

ANDRZEJ BICHONSKI¹**ALICJA PECIO**²**ARTUR RADECKI-PAWLIK**³¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie² Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy³ Katedra Inżynierii Wodnej Akademia Rolnicza, Kraków

Wpływ gęstości wysiewu i nawożenia azotowego jęczmienia odmiany Rudzik na zawartość β -glukanów w brzeczce

The effects of sowing density and nitrogen fertilization on the β -glucan content of wort in barley cultivar Rudzik

Badania, których celem było określenie wpływu nawożenia azotem i gęstości siewu na zawartość β -glukanów w jęczmieniu jarym browarnym odm. Rudzik przeprowadzono w 2000 roku. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy i Nawożenia i Gleboznawstwa SD Grabów. Czynniki doświadczenia były dawki nawożenia azotem: 0, 20, 40, 60 i 80 kg N/ha, oraz gęstości siewu 200, 300, 400 i 500 ziarniaków /m². Po zbiorze ziarno zostało wysłodowane i oznaczono w nim zawartość β -glukanów. Wysoka dawka nawożenia azotowego miała niekorzystny wpływ na zawartość β -glukanów w brzeczce, a wysoka obsada wysiewu ziaren/m² wpływała korzystnie na zawartość tego składnika.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, nawożenie azotowe, gęstość wysiewu, β -glukan

The aim of these investigations was to determine the influence of nitrogen fertilization and sowing density on the β -glucan content of winter brewery barley cv. Rudzik. The experiment was carried out in 2000 in the field of agrotechnical station Grabów. The experimental factors were differentiated nitrogen fertilization doses: 0, 20, 40, 60 and 80 kg N/ha and sowing densities: 200, 300, 400 and 500 grains per 1m². After harvest and malting of the grain, the content of β -glucans was estimated. High nitrogen doses resulted in undesirable increasing of the β -glucan content of wort, whereas a high sowing density had a positive effect on the content of this component.

Key words: β -glucan, nitrogen fertilization, sowing density, spring barley

WSTĘP

Węglowodany występujące w ziarniakach jęczmienia, spełniają dwie główne funkcje fizjologiczne, tj. są źródłem energii wykorzystywanej w procesach metabolicznych i posiadają swój udział w kształtowaniu struktury tkanek. Jęczmień zawiera około 80%

różnych węglowodanów, wśród których największą część stanowi skrobia (Henry, 1988; cyt. za Gąsiorowski, 1997). Drugą pod względem ilościowym frakcją węglowodanów są tzw. polisacharydy nieskrobiowe (NSP — ang. non starch polysaccharides), które to związki ciągle są przedmiotem intensywnych badań (Grossmann i in., 2001; Horvath i in., 2001). Ich zawartość w ziarnie jęczmienia wynosi ponad 10% (Englyst i in., 1983). Polisacharydy nieskrobiowe wchodzi w skład ścian komórkowych, tworząc wraz z włóknami celulozowymi składnik odpowiedzialny za ich strukturę. Jak podaje Moll (1991) zawartość β -glukanów większa niż 250 mg/l może utrudniać filtrację piwa. Potwierdziły to badania zdolności filtracyjnej brzezki i piwa przeprowadzone przez Narzißa i wsp. (1989 a, b), w których wykazali znaczącą korelację pomiędzy zawartością β -glukanu o wysokiej masie cząsteczkowej a „filtracyjnością” brzezki i piwa. Zjawisko takie jest szczególnie niepożądane w nowoczesnej technologii produkcji piwa o wzbożonym ekstrakcie, gdzie zdolność brzezki do jej swobodnego przepływu w procesach filtracji ma bardzo ważne znaczenie ekonomiczne.

