

AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA, JÓZEF BŁAŻEWICZ

WPLYW MODYFIKACJI CZASU SŁODOWANIA ZIARNA JĘCZMIENIA NA CECHY BRZECZEK OTRZYMANÝCH Z UDZIAŁEM GRYSU KUKURYDZIANEGO

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu cech odmianowych, grubości oraz czasu słodowania ziarna jęczmienia browarnego na wybrane cechy brzeczki laboratoryjnych otrzymanych z 4-, 5- i 6-dniowych sładów typu pilzneńskiego z 20% dodatkiem grysu kukurydzianego. Materiałem badawczym było ziarno 10 odmian jęczmienia browarnego (Class, Blask, Riviera, Lailla, Hanka, Sebastian, Bolina, Philadelphia, Tolar, Stratus), z sezonu wegetacyjnego 2005 oraz grys kukurydziany o granulacji 500–1250 μm . Do produkcji 4-, 5- i 6-dniowych sładów użyto dwie frakcje ziarna o grubości 2,5–2,8 mm oraz ponad 2,8 mm. Słodowanie ziarna jęczmienia przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, stosowanych przy otrzymywaniu sładów typu pilzneńskiego. Gryś kukurydziany, w ilości 20% zasypu, łączono z wodą w stosunku 1:5 i poddawano kleikowaniu w temp. 90°C przez 10 min. Skleikowany surowiec niesłodowany zacierano wraz ze sładem metodą kongresową. W uzyskanych brzeczki laboratoryjnych oznaczono: zawartość ekstraktu, barwę, lepkość, ostateczny stopień odfermentowania oraz zawartość azotu ogółem i azotu α -aminowego. Obliczono również ekstraktywność sładów oraz kompozycji sładów z grysem kukurydzianym. Próbkami stanowiącymi obiekt porównawczy były brzeczki wytworzone bez dodatku niesłodowanego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że cechy odmianowe ziarna jęczmienia browarnego wpływają istotnie na większość cech badanych brzeczki. Dodatek 20% grysu kukurydzianego powoduje zwiększenie ekstraktywności zacierów i lepkości brzeczki, a także zmniejszenie intensywności ich barwy, stopnia ostatecznego odfermentowania oraz zawartości azotu ogółem i azotu α -aminowego. Brzeczki uzyskane ze sładów wyprodukowanych z ziarna jęczmienia o zróżnicowanej grubości różnią się istotnie tylko pod względem intensywności zabarwienia. Słodowanie 5-dniowe ziarna jęczmienia, w porównaniu z 4- i 6-dniowym, przyczynia się do uzyskania brzeczki o najlepszych parametrach technologicznych.

Słowa kluczowe: brzeczka, sład, ziarno jęczmienia, gryś kukurydziany

Wprowadzenie

Warunkiem użycia określonej odmiany jęczmienia w słodownictwie jest odpowiednia jakość ziarna, umożliwiającą otrzymanie w odpowiednio krótkim czasie sła-

dów spełniających wymagania technologiczne browarów. Postęp hodowlany przyczynia się do intensyfikacji przemian enzymatycznych bielma nowych odmian jęczmienia browarnego, co może wpływać zarówno na czas otrzymywania sładów, jak i ich ekstraktywność.

Zastępowanie sładu surowcami niesłodowanymi jest uzasadnione ekonomicznie. Użycie produktów przemiału ziarna kukurydzy umożliwi produkcję piw cenionych przez konsumentów, np. za inny smak lub umiarkowaną cenę [13]. Uważa się, że grys kukurydziany jest jednym z najistotniejszych zamienników sładu w skali światowej. Szczegółowe badania nad jego zastosowaniem w piwowarstwie prowadzi się w różnych ośrodkach naukowych na całym świecie [1, 8, 9, 10, 11, 12].

Celem pracy było określenie wpływu cech odmianowych, grubości oraz czasu słodowania ziarna jęczmienia browarnego na wybrane cechy brzeczki laboratoryjnych otrzymanych z 4-, 5- i 6-dniowych sładów typu pilzneńskiego z 20% dodatkiem grysu kukurydzianego.

