

BOGDAN DUBIS

Katedra Produkcji Roślinnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Produkcyjne skutki regulacji liczby pędów roślin jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego

Productive effects of stem number control in hulless and hulled spring barley

W doświadczeniu wazonowym, przeprowadzonym w latach 2000–2002, porównano plonowanie roślin jednopędowych, dwupędowych i swobodnie krzewiących się jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego na jednakowej powierzchni wazonu, w kontrolowanych warunkach wilgotnościowych. Stwierdzono, że największą produktywność z powierzchni wazonu, forma nagoziarnista i oplewiona uzyskiwały w przypadku roślin naturalnie krzewiących się, głównie dzięki większej liczbie źdźbeł kłosonośnych (średnio ponad 5 pędów z rośliny). Sztuczne, mechaniczne ograniczenie liczby pędów na roślinie do dwóch lub jednego powodowało spadek plonowania jęczmienia od 44% do 49%. Tak, więc ograniczanie krzewistości u obu form jęczmienia było czynnikiem obniżającym ich produktywność. Nie stwierdzono specyficznej, odmianowej reakcji jęczmienia na liczbę pozostawionych pędów produktywnych.

Słowa kluczowe: forma nagoziarnista, forma oplewiona, jęczmień jary, odmiana, plon ziarna, struktura plonu, typ rośliny

In the pot experiment, performed during 2000–2002 yielding ability of hulless and hulled barley forms was compared in the conditions of controlled water supply. It was found that the highest yield per pot area was obtained from intact barley plants, as well hulless as hulled ones. It resulted from higher number of ear bearing shoots (average more than 5 per plant). Induced reduction of stem number per plant to one or two shoots resulted in yield reduction by 44 to 49 per cent. Thus reduction of tillering for the both barley forms appeared to be a factor of yield reduction. No cultivar response to the number of productive shoots left was stated.

Key words: cultivars, hulled barley, hulless barley, grain yield, plant type, spring barley, yield structure

WSTĘP

Wydajność łanu jęczmienia jarego zależy w dużej mierze od jej prawidłowej struktury i architektury. Odpowiednia architektura łanu stwarza roślinom optymalne warunki do różnicowania się podstawowych elementów kłosa, decydujących o plonie ziarna (Nalborczyk, 2000). Z niektórych badań (Kozłowska-Ptaszyńska, 1998; Pecio, 1995) wynika, że jęczmień jary największy efekt produkcyjny uzyskuje z roślin 3–4 pędowych,

charakteryzujących się wyrównaną wysokością. Większe krzewienie pogarsza architekturę łanu oraz powoduje spadek produktywności pojedynczych kłosów, w tym szczególnie pędu głównego.

W ostatnich latach został wprowadzony do uprawy jęczmień nagoziarnisty, odmiana Rastik, którego wymagania agrotechniczne są mało poznane. W dotychczasowej literaturze brakuje prac na temat produktywności tej kreacji w zależności od budowy przestrzennej łanu. Wiadomo jedynie, że odmiana ta wymaga gęstszego siewu (COBORU, 2002; Liszewski, 2000). Można, zatem oczekiwać, że zbyt duży udział pędów bocznych jest mało korzystny dla wielkości plonu ziarna. W związku z tym, że nie ma odmian niekrzewiących się, stworzono sztucznie typy roślin jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego składających się z jednego i dwóch pędów, a następnie przeprowadzono badania, których celem było określenie i porównanie plonu ziarna oraz elementów jego struktury jęczmienia oplewionego i nagoziarnistego prowadzonych w formie roślin jednopędowych i dwupędowych z typem roślin naturalnie krzewiących się.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono w latach 2000–2002, w hali wegetacyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Badania dwuczynnikowe prowadzono metodą serii niezależnych, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu była forma (odmiana) jęczmienia jarego: oplewiony (odmiana Stratus) i nagoziarnisty (odmiana Rastik). Czynnikiem II rzędu był typ rośliny: jednopędowy, dwupędowy i naturalnie krzewiący się. Dla uzyskania takich kombinacji, do każdego wazonu wysiano po 25 ziarniaków, a po przerywce, wykonanej w fazie 2-liścia, pozostawiono po 10 roślin do swobodnego krzewienia się, bądź formowanych jako dwupędowe, a w wariantach roślin jednopędowych pozostawiono po 20 roślin. Pożądaną ich liczbę utrzymywano poprzez usuwanie pędów bocznych w początku strzelania w źdźbło. Zabieg ten wykonywano systematycznie co 4 dni, praktycznie do końca wegetacji roślin. Pęd główny i pierwszy boczny ustalono w oparciu o kolejność wytwarzania ich przez roślinę. Doświadczenie realizowano w wazonach typu Kick-Brauckman, wypełnionych glebą (9 kg), zaliczoną do kompleksu żyniego dobrego. Zasobność gleby w fosfor i potas była wysoka, w magnez średnia (17,4 mg P_2O_5 , 12,1 mg K_2O , 3,5 mg MgO / 100 g gleby), a jej odczyn lekko kwaśny (pH w 1 M KCL — 5,8). Przed siewem zastosowano nawożenie mineralne w następującej ilości czystego składnika na wazon: 1,8 g N, 1,0 g P_2O_5 , 1,5 g K_2O i 0,5 g MgO . Wilgotność gleby w wazonach utrzymywano na poziomie 65%–70% maksymalnej pojemności wodnej. Jęczmień wysiewano w II dekadzie kwietnia na głębokość 3 cm. W okresie wegetacji rośliny jęczmienia chroniono przed mączniakiem prawdziwym zbóż i traw za pomocą Amistaru 250 SC stosowanego w fazie strzelania w źdźbło oraz zwalczano mszyce przy użyciu preparatu Decis 2,5 EC. Po zbiorze (III dekada lipca) roślin wykonano, oddzielnie dla każdego pędu, podstawowe pomiary morfometryczne: długość pędu i kłosa, liczbę ziaren z kłosa i rośliny, masę ziaren z pojedynczego kłosa, masę 1000 ziaren. Plon ziarna określono na jednakowej powierzchni wazonu. Otrzymane dane opracowano statystycznie, a istotność różnic oszacowano testem t-Duncana. Wyniki przedstawione