Celem przeprowadzonego doświadczenia było zbadanie reakcji jęczmienia browarnego odmiany Rudzik na zastosowanie różnych dawek nawożenia azotowego oraz wpływu gęstości siewu na zawartość β -glukanów w brzezce, mających bezpośredni wpływ na jej zdolność do filtracji.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono z odmianą Rudzik, która uważana jest za jedną z najlepszych polskich odmian jęczmienia browarnego, chętnie skupowaną i wykorzystywaną przez browary do celów technologicznych. Ponadto jej dość wysoka wartość browarna jest w ostatnich latach wykorzystywana jako wzorzec przez COBORU w doświadczeniach przedrejestrach i innych (Kowalska i Winiarski, 1998; Kowalska i in., 2000; Węgrzyn i Bichoński, 2001). Odmiana ta była oceniana w doświadczeniu założonym metodą losowanych bloków na poletkach doświadczalnych Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Stacji Doświadczalnej w Grabowie 2000 roku. Jęczmień był uprawiany w zmianowaniu 4-półowym: owies, pszenżyto ozime, ziemniaki, jęczmień jary, na stanowisku po ziemniaku. Źródłem azotu na tym stanowisku był azot stosowany pod ziemniaki, na glebie zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego o odczynie $\text{pH}_{\text{KCL}} = 5,7$, oraz zawartości $\text{P}_2\text{O}_5 = 12,4$, $\text{K}_2\text{O} = 8,4$ i $\text{Mg} = 9,8$ mg w 100 g gleby. W okresie przed kwitnieniem jęczmienia odnotowano wysokie temperatury i wystąpił niedobór opadów atmosferycznych. Przeprowadzono doświadczenie dwuczynnikowe: dla różnej ilości wysiewu, tj. 200, 300, 400 i 500 ziarniaków /m², z różną dawką nawożenia azotowego, tj. 0, 20, 40, 60 i 80 kg N/ha zastosowanego w całości przedsięwzięcie. Stosowano agrotechnikę zgodną z zaleceniami uprawowymi IUNG.

Analizowane ziarno w trzech powtórzeniach z każdego poletka wysładowane zostało w mikrosłodowni Zakładu Roślin Zbożowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie. Słodowanie przeprowadzono w temperaturze 12°C, po doprowadzeniu ziarna do 45% wilgotności w próbkach po 500 g. w czasie 7 dni łącznie z pochłanianiem wody przez ziarno, zgodnie dla słodów typu pilzneńskiego. Z tak otrzymanego słodu

sporządzono ekstrakt, w którym oznaczono zawartość β -glukanów za pomocą aparatu β -glucan Analizer firmy Foss Tecator (Aastrup i Erdal, 1987; Jørgensen, 1988). Wyniki opracowano statystycznie za pomocą ogólnie stosowanej dwuczynnikowej analizy wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badana odmiana jęczmienia jarego browarnego Rudzik zareagowała wzrostem zawartości β -glukanów w uzyskanych brzeczczkach w miarę zagęszczania wysiewu do 400 ziaren/m², natomiast uległa znacznemu obniżeniu przy najwyższej obsadzie roślin (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ dawki nawożenia azotowego i ilości wysiewu na zawartość β -glukanów w brzeczce
The effect of nitrogen fertilization and sowing density on the β -glucan content of wort

Nawożenie N Fertilization N (kg N/ha)	Gęstość wysiewu (ziarn/m ²) Sowing rate (seeds/m ²)	Zawartość β -glukanów β -glucan content (mg/l)
0	200	222,5
20	200	229,0
40	200	219,3
60	200	242,4
80	200	238,7
0	300	226,5
20	300	227,2
40	300	244,2
60	300	237,0
80	300	252,4
0	400	253,3
20	400	189,5
40	400	275,0
60	400	233,6
80	400	234,7
0	500	206,6
20	500	230,1
40	500	190,6
60	500	240,0
80	500	204,8

Badania prowadzone przez Noworolnika (1993) wykazały, że dwurzędowe odmiany jęczmienia jarego niejednakowo reagują na gęstość siewu, co wiąże się z ich krzewistością oraz wymaganiami świetlnymi. Jednocześnie, według tego samego autora (1995) wraz z zagęszczaniem obsady roślin na poletku zwiększa się wyraźnie liczba kłosów, pomimo zmniejszonego rozkrzewienia produkcyjnego roślin. Jak podaje Gąsiorowski (1997), głównymi składnikami ścian komórkowych komórek warstwy aleuronowej i bielma dojrzałego ziarna jęczmienia są arabinoksylany i β -glukany stanowiące razem ponad 95% polisacharydów zawartych w tych tkankach. Jednak zaobserwowane zjawisko nie miało charakteru ciągłego. Przekroczenie bowiem granicy wysiewu 400 ziaren/m² powodowało znaczny spadek zawartości β -glukanów w analizowanym materiale. Podobną zależność opisał Mekis (1992) — w przypadku węgierskich odmian jęczmienia browarnego poziom

zawartości β -glukanów był funkcją gęstości siewu. Ilość glukanów stopniowo wzrastała wraz ze wzrostem liczby roślin rosnących na jednostce powierzchni, ale tylko do określonej granicy około 500 roślin/m². Powyżej tej granicy stopniowo malała zawartość tych składników. Zatem jednym ze sposobów obniżenia zawartości β -glukanów w jęczmieniu może być odpowiednie zwiększenie ilości jego wysiewu. Jednak reakcja tego zboża na gęstość siewu zależy od wielu czynników, a optymalne ilości wysiewu podawane przez różnych autorów są zróżnicowane, gdyż doświadczenia były przeprowadzane w różnych warunkach (Kirby, 1969; Afendylov, 1975; Rawicki, 1976; Akbay i in., 1983; Ruszkowski, 1988).

Reakcja badanej odmiany jęczmienia jarego na poziom zawartości β -glukanu w uzyskanych brzeczках przy wzrastającym nawożeniu azotowym była zróżnicowana (tab. 1). Odmiana Rudzik wykazała istotny spadek ilości glukanów przy dość niskim poziomie nawożenia N (20 kg N/ha) w stosunku do kontroli (brak nawożenia N). Na dalszy wzrost nawożenia azotem odmiana reagowała wzrostem zawartości β -glukanów. Tendencja taka utrzymywała się do poziomu 60 kg N/ha, następnie zawartość β -glukanów nieznacznie spadła (tab. 2).

Tabela 2

Średnie wartości cech i zakresy ich zmienności
Mean values and range of variability

Wyszczególnienie Item	Zawartość β -glukanów w brzeczce (mg/l) β -glucan content of wort (mg/l)								
	gęstość wysiewu sowing rate				nawożenie N fertilization N				
	200	300	400	500	0	20	40	60	80
Średnia Mean	230,4	237,5	237,2	214,4	227,2	219,0	232,3	238,2	232,6
Odchylenie standardowe Standard deviation	10,01	11,12	31,55	20,13	3,70	9,83	17,96	1,90	10,30
Zakres Range	23,10	25,90	85,50	49,40	46,70	40,60	84,40	8,80	47,60
Minimum Min.	219,30	226,50	189,50	190,60	206,60	189,50	190,60	233,60	204,80
Maksimum Max.	242,40	252,40	275,00	240,00	253,30	230,10	275,00	242,40	252,40
NIR — LSD _{0,05} : dla nawożenia N for N fertilization — 25,64 dla gęstości siewu for sowing rate — 28,47 dla interakcji for interaction — 0,98									

Należy również zaznaczyć, że zbyt wysoka dawka nawożenia azotowego zastosowana w uprawie jęczmienia browarnego może prowadzić do nadmiernego wzrostu procentowej zawartości białka, co jest zjawiskiem bardzo niepożądanym. Jak podaje Noworolnik (1998) w miarę podwyższenia poziomu nawożenia azotem słabnie dodatnia reakcja jęczmienia jarego na wzrastającą gęstość siewu. Pomimo że duże dawki nawożenia azotem mogą

przyczynić się do korzystnego wzrostu liczby kłosów w wyniku lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin, to jednocześnie niekorzystnie podwyższały zawartość β -glukanów w analizowanych brzezkach.

WNIOSKI

1. Badana odmiana jęczmienia jarego browarnego Rudzik reagowała dużym korzystnym obniżeniem się zawartości β -glukanów w brzezkce przy gęstości wysiewu 500 zian/m². Niższe ilości wysiewu w granicach 200 do 400 ziaren/m² nie powodowały większych zmian w zawartości β -glukanów.
2. W efekcie zwiększenia poziomu nawożenia azotem do 60 kg N/ha, zawartość β -glukanów w badanej brzezkce uległa niekorzystnemu wzrostowi, natomiast po zastosowaniu dawki 80 kg N/ha uległa nieznacznemu obniżeniu.
3. Najniższą zawartością β -glukanów charakteryzowały się brzezki otrzymane z jęczmienia, którego gęstość siewu wynosiła 500 ziaren na 1 m² i przy nawożeniu azotowym wynoszącym odpowiednio: 40, 0 oraz 80 kg N/ha.

LITERATURA

- Aastrup S., Erdal K. 1987. A mass balance study of β -glucan in malt, spent grains and wort using the Calcofluor method. Proc. Eur. Brew. Cong. Madrid: 353 — 360.
- Afendylox K. 1975. Dejstvie udobrenij i gustoty poseva na veličini i kačestvo urožaja jarovogo jačmenja. Vest. Selskochoz. Nauki 4: 15 — 19.
- Akbay G., Genctan T., Ozgan M. 1983. Ekim sikliginin iki ve altisiralı arpalarda tane ve protein verimleri. Uludag Univ. Zir. Fak. 2 (1): 95 — 105.
- Englyst H. N., Anderson V., Cummingst J. H. 1983. J. Sci Food Agric. 34: 1434 — 1437.
- Gąsiorowski H. (red.). 1997. Jęczmień, chemia i technologia. PWRiL, Warszawa.
- Grossmann O., Baumer M., Back W. 2001. Laboratory method for limitation of the bursting of brewery barley grain. Monatsschrift für Brauwissenschaft. 54 (11–12): 225 — 232.
- Horvath H., Jensen L. G., Wong O. T., Kohl E., Ullrich S. E., Cochran J., Kannangara C. G., von Wettstein D. 2001. Stability of transgenic expression, field performance and recombination breeding of transformed barley lines. Theor. Appl. Genet. 102 (1): 1 — 11.
- Jørgensen K. G. 1988. Quantification of high molecular weight (1-3) (1-4)- β -D-glucan using Calcofluor and flow injection analysis. I. Analytical principle and its standardization. Calsberg Res. Commun. 53: 277 — 285.
- Kirby E. J. 1969. The effect of sowing date and plant density on barley. Ann. Appl. Biol. 63: 519 — 521.
- Kowalska M., Winiarski J. 1998. Wartość krajowych odmian i rodów jęczmienia jarego w porównaniu z odmianami zagranicznymi. Biul. IHAR 207: 35 — 49.
- Kowalska M., Bichoński A., Burek J. 2000. Wartość zagranicznych odmian jęczmienia jarego browarnego w warunkach Polski w porównaniu z odmianami i rodami hodowli krajowej. Biul. IHAR 214: 115 — 127.
- Mekis E. 1992. Effect of sowing density and variety quality on the β -glucan content of barley. Mat. Konf. Barley for food and malt. Uppsala.
- Moll M. 1991. Bières slcoolisées à faible teneur ou sans alcool et coolers. Wyd. APRIA, Tec. Et Doc. Lavoisier. Paris.
- Narziß L., Reicheneder E., Edney M.J. 1989 a. Studying beer filtration with an accurate beta-glucan assay. Brauwissenschaft 7: 277 — 285.
- Narziß L., Reicheneder E., Edney M. J. 1989 b. Importance of beta-glucan size and concentration in malting. Brauwissenschaft 11: 430 — 437.

- Noworolnik K. 1993. Reakcja odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. Biul. IHAR 185: 49 — 53.
- Noworolnik K. 1995. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na gęstość i termin siewu. Biul. IHAR 193: 45 — 50.
- Noworolnik K. 1998. Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. Biul. IHAR 207: 63 — 68.
- Ruszkowski M. 1988. Obsada a produktywność roślin zbożowych Mat. Konf. Nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych” Cz I: 7 — 24.
- Sawicki J. 1976. Wpływ ilości wysiewu na plon i strukturę plonu ziarna jęczmienia jarego. Acta Agr. et Silv. Ser. Agr. 16 (2): 101 — 166.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2001. Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. Biul. IHAR 302: 153 — 159.