Materialy i metody badań

Materiałem badawczym było ziarno 10 odmian jęczmienia browarnego: Class, Blask, Riviera, Lailla, Hanka, Sebastian, Bolina, Philadelphia, Tolar, Stratus, z sezonu wegetacyjnego 2005, pochodzące ze ścisłych doświadczeń polowych, z Rolniczego Zakładu Doświadczalnego w Pawłowicach oraz grys kukurydziany o granulacji 500-1250 μm (85,4% skrobi i 8,3% białka), pobrany z firmy Biocorn.

Do produkcji 4-, 5- i 6-dniowych sładów użyto frakcji ziaren o grubości 2,5–2,8 mm i ponad 2,8 mm. Słodowanie ziarna jęczmienia przeprowadzano w warunkach laboratoryjnych, stosowanych przy otrzymywaniu sładów typu pilzneńskiego [7].

Grys kukurydziany, w ilości 20% zasypu, łączono z wodą w stosunku 1:5 i poddawano kleikowaniu w temp. 90°C przez 10 min. Skleikowany surowiec niesłodowany zacierano wraz ze słodem, postępując zgodnie z procedurą wytwarzania brzeczki kongresowych.

W pracy określano: ekstraktywność sładów i zacierów z 20% udziałem grysu kukurydzianego, lepkość, barwę i stopień ostatecznego odfermentowania brzeczki oraz zawartość związków azotowych ogółem i azotu alfa-aminowego. Ocenę brzeczki laboratoryjnych (kongresowych) otrzymanych z samych sładów oraz z 20% dodatkiem grysu przeprowadzono zgodnie z wymaganiami analityki EBC [2].

Wyniki oznaczeń poddano analizie statystycznej używając w tym celu pakietu *Statistica*.

Wyniki i dyskusja

W piwowarstwie najczęściej stosowanymi surowcami niesłodowanymi są kukurydza, pszenica i ryż [6, 8, 9, 10, 13]. W niniejszej pracy oceniano wpływ cech odmianowych, dorodności (grubości) ziarniaków oraz czasu ich kiełkowania na cechy brzeczek laboratoryjnych, otrzymanych z 20% dodatkiem grysu kukurydzianego (tab. 1).

Stwierdzono, że cechy odmianowe jęczmienia browarnego powodują istotną statystycznie zmienność cech brzeczek piwnych. Ich wartości mieszczą się jednak w zakresie akceptowanym przez piwowarów [13].

Jednym z ważniejszych wyróżników użytkowych słodu jest jego ekstraktywność. Słód pilzneński dobrej jakości powinien charakteryzować się ekstraktywnością nie mniejszą niż 79,5% [13]. Ektraktywność jest także głównym wyróżnikiem efektywności pracy warzelni. Uzyskane wyniki wskazują, że cechy odmianowe jęczmienia różnicują ekstraktywność sładów zacieranych samodzielnie lub z dodatkiem grysu kukurydzianego w zakresie od 79,9 do 81,6% s.m. Świadczy to o dużym wyrównaniu jakościowym ziarna pobranego z jednorocznego doświadczenia poletkowego, założonego w ramach porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego (PDO). Stwierdzono również, że użycie 20% dodatku grysu przyczyniło się do zwiększenia ekstraktywności. W porównaniu z 4-dniowym, 5- i 6-dniowy czas słodowania ziarna, także wpłynął istotnie na zwiększenie ekstraktywności. Wbrew oczekiwaniom nie stwierdzono natomiast wpływu grubości ziarna 2,5–2,8 mm i ponad 2,8 mm na wielkość tego parametru.

Barwa brzeczek informuje o typie słodu użytego do jej wyprodukowania. W przypadku sładów typu pilzneńskiego jej wartość powinna wynosić do 4 jednostek EBC [13]. Barwa brzeczek laboratoryjnej była zależna od odmiany ziarna użytej do otrzymywania słodu. Zaobserwowano również zjawiska: rozcieńczania związków barwnych słodu produktami hydrolizy grysu kukurydzianego (zawierającego mniej substancji barwnych), zwiększania w brzeczce związków barwnych w wyniku dłuższego (5- i 6-dniowego) słodowania oraz otrzymywania ciemniejszej brzeczek ze sładów wyprodukowanych z ziarna drobniejszego, w którym stosunek okrywy owocowo-nasiennej do bielma był większy niż w ziarnie grubszym.

