opóźnionego był mniejszy o 6,3%. Najprawdopodobniej spowodowane to było wypadaniem roślin jednopędowych na poletkach o opóźnionym terminie siewu. Nawożenie azotem, w niewielkim stopniu zmieniło udział roślin o różnej liczbie pędów. Średnio za 3 lata istotnie więcej było roślin 4-pędowych z kombinacji z dawką 60 kg N·ha⁻¹·ha, w porównaniu z kontrolą – 0 kg N·ha⁻¹·ha.

Tabela 1. Liczba pędów kłosonośnych (kłosów)

Table 1. Number of earbearing stems (spikes)

| Czynniki Factors | Liczba pędów kłosonośnych w latach Number of earbearing stems in years | | | |
|--|---|------|------|-----------------|
| | 1999 | 2001 | 2002 | Średnia Mean |
| Wszystkie kombinacje – All treatments | | | | |
| | 8402 | 8405 | 8791 | 8533 |
| Odmiana – Cultivar | | | | |
| Rasbet | 4614 | 5065 | 5311 | 4997 |
| Rastik | 3788 | 3340 | 3480 | 3536 |
| Termin siewu – Sowing date | | | | |
| Wczesny – Early | 4652 | 4644 | 4834 | 4710 |
| Opóźniony – Delayed | 3750 | 3761 | 3957 | 3823 |
| Dawka N – Rate of N (kg·ha ⁻¹) | | | | |
| 0 | 1822 | 1963 | 1891 | 1892 |
| 30 | 2074 | 2043 | 2322 | 2146 |
| 60 | 2444 | 2343 | 2313 | 2367 |
| 90 | 2062 | 2056 | 2265 | 2128 |

Tabela 2. Udział roślin (%) o różnym rozkrzewieniu w łanie w czasie zbioru

Table 2. Share of plants (%) with different number of tillers in canopy during harvest

| Poziomy czynniki Levels of factors | P1* | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|---|------|------|------|------|------|-----|
| Lata – Years | | | | | | |
| 1999 | 14,5 | 36,6 | 30,0 | 13,9 | 3,3 | 1,7 |
| 2001 | 26,5 | 22,3 | 27,8 | 16,9 | 3,5 | 3,0 |
| 2002 | 31,4 | 27,6 | 19,2 | 9,7 | 5,2 | 6,8 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 5,1 | 3,6 | 3,7 | 3,2 | 1,5 | 1,7 |
| Odmiana – Cultivar | | | | | | |
| Rasbet | 18,2 | 29,4 | 27,0 | 15,7 | 5,0 | 4,7 |
| Rastik | 30,1 | 28,2 | 24,4 | 11,3 | 3,0 | 3,0 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 4,2 | r.n. | 2,9 | 2,5 | 1,2 | 1,3 |
| Termin siewu – Sowing date | | | | | | |
| Wczesny – Early | 27,8 | 29,2 | 23,7 | 13,4 | 3,4 | 2,5 |
| Opóźniony – Delayed | 20,5 | 28,4 | 27,6 | 13,6 | 4,6 | 5,2 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 4,2 | r.n. | 2,9 | r.n. | r.n. | 1,3 |

Tabela 2. cd.
Table 2. cont.

| Dawka N – Rate of N (kg·ha ⁻¹) | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 26,5 | 30,6 | 24,6 | 11,5 | 4,2 | 2,7 |
| 30 | 24,0 | 30,2 | 25,6 | 12,8 | 3,8 | 3,7 |
| 60 | 20,7 | 27,0 | 27,5 | 16,4 | 3,9 | 4,5 |
| 90 | 25,4 | 27,5 | 25,0 | 13,4 | 4,2 | 4,5 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | r.n. | r.n. | 3,5 | r.n. | r.n. |
| Średnia – Mean | 24,1 | 28,8 | 25,7 | 13,5 | 4,0 | 3,8 |

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

* w tabelach 2–6 przyjęto następujące oznaczenia – *in tables 2–6 following abbreviations are used:*

P1 – Rośliny 1-pędowe – *Plants with 1 stem*; P2 – Rośliny 2-pędowe – *Plants with 2 stems*; P3 – Rośliny 3-pędowe – *Plants with 3 stems*; P4 – Rośliny 4-pędowe – *Plants with 4 stems*; P5 – Rośliny 5-pędowe – *Plants with 5 stems*; P6 – Rośliny 6 i więcej pędowe – *Plants with 6 or more stems*

Większy udział roślin silniej rozkrzewionych był często powiązany z wyższym plonem [Gozdowski i in. 2012], wskazuje na to porównanie wielkości plonu i udziału roślin o różnym rozkrzewieniu dla odmian i dawek nawożenia. Nietypowa sytuacja wystąpiła dla badanych terminów siewu, gdzie większe rozkrzewienie i jednocześnie mniejszy plon stwierdzono dla opóźnionego terminu siewu. Było to spowodowane jednak znacznie mniejszą obsadą roślin dla opóźnionego terminu siewu w porównaniu z wczesnym, a więc większe rozkrzewienie roślin nie skompensowało znacznie mniejszej obsady.

Średnia długość pędu wszystkich grup roślin (1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 i więcej pędowych) była istotnie różna dla lat badań (tab. 3). Najdłuższe pędy zaobserwowano w roku 1999, o dużej ob-

Tabela 3. Średnia długość pędu roślin (cm) o różnym rozkrzewieniu
Table 3. Average length of shoot of plants (cm) with different number of tillers

| Poziomy czynników Levels of factors | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Lata – Years | | | | | | |
| 1999 | 67,1 | 66,4 | 68,0 | 70,1 | 68,0 | 71,5 |
| 2001 | 62,4 | 62,5 | 63,0 | 64,4 | 65,0 | 64,6 |
| 2002 | 51,3 | 52,7 | 52,7 | 52,0 | 51,5 | 51,6 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 4,3 | 3,7 | 3,5 | 3,6 | 4,0 | 4,3 |
| Odmiana – Cultivar | | | | | | |
| Rasbet | 58,6 | 59,1 | 60,0 | 60,5 | 60,5 | 59,8 |
| Rastik | 61,9 | 62,6 | 63,0 | 64,4 | 62,2 | 64,5 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | 2,9 | 2,7 | 3,0 | r.n. | 3,7 |

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

| Termin siewu – Sowing date | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Wczesny – Early | 63,3 | 63,4 | 64,3 | 64,9 | 63,3 | 65,2 |
| Opóźniony – Delayed | 56,6 | 57,1 | 57,8 | 59,2 | 59,7 | 59,5 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 3,3 | 2,7 | 2,6 | 2,9 | 3,5 | 3,5 |
| Dawka N – Rate of N (kg·ha ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 55,6 | 56,0 | 56,8 | 57,0 | 56,3 | 62,8 |
| 30 | 58,9 | 59,7 | 61,1 | 62,7 | 62,7 | 61,0 |
| 60 | 63,9 | 63,5 | 63,0 | 63,6 | 64,2 | 63,5 |
| 90 | 63,8 | 63,0 | 63,8 | 64,9 | 63,2 | 65,5 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 4,5 | 3,9 | 4,0 | 4,2 | 4,9 | r.n. |
| Średnia – Mean | 60,3 | 60,5 | 61,2 | 62,2 | 61,5 | 62,6 |

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

sadzie roślin po wschodach i największej liczbie kłosów w czasie zbioru. Najkrótsze pędy były w roku 2002, o niedoborze opadów. Zastosowane czynniki doświadczenia istotnie różnicowały długość pędów. Dłuższe pędy stwierdzono u roślin 2, 3, 4-pędowych oraz 6 i więcej pędowych u odmiany Rastik, w porównaniu z pędami roślin odmiany Rasbet. Długość pędów dla odmiany Rastik średnio za 3 lata badań była większa w porównaniu z odmianą Rasbet odpowiednio dla roślin 2, 3 i 4-pędowych o 3,5 cm (5,9%); 3,0 cm (5,0%) i 3,9 cm (6,4%).

Opóźnienie siewu powodowało zmniejszenie długości pędów wszystkich grup roślin. Długość pędów dla opóźnionego terminu siewu była mniejsza o 6,7 (10,6%); 6,3 (9,9%); 6,5 (10,1%); 5,7 (8,8%); 3,6 (5,7%) i 5,7 (8,7%) cm odpowiednio dla roślin 1, 2, 3, 4, 5 oraz 6 i więcej pędowych, w porównaniu z kombinacją z wczesnym terminem siewu. Dawki nawożenia N zwiększały długość pędów jęczmienia. Najkrótsze pędy, średnio za 3 lata badań miały rośliny nienawożone azotem, najdłuższe natomiast z kombinacjami o dawce 60 i 90 kg N·ha⁻¹.