w pracy ograniczono do efektów głównych (brak interakcji między badanymi czynnikami) i stanowią wartości średnie z trzech lat, ze względu na identyczną reakcję jęczmienia w latach badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany jęczmienia wykazywały istotne zróżnicowanie w długości pędu (tab. 1). Jęczmień nagoziarnisty wykształcał o około 7% dłuższe źdźbła niż oplewiony. Potwierdzają to również doświadczenia przeprowadzone przez COBORU (2002).

Usuwanie wszystkich pędów bocznych (typ jedнопędowy) lub pozostawienie jednego bocznego (typ dwupędowy) powodowało, w stosunku do roślin pochodzących z obiektu kontrolnego, zwiększenie długości źdźbeł (o 22%) u badanych form jęczmienia (tab. 1).

Tabela 1

Długość pędu i kłosa (średnie z 3 lat)
Length of shoot and ears (means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jedнопędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Długość pędu (cm) Length of shoot	59,3	63,4	65,3	65,2	53,6
NIR (P = 0,05)	1,0		2,5		
LSD (P = 0,05)					
Długość kłosa (cm) Length of ear	8,4	8,9	8,8	9,7	7,4
NIR (P = 0,05)	0,3		0,3		
LSD (P = 0,05)					

W obiektach z naturalnym krzewieniem jęczmień charakteryzował się znacznie większym stopniem rozkrzewienia (tab. 2). W wariancie tym wystąpiły rośliny cztero-, pięcio-, sześć- i siedmiopędowe.

W badaniach Kozłowskiej-Ptaszyńskiej (1998) jęczmień jary dwurzędowy najdłuższe pędy uzyskiwał z roślin jedno- i trzypędowych, pszenżyto zaś z typu jedno- i dwupędowego. Natomiast owies i pszenica nie wykazywały istotnego zróżnicowania względem długości źdźbła w zależności od modelu rośliny.

Najdłuższe kwiatostany obie odmiany uzyskały z roślin dwupędowych (tab. 1). Długość kłosa roślin naturalnych była istotnie mniejsza niż jedno i dwupędowych. Kłosa pochodzące z obiektów jedнопędowych, w porównaniu do dwupędowych, były krótsze o 10%, a swobodnie krzewiących się o 23%. Forma nagoziarnista Rastik w porównaniu do oplewionej Stratus wykształcała istotnie dłuższy kłos, w której jednak zawiązywało się mniej ziarniaków. Kozłowska-Ptaszyńska (1998) stwierdziła, że najdłuższe kłosa jęczmień dwurzędowy, w porównaniu do roślin kontrolnych, uzyskuje z modeli trzypędowych, zaś pszenica z roślin dwupędowych. Pszenżyto w tychże samych badaniach nie wykazywało

w tej cesze istotnego zróżnicowania, natomiast długość wiechy owsa, na skutek mechanicznej regulacji liczby pędów ulegała istotnemu skróceniu.

Tabela 2

Współczynnik krzewienia produkcyjnego jęczmienia (średnie z 3 lat)
Coefficient of productive tillering for barley (means for 3 years)

Odmiany Cultivars	Liczba roślin w wazonie Number of plants per pot			Średnio Mean
	20	10	10	
	typ rośliny plant type			
	jednopędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears	
Oplewiona Hulled	1,0	2,0	5,6	2,9
Nieoplewiona Hulless	1,0	2,0	5,5	2,8
Średnio Mean	1,0	2,0	5,6	—

Jęczmień nagoziarnisty w stosunku do oplewionego wykształcał w kłosie oraz z całej rośliny o 8% mniej ziarniaków (tab. 3). Obie odmiany jęczmienia na zabieg usuwania pędów (typ jedno- i dwupędowy) reagowały zwiększeniem liczby ziaren w kłosie, odpowiednio o 19 i 25%, w porównaniu do roślin naturalnie krzewiących się. Podobną reakcję w badaniach modelowych z pszenżytem ozimym uzyskała Podolska i Wielgo (1997), a z pszenicą ozimą Podolska (1999). W innym doświadczeniu (Podolska i Wielgo, 2001) wykazano, że ograniczenie liczby pędów u pszenżyta, żyta i pszenicy ozimej na ogół sprzyjało zwiększaniu liczby ziaren w kłosie, choć nie zawsze były one potwierdzone statystycznie.

Liczba ziarniaków wytworzona przez całą roślinę była istotnie największa w obiekcie kontrolnym, a więc w wariancie bez usuwania pędów bocznych. O takim układzie wartości liczbowej decydowała głównie większa liczba pędów kłosonośnych wytworzona przez pojedynczą roślinę (tab. 2). Potwierdzają to również badania Podolskiej i Wielgo (1997; 2001) przeprowadzone z pszenżytem ozimym, żytem i pszenicą ozimą, z których wynika, że najkorzystniejszą liczbę ziaren z rośliny uzyskano z wariantu o typie naturalnym. Kozłowska-Ptaszyńska (1998) badając jęczmień i pszenicę najwięcej ziarniaków w kwiatostanie uzyskała z roślin składających się z trzech pędów, w przypadku pszenżyta był to model dwupędowy, a owsa – dwu i trzypędowy. W badaniach Podolskiej (1999) liczba ziaren z rośliny dwóch odmian pszenicy ozimej wykazywała istotne współdziałanie modelu rośliny z ich zagęszczeniem na jednostce powierzchni. Odmiana Koda wysiewana w obsadzie 400 i 600 ziaren/m² największą liczbę ziaren uzyskała z roślin o naturalnym krzewieniu, zaś przy zagęszczeniu 800 ziaren/m² z roślin kontrolnych i dwupędowych. Natomiast u odmiany Lama, wysiewanej w ilości 400 ziaren/m², najkorzystniejszą wartość liczbową tej cechy stwierdzono u roślin kontrolnych i dwupędowych, przy zagęszczeniu

600 ziaren/m² na roślinach naturalnych, a przy ilości 800 ziaren/m² nie wykazywała istotnego zróżnicowania w zależności od typu rośliny.

Masa ziaren z kłosa jęczmienia nagoziarnistego była o 11% mniejsza niż oplewionego (tab. 3). Największą masę ziarna z pojedynczego kłosa obie formy jęczmienia uzyskiwały z roślin o typie dwupędowym. Prowadzenie roślin jednopędowych skutkowało zmniejszeniem wartości liczbowej tej cechy o 5%, a naturalnie krzewiących się aż o 26% (tab. 3). W badaniach Podolskiej i Wielgo (1997) pszenżyto ozime, istotnie większą masę ziaren z kłosa uzyskiwało z roślin jednopędowych w porównaniu z dwupędowymi i naturalnymi. Z innych doświadczeń tych samych autorów (2001) wynika, że masa ziaren z kłosa pochodząca z roślin jedno i dwupędowych żyta i pszenicy jest na ogół podobna, ale istotnie większa niż roślin kontrolnych. Podolska (1999) badając dwie odmiany pszenicy ozimej stwierdziła istotne współdziałanie zagęszczenia roślin z ich modelem w kształtowaniu masy ziaren z kłosa. Odmiana Koda, przy gęstości 400 ziaren/m², istotnie wyższą wartość tej cechy uzyskiwała z roślin jednopędowych, zaś w siewach zagęszczonych (600 i 800 ziaren/m²) nie zanotowano pod tym względem żadnego zróżnicowania. Natomiast odmiana Lama, dla każdej ze stosowanych gęstości, największą masę ziaren z kłosa wydała z roślin składających się z jednego pędu.

Tabela 3

Liczba ziaren w kłosie, z rośliny, masa ziaren z kłosa oraz masa 1000 ziaren (średnie z 3 lat)
Number of grains per ear, per plant, weight of grain per ear and weight of 1000 grains
(means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jednopędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	20,3	18,7	20,3	21,3	17,0
NIR (P = 0,05)	1,3		1,5		
LSD (P = 0.05)	1,3		1,5		
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	54,2	50,1	20,3	42,3	94,0
NIR (P = 0,05)	1,1		3,9		
LSD (P = 0.05)	1,1		3,9		
Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grain per ears	1,27	1,13	1,27	1,34	0,99
NIR (P = 0,05)	0,04		0,08		
LSD (P = 0.05)	0,04		0,08		
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	60,7	58,0	62,4	63,7	52,0
NIR (P = 0,05)	1,1		0,9		
LSD (P = 0.05)	1,1		0,9		

Brak łuski u jęczmienia nagoziarnistego powodowało obniżkę masy 1000 ziaren o około 5% w stosunku do oplewionego (tab. 3). Znamienne jest, że obie formy najdorodniejsze ziarno wykształcały z roślin o typie dwupędowym. Masa 1000 ziaren pochodząca z roślin jednopędowych była mniejsza o 2%, a swobodnie krzewiących się

o około 18%. W badaniach Podolskiej i Wielgo (1997) pszenżyto ozime najwyższą masę 1000 ziaren uzyskiwało z roślin jedнопędowych. Rośliny dwupędowe obniżały wartość liczbową tej cechy o 5%, a naturalne, o swobodnym krzewieniu, aż o 11%. Z innych doniesień (Podolska 1999; Podolska i Wielgo 2001) wynika, że masa 1000 ziaren pszenżyta, żyta i pszenicy ozimej nie ulegała istotnej modyfikacji w zależności od modelu rośliny

Plon ziarna z wazonu był istotnie różnicowany formą i typem rośliny jęczmienia (tab. 4). W warunkach kontrolowanych wyższy plon ziarna uzyskała odmiana oplewiona Stratus. Plenność nagoziarnistej odmiany Rastik była niższa o 11%, co jest porównywalne z danymi COBORU (2002).

O takim ukształtowaniu plonu decydowała korzystniejsza u odmiany oplewionej liczba i masa ziaren z kłosa oraz lepsza dorodność ziarna. Po usunięciu plewki, która stanowiła 11,6% masy całego ziarniaka, plon ziarna odmiany oplewionej ukształtował się na poziomie zbliżonym do plonu ziarna odmiany nagoziarnistej (tab. 4).

Tabela 4

Plon ziarna jęczmienia (g z 1 wazonu) (średnie z 3 lat)
Yield of barley grain (g per pot) (means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jedнопędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Plon ziarna z łuską Yield of grain with chaff	35,6	31,8	24,9	27,5	48,9
NIR (P = 0,05)	1,3		1,6		
LSD (P = 0.05)					
Plon ziarna bez łuski Yield of grain without chaff	32,6	31,8	23,7	26,2	46,7
NIR (P = 0,05)	r.n.		1,5		
LSD (P = 0.05)					

Reakcja odmian jęczmienia na mechaniczne usuwanie pędów bocznych była jednakowa (tab. 4). Najwyższy poziom plonowania obie formy, pomimo gorszych parametrów struktury plonu, a więc mniejszej liczby i masy ziaren z kłosa oraz mniejszej masy 1000 ziaren, uzyskały z wazonów z roślinami o typie naturalnie krzewiącym się. O takim układzie plonu decydowała w głównej mierze liczba wykształconych pędów kłosonośnych (z 1 rośliny ponad 5 pędów). W wazonach z roślinami dwupędowymi plon ziarna był niższy aż o 44%. Najmniejszy plon uzyskano z wazonów, w których prowadzono 20 jedнопędowych roślin, dających taką samą liczbę kłosów jak z 10 roślin dwupędowych (20 kłosów). Obniżka plonu w tym obiekcie wynosiła ponad 49%. Tak, więc przy takim samym zwarcie kłosów korzystniejszy dla plonu okazał się model dwupędowy. Świadczyłoby to o tym, że u obu form jęczmienia produktywność pędu głównego pochodząca z roślin nierozkrzewionych zmniejsza się w porównaniu z pędem głównym rozkrzewionym, a dążenie do ograniczenia pędów jest w tym przypadku mało korzystne.

Kozłowska-Ptaszyńska (1998) w swoich badaniach wykazała, że jęczmień jary na zabieg usuwania pędów bocznych reaguje wzrostem plenności pozostałych pędów produktywnych na roślinie w wyniku zwiększonej liczby i masy ziaren z kłosa. Jednakże na skutek mniejszej liczby kłosów z jednej rośliny, szczególnie w wariantach jedno- i dwupędowym plon ziarna z wazonu był istotnie niższy niż w obiekcie kontrolnym (bez usuwania pędów). Pecio (1995) twierdzi, że największy efekt produkcyjny u jęczmienia jarego można uzyskać z roślin o wyrównanej wysokości i wykształcających co najmniej cztery pędy. Natomiast Benbelkacem i wsp. (1984) uważają, że zbyt duża krzewistość wpływa na gorsze plonowanie, ponieważ obniża się liczba i masa ziaren z kłosa. Podobne zależności wykazali Lauer i Simmons (1988) oraz Simmons i wsp. (1982).

WNIOSKI

1. Odmiana jęczmienia nagoziarnistego Rastik, w wazonach, w porównaniu do oplewionej Stratus, plonowała o 11% niżej. Decydowała o tym istotnie mniejsza liczba i masa ziaren z kłosa oraz mniejsza dorodność ziarna.
2. Krzewistość formy nagoziarnistej Rastik kształtowała się na poziomie krzewistości formy oplewionej Stratus
3. Największą produktywność z obu form jęczmienia uzyskiwano z roślin naturalnie krzewiących się, głównie dzięki większej liczbie wytworzonych źdźbeł kłosonośnych (średnio ponad 5 pędów z rośliny). Sztuczne, mechaniczne ograniczenie liczby pędów na roślinie do dwóch lub jednego powodowało spadek plonu ziarna od 44% do 49%. Tak, więc ograniczanie krzewistości zarówno u kreacji nagoziarnistej, jak i oplewionej, było czynnikiem obniżającym ich produktywność. Nie stwierdzono specyficznej, odmianowej reakcji jęczmienia na liczbę pozostawionych pędów produktywnych.
4. Jednopędowe i dwupędowe rośliny jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego charakteryzowały się istotnie większą liczbą ziaren w kłosie, masą ziaren z kłosa oraz masą 1000 ziaren w porównaniu do roślin kontrolnych, które wykształcały więcej ziaren z rośliny.

LITERATURA

- Benbelkacem A., Mekni S. M., Rasmusson C. D. 1984. Breeding for high tiller number and yield in barley. *Crop Sci.* 24: 968 — 972.
- COBORU. 2002. Lista opisowa odmian. Słupia Wielka.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1998. Określenie modeli wysokoplennych roślin zbóż jarych. *Pam. Puł.* 113: 39 — 51.
- Lauer J.G., Simmons S.R. 1988. Photoassimilate partitioning by tillers and individual tiller leaves in field-grown spring barley. *Crop Sci.* 28: 279 — 282.
- Liszewski M. 2000. Jęczmień nagi — nowe zboże. *Por. Gospod.* 1: 15.
- Nalborczyk E. 1991. Produkcyjność łanów uprawy polowej. *Fragm. Agronom. Zesz. Specjalny*, 2: 5 — 13.
- Pecio A. 1995. Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. *IUNG Puławy, R* (325): 1 — 84.
- Podolska G. 1999. Budowa i wydajność łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych i modelu rośliny. *Pam. Puł.* 116:1 — 131.

- Podolska G., Wielgo B. 1997. Produkcyjność pszenżyta ozimego w zależności od modelu morfologicznego rośliny. Zesz. Nauk. AR Szczec. 175: 341 — 347.
- Podolska G., Wielgo B. 2001. Produkcyjność wybranych zbóż ozimych w zależności od modelu morfologicznego rośliny. Pam. Puł. 128: 211 — 217.
- Simmons S. R., Rasmusson D. C., Wiersma J. V. 1982. Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. Crop Sci. 22: 801 — 805.