Lepkość brzeczek zależy od aktywności enzymów cytolitycznych i amylolitycznych ziarna oraz sładów, a także od zawartości polisacharydów nieskrobiowych, głównie β -glukanów. Jej wartość powinna mieścić się w przedziale 1,51–1,63 mPa·s [13]. Duża lepkość jest najczęściej występującą wadą brzeczek pozyskiwanych z nienormalnych sładów lub efektem użycia surowców niesłodowanych, będących źródłem polisacharydów nieskrobiowych [4, 5, 13]. W czasie przerobu surowców niesłodowanych w warzelni rutynowo używane są preparaty zawierające hydrolazy polisacharydów nieskrobiowych, jako środki zmniejszające lepkość i jednocześnie zwiększające wydajność ekstraktu [3, 4]. Lepkość wszystkich brzeczek była mniejsza od 1,53 mPa·s,

Tabela 1

Wybrane cechy zacierów i brzezek w zależności od odmiany ziarna jęczmienia, jego grubości i czasu słodowania oraz udziału grysu kukurydzianego w zasypie.

Selected properties of mashes and worts in dependence on barley grain cultivar, its thickness and malting time and the share of maize grits in charge.

Czynnik różnicujący Differential factor		Ekstraktywność zacieru [% s.m.] Mash extractivity [% d.m.]	Barwa brzezki [j. EBC] Wort's colour [EBC units]	Lepkość brzezki Wort's viscosity [mPa·s]	Zawartość z w. azotowych ogółem Total soluble nitrogen content [mg/dm ³]	Za wartość azotu α -aminowego Free amino nitrogen content [mg/dm ³]	Ostateczny stopień odfer- mentowania Wort's apparent final attenuation [%]
Odmiana jęczmienia Barley cultivar	Class	81,3 ^a	5,14 ^c	1,39 ^{be}	960 ^{ac}	207 ^a	69,3 ^{ab}
	Blask	80,8 ^{abc}	4,59 ^b	1,41 ^{cd}	1010 ^{ab}	236 ^b	68,2 ^{ade}
	Riviera	80,3 ^{bc}	5,54 ^c	1,37 ^a	963 ^{ac}	240 ^b	66,2 ^c
	Lailla	81,0 ^{ab}	5,45 ^c	1,38 ^{ab}	991 ^{ab}	213 ^{ac}	69,0 ^{ab}
	Hanka	80,7 ^{abc}	4,52 ^{ab}	1,42 ^{df}	1053 ^b	232 ^{bc}	68,4 ^{abe}
	Sebastian	81,6 ^a	6,56 ^f	1,38 ^{ab}	992 ^{ab}	235 ^b	69,5 ^{ab}
	Bolina	80,7 ^{abc}	4,01 ^{ae}	1,38 ^{ab}	972 ^a	198 ^a	69,1 ^{ab}
	Philadel- phia	81,2 ^a	3,68 ^{de}	1,40 ^{ce}	978 ^a	193 ^a	67,2 ^{cde}
	Tolar	81,0 ^{ab}	3,23 ^d	1,41 ^{cd}	871 ^d	199 ^a	69,7 ^b
	Stratus	79,9 ^c	4,24 ^{ab}	1,43 ^f	908 ^{cd}	207 ^a	66,8 ^{cd}
	NIR / LSD	0,79	0,51	0,013	58,5	19,6	1,31
Udział grysu w zacierze The share of maize grits in mash	0%	80,2 ^a	5,30 ^b	1,38 ^a	1063 ^b	249 ^b	70,1 ^b
	20%	81,5 ^b	4,09 ^a	1,41 ^b	877 ^a	183 ^a	66,6 ^a
	NIR / LSD	0,34	0,27	0,006	20,0	0,4	0,50
Grubość ziarna jęczmienia Thickness of barley grains	2,5-2,8 mm	80,8 ^a	4,92 ^b	1,39 ^a	977 ^a	220 ^a	68,2 ^a
	>2,8 mm	81,0 ^a	4,47 ^a	1,40 ^a	962 ^a	212 ^a	68,5 ^a
	NIR / LSD	0,36	0,29	0,007	27,7	9,3	0,63
Czas słodowania ziarna Malting time of barley grain	4 dni 4 day	80,5 ^b	4,28 ^b	1,41 ^c	936 ^a	205 ^b	68,3 ^a
	5 dni 5 day	81,0 ^a	4,79 ^a	1,40 ^b	1007 ^b	226 ^a	67,5 ^a
	6 dni 6 day	81,1 ^a	5,01 ^a	1,38 ^a	966 ^a	218 ^a	69,2 ^b
	NIR / LSD	0,44	0,36	0,008	33,2	11,3	0,75

a, b, c, d, e, f – grupy jednorodne / homogeneous groups ($\alpha = 0,05$)

NIR / LSD – najmniejsza istotna różnica / least significant difference ($p = 0,05$)

co kwalifikuje je jako dobrze filtrujące się. Zastosowanie 20% dodatku grysu kukurydzianego w technologii otrzymywania brzeczek piwnych nie wymaga zatem stosowania preparatów ułatwiających filtrację brzeczek.

W zacierze składającym się ze słodu i surowca niesłodowanego głównym źródłem produktów hydrolizy związków białkowych jest sól [1]. Zawartość azotu ogółem w brzeczkach z samego słodu powinna mieścić się w granicach od 650 do 1000 mg N/L [13]. Wyniki własne (tab. 1) potwierdzają dane innych autorów, zwracających uwagę na niedobory związków azotowych ogółem i azotu α -aminowego w brzeczkach otrzymywanych z dużym udziałem surowców niesłodowanych [1, 11, 12]. Substytucja słodu grysem kukurydzianym w dawce 20% zmniejsza w istotny sposób zarówno zawartość azotu ogółem, jak i α -aminowego, ale do poziomu akceptowanego przy otrzymywaniu brzeczek z dodatkiem surowca niesłodowanego, wynoszącego minimum 650 mg azotu ogółem i 150 mg azotu α -aminowego w 1 l brzeci [13]. Grubość ziarna jęczmienia użytego do produkcji sładów nie miała wpływu na zawartość produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzeczkach, natomiast wydłużenie do 6 dni czasu kiełkowania ziarna w niewielkim stopniu zwiększało ich zawartość.

Ostateczny stopień odfermentowania charakteryzuje maksymalne wykorzystanie przez drożdże piwowarskie cukrów fermentujących zawartych w brzeczce. Ostateczny stopień odfermentowania brzeczek otrzymanych z 20% dodatkiem grysu kukurydzianego był niższy. Podobny efekt zaobserwowano przy większych dawkach produktów przemiału kukurydzy [11]. Nie powinno to jednak stanowić zbyt dużego problemu, gdyż korekta odfermentowania brzeczek przeprowadzana jest w browarach rutynowo poprzez dodatek sacharozy lub syropów skrobiowych. Wydłużenie słodowania z 4 do 6 dni przyczyniło się do zwiększenia stopnia ostatecznego odfermentowania brzeczek. Nie stwierdzono natomiast wpływu grubości ziarniaków użytych do słodowania na wielkość tego parametru.

Modyfikacja czasu słodowania ziarna nowych odmian jęczmienia prowadząca do skracania z 6 do 5, a nawet 4 dni etapu ich kiełkowania nie powoduje zasadniczych, negatywnych zmian właściwości brzeczek otrzymywanych z samego słodu lub z 20% udziałem surowca niesłodowanego w formie grysu kukurydzianego.

Wnioski

1. Stwierdzono, że cechy odmianowe ziarna jęczmienia browarnego wpływały istotnie na większość cech badanych brzeczek.
2. Dodatek 20% grysu kukurydzianego powodował zwiększenie ekstraktywności zacierów i lepkości brzeczek, a także zmniejszenie intensywności ich barwy, stopnia ostatecznego odfermentowania oraz zawartości azotu ogółem i α -aminowego.

3. Brzeczki uzyskane ze sładów wyprodukowanych z ziarna jęczmienia o zróżnicowanej grubości różniły się istotnie tylko pod względem intensywności zabarwienia.
4. Słodowanie 5-dniowe, w porównaniu z 4- i 6-dniowym, przyczyniło się do uzyskania brzeczki laboratoryjnych o najlepszych parametrach technologicznych.

Publikacja finansowana z projektu pt. „Drugi program stypendialny dla doktorantów Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu”. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżet państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego. Środki Europejskiego Funduszu Społecznego stanowią 75% wartości projektu, natomiast środki budżetu państwa wynoszą 25%. Praca była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.

Literatura

- [1] Agu R.C.: A comparison of maize, sorghum and barley as brewing adjuncts. J. Inst. Brew., 2002, **108**, 19-22.
- [2] