

ALICJA PECIO**ANDRZEJ BICHONSKI**

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie

Wpływ ilości wysiewu na plon i jakość browarną ziarna jęczmienia jarego

The effect of sowing rate on grain yield and malting quality in spring barley

Opracowanie stanowi syntezę wyników, pochodzących z dwóch doświadczeń ścisłych prowadzonych w latach 1996–1998 w Zakładzie Doświadczalnym Kępa (woj. Lubelskie) oraz w latach 1998–2000 w Zakładzie Doświadczalnym Grabów woj. Mazowieckie. Stwierdzono istotną zależność plonu i jakości ziarna jęczmienia od ilości wysiewu. Zwiększanie ilości wysiewu rodu BKH 2794 do 4,1 mln ziaren na 1 ha i odmiany Rudzik do 4 mln ziaren na 1 ha powodowało wzrost plonu ziarna, głównie na skutek zwiększonej liczby kłosów na jednostce powierzchni, przy czym liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren wносиły wkład ujemny. Zagęszczanie siewu odmiany Rudzik do 5 mln ziaren na 1 ha powodowało nieznaczne zmniejszenie plonu ziarna, spowodowane znaczną obniżką masy 1000 ziaren oraz liczby ziaren w kłosie. Zwiększanie ilości wysiewu jęczmienia powodowało zmniejszenie krzewistości roślin i zmiany w budowie przestrzennej łanu, polegające na ograniczeniu liczby pędów niskich, wykształcających ziarno drobne i o wysokiej zawartości białka. Parametry wartości browarnej ziarna zależały od warunków pogodowych w latach badań. Zmianom ulegały wartości parametrów pod wpływem ilości wysiewu. Zagęszczanie siewu powodowało zmniejszenie masy 1000 ziaren i zawartości białka w ziarnie, a zwiększenie lepkości brzezki i stopnia ostatecznego odfermentowania brzezki.

Słowa kluczowe: ilość wysiewu, jakość browarna, jęczmień jary, plon ziarna

A significant relationship between a sowing rate of spring barley and grain yield and protein content was found. The increase of grain yield with increasing a sowing rate up to 4.1 and 4 million seeds per 1 ha in barley line BKH 2794 and cv. Rudzik, respectively, was mainly due to the greater number of spikes. However, when a sowing rate for cv. Rudzik was increased to 5 million seeds per ha, grain yield declined. This effect was because of a comparatively smaller number of grains per spike as well as a lower weight of 1000 grains. The increase of canopy density resulted in the diminished plant productive tillering, followed by changes in canopy architecture, shown in the reduced number of short tillers, producing small grains of high protein content. The malting quality parameters depended on the weather conditions in the years of investigations, but the essential effects of sowing density were similar. High density resulted in the declined weight of 1000 grains and protein content of grain. In contrast, it caused the enhancement of wort viscosity and fermentability.

Key words: grain yield, malting quality, sowing rate, spring barley

WSTĘP

Obsada roślin na jednostce powierzchni jest czynnikiem silnie modyfikującym wielkość plonu i jakość ziarna jęczmienia (Jedel i Helm, 1995; Szmigiel i Oleksy, 1998). Zależność między plonem a zagęszczeniem roślin w łanie ma jednak charakter złożony, ponieważ zróżnicowanie obsady roślin zmienia intensywność oddziaływań konkurencyjnych roślin o światło, wodę i składniki pokarmowe oraz wpływa na ich zdolność reprodukcyjną i odporność na czynniki stresowe.

Zagęszczanie roślin na jednostce powierzchni zwiększa ich wzajemne zacienianie się i zmniejsza ilość światła docierającego do głębi łanu. W warunkach gęstych siewów na skutek wzajemnego zacieniania się roślin następuje ograniczenie fotosyntezy przypadającej na jednostkę powierzchni liścia, powodując zmniejszenie przyrostu suchej masy oraz wielkości pojedynczej rośliny. Jednocześnie jednak następuje zwiększanie się produkcji suchej masy oraz powierzchni asymilacyjnej roślin w przeliczeniu na jednostkę powierzchni gleby. Szmigiel i Oleksy (1998) stwierdzili zmniejszenie zawartości białka w ziarnie w wyniku zagęszczenia siewu. Po przekroczeniu optymalnej dla plonu ziarna obsady roślin powierzchnia asymilacyjna łanu nadal powiększa się, ale intensywność fotosyntezy szybko maleje, powodując zmniejszanie przyrostów masy roślin. W rezultacie przy zbyt gęstych siewach następuje ograniczenie rozkrzewienia roślin, które powoduje zmniejszenie plonu ziarna.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zagęszczenia łanu jęczmienia na przykładzie rodu BKH 2794 i odmiany Rudzik na plon i jakość browarną ziarna.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę opracowania stanowią wyniki badań nad jęczmieniem jarym uzyskane w ścisłych doświadczeniach polowych przeprowadzonych w ZD IUNG Kępa w latach 1996–1998 i ZD IUNG Grabów w latach 1998–2000 w układzie split-plot jako dwuczynnikowe. W pracy przedstawiono uogólnienia wynikające z przeprowadzonych badań dotyczące wpływu gęstości siewu na plon i cechy jakości browarnej ziarna jęczmienia jarego. Z badań prowadzonych w pierwszej serii doświadczeń wykorzystano wpływ 4 ilości wysiewu: 2,0; 2,7; 3,4; i 4,1 mln ziaren·ha⁻¹ na plonowanie rodu BKH 2794. W drugiej serii odmianą testową był Rudzik. Zastosowano następujące ilości wysiewu: 2,0; 3,0; 4,0 i 5,0 mln ziaren·ha⁻¹. Charakterystykę siedliska, przebieg warunków pogodowych oraz szczegółowe omówienie wyników przedstawiono w opracowaniach częściowych (Kozłowska-Ptaszyńska i Pecio, 1999; Pecio i in., 2000; Pecio i Fotyma, 2001).

WYNIKI I DYSKUSJA

Ród BKH 2794

Zróżnicowane warunki pogody w latach prowadzenia badań spowodowały odmienny wpływ zagęszczania siewu na plon ziarna jęczmienia ród BKH 2794. Przyczyną były głównie ulewne opady deszczu w roku 1997 (czerwiec — 92 mm, lipiec — 150 mm), które spowodowały silne (1–2 w skali 9°) wyleganie roślin. W pierwszym roku jęczmień

plonował istotnie wyżej przy wysiewie w ilości 4,1 niż 2,0 mln ziaren·ha⁻¹ (tab. 1). W roku 1997 gęstość siewu nie oddziaływała na plon ziarna z powodu silnego wylegania roślin na początku fazy dojrzałości mleczej. W ostatnim roku badań (1998), jak również średnio w trzyleciu ród BKH 2794 wykazał tendencję do wzrostu plonu ziarna przy zagęszczaniu siewu z 2,0 do 4,1 mln ziaren·ha⁻¹.

Zwyzka plonu była związana wyłącznie z istotnym wzrostem liczby kłosów na jednostce powierzchni (tab. 1). Zwiększenie liczby kłosów następował pomimo zmniejszenia krzewistości roślin. Kłosa na pędzie głównym miały coraz większy udział w tworzeniu plonu ziarna z jednostki powierzchni. Liczba i masa ziaren z kłosa malały w miarę zagęszczania siewu, przy czym istotne zmniejszenie wartości tych cech, jak również krzewienia produkcyjnego, stwierdzono przy skrajnych ilościach wysiewu. Istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren w roku 1996 wystąpiło już przy wysiewie 3,4 mln ziaren·ha⁻¹, a w roku 1998 dopiero przy największej gęstości (4,1 mln ziaren·ha⁻¹) w porównaniu do wartości uzyskanych przy najrzadszym siewie — 2,0 mln ziaren·ha⁻¹.

Tabela 1

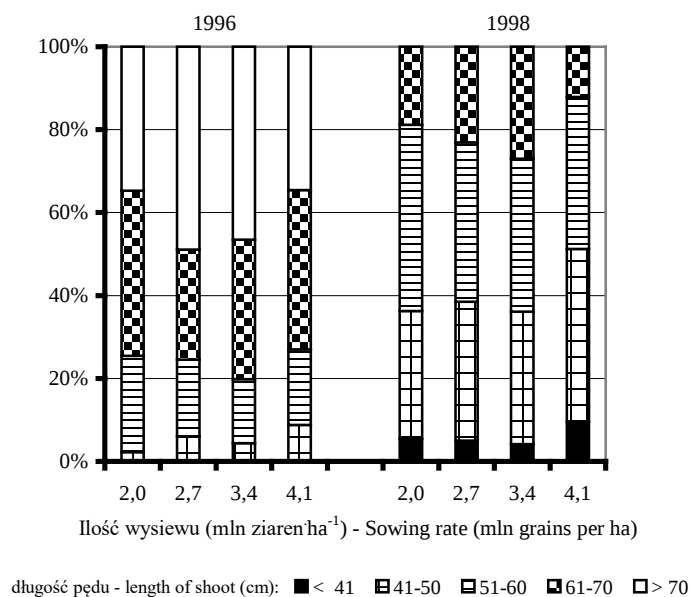
Wpływ gęstości siewu na plon i komponenty plonu ziarna jęczmienia, ród BKH 2794
Effect of sowing rate on grain yield and yield components in barley, line sp. BKH 2794

Parametr Parameter	Rok Year	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)				NIR — LSD (α = 0,05)
		2,0	2,7	3,4	4,1	
Plon ziarna (t/ha) Grain yield	1996	4,80	5,06	5,20	5,39	0,554
	1997	4,19	4,52	4,44	4,40	r.n.
	1998	3,47	3,49	3,73	3,82	r.n.
	średnio mean	4,15	4,36	4,46	4,56	r.n.
Liczba kłosów na 1 m ² Spikes per 1 m ²	1996	468	542	668	744	39,2
	1998	581	690	792	886	60,8
Krzewienie produkcyjne Productive tillering	1996	3,8	2,9	2,8	2,3	0,89
	1998	4,0	3,8	3,4	3,3	0,91
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	1996	39,2	38,2	38,6	38,5	1,31
	1998	38,5	38,8	37,8	36,6	1,38
Liczba ziaren z kłosa No. of grains per spike	1996	18,1	17,0	16,6	15,6	1,94
	1998	16,9	16,5	16,4	14,5	1,23
Masa ziarna z kłosa (g) Grain weight per spike	1996	0,71	0,65	0,64	0,60	0,089
	1998	0,65	0,64	0,62	0,53	0,088

Uzyskane wyniki potwierdziła analiza wkładu w plon i udziału w jego zmienności elementów struktury plonu, wykonana metodą Rudnickiego (2000). Wzrost plonu ziarna spowodowany zwiększoną ilością wysiewu z 2,0 do 4,1 następował głównie na skutek zwiększonej liczby kłosów na jednostce powierzchni. Liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren miały ujemny wkład zwiększenie plonu ziarna.

Z wielu badań (Fotyma i Pietrasz-Kęsik, 1993; Kozłowska-Ptaszyńska, 1993; Maciejewski, 1998) wynika, że zmiany w plonowaniu jęczmienia jarego zależą głównie od zmian w obsadzie kłosów i masie 1000 ziaren. Wzrost liczby kłosów na jednostce powierzchni jest często ujemnie skorelowany z masą tysiąca ziaren (Noworolnik, 1993; Owera i in., 1981).

Architektura łanu jęczmienia była kształtowana bardziej przez warunki pogodowe w okresie wegetacji roślin niż przez badane czynniki (rys. 1).



Rys. 1. Procentowy udział pędów o różnej długości w łanie jęczmienia ród BKH 2794 w zależności od gęstości siewu

Fig. 1. Percentage of shoots of certain length in the canopy of barley line BKH 2794, depending on a sowing rate

Tabela 2

Wkład i udział elementów struktury plonu w zmienność plonu rodu BKH 2794 powstałą w wyniku zwiększania ilości wysiewu (1996 i 1998)

The contribution and share of yield components in the yield of barley line BKH 2794 at different sowing rates (1996 and 1998)

Plon i elementy struktury Yield and its components	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)		Wkład Contribution		Udział Share
	2,0	4,1	t·ha ⁻¹	%	%
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield	4,14	4,61	-	—	—
Obsada kłosów na 1 m ² Spikes per 1 m ²	525	815	0,57	13,7	120,9
Liczba ziaren w kłosie No. of grains per spike	17,5	15,1	-0,08	-1,9	-16,6
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	38,9	37,7	-0,02	-0,5	-4,3
Suma — Sum	—	—	0,47	11,4	100
Błąd oceny — Estimation error					7,8%

W roku 1996 w łanach jęczmienia, niezależnie od gęstości siewu, przewagę stanowiły pędy z zakresów długości 61–70 i powyżej 70 cm. W roku 1997 z powodu silnego wylegania roślin po ulewnych opadach deszczu prób nie pobrano. W roku 1998 intensywne opady tuż po siewie jęczmienia spowodowały silne zaskorupienie gleby, co niekorzystnie wpłynęło na wschody i dalszy wzrost roślin, w efekcie wysokich pędów (> 70 cm) w łanach w ogóle nie notowano. W roku tym najliczniej występowały pędy o długości 51–60 i 41–50 cm. Niskie pędy liczniej notowano w łanie z najgęściejszego siewu (4,1 mln ziaren·ha⁻¹) tylko w 1998 roku.

W każdym z łanów jęczmienia największą plennością kłosów i dorodnością ziaren cechowały się najwyższe pędy w łanie. Gęsty siew (4,1 mln ziarn·ha⁻¹) powodował zmniejszenie masy ziarna z kłosa i masy 1000 ziaren nawet w górnych piętrach łanu (tab. 3).

Tabela 3

Plenność pędów o różnej długości w łanach jęczmienia zależnie od gęstości siewu (1996)
Productivity of shoots of certain length in spring barley canopy, depending on a sowing rate

Długość pędu Shoot length (cm)	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)	
	2,0	4,1
	masa ziarna z kłosa — grain weight per spike (g)	
> 70	0,98	0,88
61–70	0,69	0,62
51–60	0,37	0,35
≤ 50	0,24	0,22
masa 1000 ziaren — weight of 1000 grains		
> 70	46,3	42,8
61–70	40,7	39,8
51–60	35,6	32,3
≤ 50	29,1	26,9

Tabela 4

Parametry ziarna i słodu jęczmienia ród BKH 2794
Grain and malt parameters for barley line BKH 2794

Parametr Parameter	Norma Norm	1997	1998
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains		34,9	38,5
Celność ziarna Grain filling	> 95%	55,3	89,4
Zawartość białka w ziarnie Protein content	10,5–11,5 %	12,9	11,4
Ekstraktywność słodu Extractivity	≥ 79,5%	81,2	82,7
Lepkość brzezki Wort viscosity	≤ 1,67 mPa.s	1,58	1,60
Liczba Kolbacha Kolbach Index	35–45%	45,2	56,0
Siła diastatyczna Diastatic power	≥ 240°WK	302	302
Stopień ostatecznego odfermentowania brzezki Fermentability	> 80%	80,6	82,8

Uzyskane wartości parametrów ziarna i słoju jęczmienia były związane z warunkami pogody w latach prowadzenia badań (tab. 4). Dla większości cech rok 1998 był korzystniejszy niż rok 1997. Niekorzystne warunki atmosferyczne w roku 1997 spowodowały gorsze wykształcenie ziarna oraz przyczyniły się do znacznego zwiększenia zawartości białka w ziarnie, które przekroczyło graniczną wartość 11,5%. Rok 1998 charakteryzował się większym uzyskiem ekstraktu z mąki i stopniem odfermentowania brzezki w powiązaniu z mniejszą zawartością białka w ziarnie.

Wpływ ilości wysiewu na wartość browarną ziarna zależał od warunków pogodowych roku badań (tab. 5). Analiza regresji pozwoliła z wysokim prawdopodobieństwem opisać zmienność większości parametrów za pomocą krzywych regresji liniowej: $Y = a + b \times X$.

Porównanie wartości wyrazu wolnego „a” wykazało istotną różnicę pomiędzy latami badań w wartości uwzględnionych parametrów. Zmiany badanych cech zależnie od ilości wysiewu przebiegały podobnie w obu latach. Świadczy o tym brak istotnych różnic pomiędzy współczynnikami regresji „b”. Na skutek zagęszczania siewu zmniejszała się masa 1000 ziaren (1998 rok), celność ziarna i zawartość białka, a zwiększała się ekstraktywność słoju, stopień odfermentowania brzezki i liczba Kolbacha.

Zależność wpływu ilości wysiewu na cechy jakościowe ziarna od przebiegu pogody w latach stwierdzili także Jedel i Helm (1995).

Tabela 5

Regresja liniowa parametrów ziarna i słoju zależnie od ilości wysiewu pomiędzy latami badań (ród BKH 2794)
Linear of regression for the relation between grain and malt parameters and sowing rate in the years of experiment (BKH 2794)

Parametr Parameter	R ²	Błąd standardowy Standard error	Rok Year	Stała równania Intercept	Współczynnik regresji Slope
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	71,9	1,24	1997 1998	34,5 b 40,7 a	0,002 a* -0,008 a
Celność ziarna (%) Grain filling	95,5	4,26	1997 1998	60,6 b 91,1 a	-0,020 a -0,006 a
Zawartość białka w ziarnie Protein content	86,3	0,35	1997 1998	13,7 a 12,3 b	-0,003 a -0,003 a
Ekstraktywność słoju Malt extractivity	69,4	0,60	1997 1998	80,8 b 81,6 a	0,001 a 0,003 a
Lepkość brzezki Wort viscosity	35,4	0,02	1997 1998	1,53 b 1,60 a	0,000100 a 0,000007 b
Liczba Kolbacha Kolbach Index	82,2	2,94	1997 1998	43,1 b 52,9 a	0,007 a 0,010 a
Stopień ostatecznego odfermentowania brzezki Fermentability	73,4	0,78	1997 1998	79,0 b 82,6 a	0,005 a 0,006 b

* Obiekty oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie

* Values marked with the same letter are not significantly different

Odmiana Rudzik

W badaniach prowadzonych w latach 1998–2000 plon ziarna odmiany Rudzik zwiększał się istotnie wraz ze wzrostem zagęszczenia siewu do 4,0 mln ziaren·ha⁻¹ (tab. 6). W tym samym kierunku zwiększała się również liczba kłosów na jednostce powierzchni,

natomiast zmniejszały się masa tysiąca ziaren MTZ oraz plon ziarna z rośliny i z kłosa. Dalsze zwiększanie ilości wysiewu do 5,0 mln ziaren·ha⁻¹ powodowało nieznaczny spadek plonu ziarna. Krzewienie produkcyjne ulegało redukcji wraz z zagęszczaniem siewu od 2,0 do 5,0 mln ziaren·ha⁻¹.

Tabela 6

Plon ziarna i struktura plonu jęczmienia odm. Rudzik zależnie od ilości wysiewu. Średnio z lat 1998–2000
The effects of sowing rates on grain yield and its components in barley cv. Rudzik. Mean for the years 1998–2000

Wyszczególnienie Specification	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)				NIR — LSD (α = 0,05)
	2,0	3,0	4,0	5,0	
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield	3,82 b*	3,80 b	4,16 a	4,06 a	0,163
Liczba roślin na 1 m ² No. of plants per m ²	182 d	277 c	372 b	466 a	26,2
Liczba kłosów na 1 m ² No. of spikes per m ²	509 b	542 ab	595 a	595 a	36,6
Krzewienie produkcyjne Productive tillering	2,81 a	1,98 b	1,61 c	1,28 d	0,323
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	47,4 a	46,1 ab	45,4 b	45,1 b	1,65
Plon ziarna z rośliny (g) Grain weight per plant	2,11 a	1,39 b	1,12 bc	0,87c	0,286
Plon ziarna z kłosa (g) Grain weight per spike	0,75 a	0,70 ab	0,70 ab	0,68 b	0,059

* Obiekty nieróżniące się istotnie oznaczono takimi samymi literami

* Values marked with the same letter are not significantly different

Wykorzystując metodę Rudnickiego (2000) obliczono wkład elementów struktury plonu w przyrost plonu oraz ich udział w zmienności plonu spowodowanej oddziaływaniem ilości wysiewu (tab. 7). Zarówno wkład, jak i udział elementów struktury plonu w zmianie jego wielkości był odmienny w przedziale ilości wysiewu 2,0 do 4,0 i w przedziale 4,0 do 5,0 mln ziaren·ha⁻¹. W pierwszym z wyróżnionych przedziałów przyrost plonu ziarna następował w wyniku zwiększonej obsady kłosów na jednostce powierzchni. Natomiast wkład ujemny wносиły liczba ziaren w kłosie i masa 1000 ziaren. W drugim z wyróżnionych przedziałów obniżka plonu (nieistotna) następowała na skutek bardzo znacznego zmniejszenia masy 1000 ziaren i mniejszego niż w poprzednim przedziale zmniejszenia liczby ziaren w kłosie. Dodatni wkład liczby kłosów w wielkość plonu ziarna nie był w stanie zrekomensować ujemnego wpływu pozostałych elementów struktury plonu.

Zwiększanie zagęszczenia roślin w łanie powoduje nasilenie wzajemnych oddziaływań konkurencyjnych, które prowadzą do zróżnicowania warunków wzrostu i rozwoju poszczególnych roślin i w konsekwencji do poziomego rozwarstwienia łanu, czyli zmian w jego architekturze. W wyniku konkurencji zróżnicowaniu ulega w szczególności wielkość i struktura plonu z pędów o różnej wysokości (Pecio, 1995). Ma to dalszy

związek z wielkością ziarna i jednolitością jego partii, co decyduje o parametrach wartości browarnej, takich cech jak: masa 1000 ziaren i celność ziarna oraz zawartość białka w ziarnie i cechy słoju.

Tabela 7

**Wkład i udział w zmienności plonu jęczmienia odm. Rudzik elementów struktury plonu
zróżnicowanych w wyniku zwiększania ilości wysiewu**
The contribution and share of yield components in the yield of barley cv. Rudzik at different sowing rates

Elementy struktury plonu Yield components	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)					
	2,0-4,0			4,0-5,0		
	wkład contribution		udział share	wkład contribution		udział share
	t·ha ⁻¹	%	%	t·ha ⁻¹	%	%
Obsada kłosów na 1 m ² Spikes per 1 m ²	0,48	12,7	143,1	0,003	0,06	2,5
Liczba ziaren w kłosie No. of grains per spike	-0,05	-1,2	-13,6	-0,002	-0,06	-2,8
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	-0,10	-2,6	-29,5	-0,10	-2,40	-99,7
Suma Sum	0,33	8,9	100,0	-0,099	-2,40	100,0
Błąd oceny Estimation error	0,43 %			0,44 %		

Tabela 8

Parametry wartości browarnej ziarna jęczmienia odm. Rudzik zależnie od ilości wysiewu
Malting quality of barley cv. Rudzik grain at different sowing rates

Parametry wartości browarnej Malting quality parameters	Ilość wysiewu (mln ziaren·ha ⁻¹) Sowing rate (per ha × 10 ⁶)				
	2,0	3,0	4,0	5,0	NIR — LSD (α = 0,05)
Zawartość białka w ziarnie (%) Protein content	12,7	12,5	12,4	12,3	r.n.*
Zawartość białka rozpuszczalnego (%) Soluble proteins	6,3	6,1	6,0	5,9	0,23
Liczba Kolbacha (%) Kolbach Index	49,9	49,4	48,9	48,8	0,76

r.n. — Różnica nieistotna

r.n. — Not significant difference

W badaniach własnych zwiększenie liczby roślin na jednostce powierzchni powodowało zmniejszenie krzewistości roślin, a tym samym lepsze wyrównanie wysokości poszczególnych pędów. Obserwowano jednocześnie zmniejszenie zawartości białka w ziarnie. Ilość wysiewu różnicowała też ilość białek rozpuszczalnych, które wpływają na wartość liczby Kolbacha (tab. 8). Istotne zróżnicowanie tych parametrów stwierdzono jednak tylko pomiędzy najmniejszym i największym zagęszczeniem siewu.

WNIOSKI

1. Zwiększanie ilości wysiewu jęczmienia do ok. 4 mln ziaren na ha sprzyjało wzrostowi plonu ziarna, głównie na skutek zwiększenia obsady kłosów na jednostce powierzchni.
2. Przestrzenna budowa ładu jęczmienia była w dużym stopniu zależna od warunków pogody. Zagęszczanie siewu powodowało ograniczenie udziału pędów niskich, które charakteryzowały się mniejszą plennością kłosów.
3. Wartość browarna ziarna jęczmienia związana była z przebiegiem pogody oraz gęstością siewu. Zwiększanie ilości wysiewu miało korzystny wpływ na cechy jakościowe poprzez zmniejszenie zawartości białka w ziarnie oraz zwiększenie ekstraktowości słoju i stopnia ostatecznego odfermentowania brzojki.

LITERATURA

- Fotyma E., Pietrasz-Kęsik G. 1993. Struktura plonu zbóż jarych zależnie od nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 4: 103 — 104.
- Jedel P. E., Helm J. H. 1995. Agronomic response to seeding rate of two- and six-rowed barley cultivars in Central Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 75 (2): 315 — 320.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1993. Zmiany w strukturze i architekturze ładu dwurzędowych i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem gęstości siewu. *Pam. Puł.* 102: 65 — 76.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pecio A. 1999. Wpływ ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na plon i architekturę ładu odmian jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 3: 77 — 88.
- Maciejewski T. 1988. Wpływ deszczowania i gęstości siewu na plonowanie trzech odmian jęczmienia jarego. *Rocz. AR Poznań, Rol.* 32: 27 — 39.
- Noworolnik K. 1993. Reakcja odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. *Biul. IHAR* 185: 49 — 53.
- Owera S. A. P., Farrar J. F., Whitbread R. 1981. Growth and photosynthesis in barley infected with brown rust. *Physiol. Plant Pathol.* 18: 79 — 90.
- Pecio A. 1995. Studia nad modelem rośliny i ładu jęczmienia jarego. *IUNG Puławy, R* (235).
- Pecio A., Bichoński A., Ptasińska Z. 2000. Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną ziarna jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 3: 42 — 52.
- Pecio A., Fotyma E. 2001. Kalibracja testów NNI i SPAD dla jarego jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 3: 171 — 172.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 3: 53 — 65.
- Szmigiel A., Oleksy A. 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 112: 253 — 259.