Skrócenie się długości pędów jęczmienia przy opóźnieniu terminu siewu obserwowali Kozłowska-Ptaszyńska [1993, 1997], Kozłowska-Ptaszyńska i Pecio [1995]. Skrócenie długości pędów i zmniejszenie długości kłosów przy opóźnionym siewie jest spowodowane głównie przez skrócenie okresu wegetacji roślin, a tym samym poszczególnych podokresów rozwojowych np. fazy strzelania w źdźbło. W efekcie wpływa to na zmniejszenie produktywności poszczególnych kłosów. Opóźnienie siewu uniemożliwia uzyskanie łanu roślin wyrównanych pod względem wysokości pędów [Kozłowska-Ptaszyńska 1997]

Na długość kłosów wpływały: lata, odmiana, natomiast termin siewu i dawka N w niewielkim stopniu modyfikowały tę cechę. Kłosa poszczególnych grup roślin były najdłuższe w roku 1999, a najkrótsze w roku 2002. Długość kłosów podobnie tak jak i długość pędów była większa u odmiany Rastik niż u odmiany Rasbet.

Nie stwierdzono istotnych różnic w długości kłosów spowodowanych wczesnym i opóźnionym terminem siewu, wartości średnie z 3 lat badań dla tej cechy były podobne (tab. 4). Rośliny z poletek nienawożonych azotem (0 kg N·ha⁻¹) wytworzyły najkrótsze kłosa w porównaniu

Tabela 4. Średnia długość kłosa roślin (cm) o różnym rozkrzewieniu
 Table 4. Average length of spikes (cm) of plants with different number of tillers

| Poziomy czynników <i>Levels of factors</i> | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| <i>Lata – Years</i> | | | | | | |
| 1999 | 7,5 | 7,1 | 7,4 | 7,6 | 7,4 | 8,0 |
| 2001 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,6 | 7,7 | 7,8 |
| 2002 | 6,2 | 6,5 | 6,6 | 6,6 | 6,5 | 6,9 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| <i>Odmiana – Cultivar</i> | | | | | | |
| Rasbet | 6,5 | 6,4 | 6,6 | 6,6 | 6,5 | 6,6 |
| Rastik | 7,6 | 7,8 | 7,9 | 8,2 | 8,2 | 8,4 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| <i>Termin siewu – Sowing date</i> | | | | | | |
| Wczesny – <i>Early</i> | 7,1 | 7,1 | 7,2 | 7,2 | 7,0 | 7,4 |
| Opóźniony – <i>Delayed</i> | 7,1 | 6,9 | 6,9 | 7,2 | 7,3 | 7,5 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |
| <i>Dawka N – Rate of N (kg·ha⁻¹)</i> | | | | | | |
| 0 | 6,7 | 6,7 | 6,9 | 6,7 | 7,0 | 8,0 |
| 30 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 7,4 | 7,3 | 7,5 |
| 60 | 7,3 | 7,1 | 7,1 | 7,2 | 7,1 | 7,3 |
| 90 | 7,3 | 7,1 | 7,3 | 7,4 | 7,2 | 7,8 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,5 | r.n. | r.n. | 0,4 | r.n. | r.n. |
| Średnia – <i>Mean</i> | 7,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 7,2 | 7,6 |

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

z kłosami z poletek nawożonych dawką 90 kg N·ha⁻¹ (najdłuższe kłosy). Nie stwierdzono zróżnicowania długości kłosów roślin nawożonych azotem dawkami: 30, 60 i 90 kg N·ha⁻¹ha.

Mimo, że zbyt długie pędy są niekorzystne ze względu na możliwość wylegania roślin, to w przeprowadzonych badaniach długość pędów była często powiązana z większym plonem. Większą długość i większy plon obserwowano dla wczesnego terminu siewu w porównaniu z opóźnionym oraz dla wyższych dawek nawożenia w porównaniu z kombinacjami bez nawożenia N. W przypadku odmian wysokość pędów była większa u odmiany Rastik w porównaniu z odmianą Rasbet, przy czym nie było to powiązane z wyższym plonem ziarna.

Liczba ziarniaków w kłosach roślin o różnej liczbie pędów była podobna w latach 1999 i 2001 a w roku suchym 2002 była ona istotnie mniejsza (tab. 5). Czynniki doświadczalne w niewielkim stopniu różnicowały liczbę ziarniaków w kłosie, największy wpływ miała odmiana, natomiast termin siewu i dawka N nie wpływały na tą cechę. Średnio za 3 lata badań liczba ziarniaków w kłosach roślin była większa u odmiany Rastik w porównaniu z odmianą

Tabela 5. Liczba ziarniaków w kłosie (szt.) roślin o różnym rozkrzewieniu
 Table 5. Number of grains per spike of plants with different number of tillers

| Poziomy czynniki <i>Levels of factors</i> | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| <i>Lata – Years</i> | | | | | | |
| 1999 | 17,7 | 16,5 | 17,0 | 17,6 | 17,2 | 17,4 |
| 2001 | 17,2 | 17,4 | 17,6 | 17,7 | 18,1 | 19,1 |
| 2002 | 13,3 | 14,0 | 14,4 | 14,4 | 14,0 | 14,0 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 |
| <i>Odmiana – Cultivar</i> | | | | | | |
| Rasbet | 15,9 | 15,6 | 16,0 | 15,9 | 15,7 | 15,6 |
| Rastik | 16,3 | 16,4 | 16,7 | 17,4 | 17,1 | 17,4 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | r.n. | r.n. | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| <i>Termin siewu – Sowing date</i> | | | | | | |
| Wczesny – <i>Early</i> | 16,4 | 16,1 | 16,5 | 16,6 | 16,1 | 17,2 |
| Opóźniony – <i>Delayed</i> | 15,7 | 15,7 | 16,0 | 16,6 | 16,7 | 16,4 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |
| <i>Dawka N – Rate of N (kg·ha⁻¹)</i> | | | | | | |
| 0 | 15,4 | 15,6 | 15,8 | 15,6 | 16,2 | 18,4 |
| 30 | 16,0 | 16,2 | 16,6 | 17,1 | 17,0 | 16,9 |
| 60 | 16,4 | 16,2 | 16,5 | 16,7 | 16,7 | 16,5 |
| 90 | 16,5 | 15,7 | 16,4 | 16,6 | 16,0 | 17,0 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | 1,6 |
| Średnia – <i>Mean</i> | 16,1 | 16,0 | 16,3 | 16,6 | 16,4 | 16,8 |

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

Rasbet. Różnice odmianowe w liczbie ziarniaków z roślin silnie rozkrzewionych tj. 4, 5 oraz 6 i więcej pędowych były istotne; liczba ziarniaków w kłosach odmiany Rastik była większa, odpowiednio o 1,5 (9,4%); 1,4 (8,9%) i 1,8 ziarniaka (11,5%). Termin siewu i dawki azotu nie wpływały na liczbę ziarniaków w kłosie. Większą liczbę ziarniaków stwierdzono w kłosach roślin z kontroli w porównaniu z kombinacjami nawożonymi azotem, ale występująca różnica nie była istotna z wyjątkiem roślin o sześciu i większej liczbie pędów.

Masa ziarna z kłosa roślin o różnej liczbie pędów różniła się istotnie w latach badań (tab. 6). U wszystkich grup roślin była ona większa dla odmiany Rastik w porównaniu z odmianą Rasbet. Istotne różnice wystąpiły dla roślin 1, 2, 4 oraz 6 i więcej pędowych i wyniosły odpowiednio 0,06 (10,3%); 0,07 (12,7%); 0,05 (8,9%) i 0,08 g (15,1%). Masa ziarna z kłosa była istotnie mniejsza również dla kombinacji z opóźnionym terminem siewu dla wszystkich grup roślin. Dla dawek N masa ziarna z kłosa różniła się istotnie tylko dla roślin 1- i 4-pędowych, najmniejsza

Tabela 6. Masa ziarna z kłosa (g) roślin o różnym rozkrzewieniu w zależności od badanych czynników.
 Table 6. Weight of grains per spike (g) of plants with different number of tillers depending on examined factors

| Poziomy czynników <i>Levels of factors</i> | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| <i>Lata – Years</i> | | | | | | |
| 1999 | 0,62 | 0,54 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,57 |
| 2001 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,62 | 0,68 | 0,61 |
| 2002 | 0,60 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,56 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | r.n. | 0,04 | r.n. | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| <i>Odmiana – Cultivar</i> | | | | | | |
| Rasbet | 0,58 | 0,55 | 0,55 | 0,56 | 0,58 | 0,53 |
| Rastik | 0,64 | 0,62 | 0,59 | 0,61 | 0,60 | 0,61 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,04 | 0,05 | r.n. | 0,03 | r.n. | 0,05 |
| <i>Termin siewu – Sowing date</i> | | | | | | |
| Wczesny – <i>Early</i> | 0,66 | 0,61 | 0,62 | 0,63 | 0,63 | 0,63 |
| Opóźniony – <i>Delayed</i> | 0,53 | 0,51 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,54 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| <i>Dawka N – Rate of N (kg·ha⁻¹)</i> | | | | | | |
| 0 | 0,58 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,61 | 0,67 |
| 30 | 0,60 | 0,58 | 0,57 | 0,62 | 0,61 | 0,57 |
| 60 | 0,65 | 0,59 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,55 |
| 90 | 0,65 | 0,57 | 0,57 | 0,59 | 0,58 | 0,58 |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} | 0,05 | r.n. | r.n. | 0,04 | r.n. | r.n. |
| Średnia – <i>Mean</i> | 0,61 | 0,58 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,58 |

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

była przy dawce 0 kg N·ha⁻¹ha, zaś największa przy dawkach 60 i 90 kg N·ha⁻¹ha (rośliny 1-pędowe) lub dawce 30 kg N·ha⁻¹ha (rośliny 4-pędowe).

Na podstawie uzyskanych wyników, stwierdzono, że długość kłosa i liczba ziarniaków w kłosie były w największym stopniu zróżnicowane przez lata badań oraz właściwości badanych odmian. Długość kłosa i liczba ziarniaków w kłosie były najmniejsze w roku suchym 2002. Odmiana Rastik charakteryzowała się dłuższymi kłosami i większą liczbą ziarniaków w kłosie w porównaniu z odmianą Rasbet.

Również masa ziarna z kłosa była istotnie większa dla odmiany Rastik w porównaniu z odmianą Rasbet. Na masę ziarna z kłosa wszystkich grup pędów wpływał istotnie termin siewu, była ona większa dla wczesnego terminu siewu w porównaniu z terminem opóźnionym.

W badaniach Noworolnika i Leszczyńskiej [1997] u odmian oplewionych stwierdzono zmniejszenie liczby ziarniaków w kłosie i w efekcie zmniejszenie masy ziarna z kłosa przy opóźnieniu terminu siewu. Kozłowska-Ptaszyńska [1993] i Conry [1998] nie stwierdzili wpływu różnych terminów siewu, co może wskazywać, że wpływ terminu siewu na te cechy jest uwarunkowany czynnikami środowiska i właściwościami genotypu.

Iloczynem liczby ziaren w kłosie i masy pojedynczego ziarniaka jest masa ziarna z kłosa, bezpośrednio wpływająca na wielkość plonu. W celu oceny zależności plonu od masy ziarna z kłosa określono wartości współczynników korelacji między tymi cechami.

Na podstawie wartości współczynników korelacji między masą ziarna z kłosa a plonem z jednostki powierzchni można stwierdzić, że występuje zróżnicowanie zależności między tymi cechami w zależności od poziomów badanych czynników (tab. 7). W roku 1999 zależność ta była bardzo silna, natomiast w roku 2002 słaba. Porównanie wartości współczynników korelacji dla badanych odmian można wnioskować, że silniejsza zależność występuje u odmiany Rasbet w porównaniu z odmianą Rastik, tak, więc masa ziarna z kłosa odmiany Rasbet w znacznie większym stopniu wpływa na wielkość plonu niż masa ziarna z kłosa u odmiany Rastik. Najsilniejszą zależność między masą ziarna z kłosa dla poszczególnych poziomów nawożenia stwierdzono dla dawki 0 kg N·ha⁻¹.

Tabela 7. Współczynniki korelacji między masą ziarna z kłosa a plonem z jednostki powierzchni dla poszczególnych poziomów czynników

Table 7. Correlation coefficients between weight of grain per spike and yield of grain

| Lata– Years | | | |
|--|--------|----------------------------|---------------------|
| 1999 | 2001 | 2002 | |
| 0,83 | 0,49 | 0,19 | |
| Odmiana – Cultivar | | Termin siewu – Sowing date | |
| Rasbet | Rastik | Wczesny – Early | Opóźniony – Delayed |
| 0,64 | 0,37 | 0,13 | 0,15 |
| Dawka N – Rate of N (kg·ha ⁻¹) | | | |
| 0 | 30 | 60 | 90 |
| 0,67 | 0,49 | 0,38 | 0,51 |

Zależności między masą ziarna z kłosa jęczmienia a plonem w badaniach Cossani i in. [2009] były znacznie silniejsze ($r=0,97$), również bardzo silne zależności ($r=0,84$) stwierdzono w badaniach Lakew i in. [2011] między liczbą ziaren w kłosie, która z kolei bezpośrednio wpływa na masę ziarna z kłosa, a plonem z jednostki powierzchni. W badaniach Shariefa i in. [2011] podobne zależności były natomiast dość słabe (współczynniki korelacji poniżej 0,4), co może świadczyć o zróżnicowaniu środowiskowym i odmianowym wpływającym na badaną zależność.

WNIOSKI

1. Większość badanych cech architektury łanu była istotnie zróżnicowana w latach badań, co wskazuje na silny wpływ warunków siedliskowych na cechy budowy przestrzennej łanu.
2. Długość pędów była najsilniej zróżnicowana terminami siewu i dawkami nawożenia azotem (większa dla wczesnego terminu siewu i większych dawek nawożenia). Długość kłosa i liczba ziarniaków w kłosie zależały w największym stopniu od lat i odmian, a masa ziarna z kłosa zależała od terminów siewu i odmian (większa dla odmiany Rastik i wczesnego terminu siewu).
3. Różnice między badanymi cechami architektury dla poszczególnych grup roślin o różnym rozkrzewieniu były niewielkie.

PIŚMIENNICTWO

- Conry M. 1998. Influence of seed rate and sowing date on the yield and grain quality of Blenheim spring malting barley in the south-east of Ireland. *J. Agric. Sci.* 130: 307–315.
- Cossani M., Slafer G., Savin R. 2009. Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. *Field Crop Res.* 112: 205–213.
- Dofing S., Knight C. 1994. Yield component compensation in unicum barley lines. *Agron. J.* 86: 273–276.
- Donald M.C. 1979. A barley breeding programme based on an ideotype. *J. Agric. Sci.* 93: 261–269.
- Gozdowski D., Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Pałowski K., Pietkiewicz S. 2012. Zmienność budowy przestrzennej łanu jęczmienia jarego w zróżnicowanych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. Część I. Struktura łanu. *Fragm. Agron.* 29(3): 7–19.
- 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. 1997. Badania nad modelem rośliny i łanu zbóż. *Biul. IHAR* 201: 67–70.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1998a. Określenie modeli wysokoplennych roślin zbóż jarych. *Pam. Puł.* 113: 39–52.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1998b. Reakcja zbóż jarych na usuwanie pędów bocznych. *Mat. konf. „Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”*. Kraków, 12–14 czerwca 1997: 79–82.
- 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.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Noworolnik K. 1999. Wydajność i budowa przestrzenna łanów dwurzędowej i wielorzędowej formy jęczmienia jarego przy różnych wariantach uprawy. *Biul. IHAR* 210: 79–85.
- Lakew B., Eglinton J., Henry R.J., Baum M., Grand S., Ceccarelli S. 2011. The potential contribution of wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) germplasm to drought tolerance of cultivated barley (*H. vulgare* ssp. *vulgare*). *Field Crop Res.* 120: 161–168.
- 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.
- Sharief A.E., Attia A.N., Saied M., El-Sayed A.A., El-Hag A. 2011. Agronomic studies on barley: Yield analysis. *Crop Environ.* 2: 11–18.
- Zimny L. 1995. *Mały leksykon rolniczy*. PWN Warszawa: 12.

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

**VARIABILITY OF SPATIAL FORMATION OF SPRING BARLEY CANOPY IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL AND GROWING CONDITIONS.
PART II. CANOPY ARCHITECTURE****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⁻¹) for traits of canopy architecture. All evaluated traits of canopy architecture were significantly differentiated in years of experiment. It was proved large effect of environmental conditions for these traits. The strongest effect for length of shoots was caused by sowing date and nitrogen fertilization (higher values were for early sowing date and higher rates of N fertilization). Length of spike and number of grains per spike mostly depended on years and cultivars. The biggest differences between weight of grain per spike for different levels of factors were between sowing dates and cultivars (bigger weight of grain per spike were observed for early sowing date and cv. Rastik). The differences between evaluated traits of canopy architecture for groups of plants (with different number of fertile stems) were small.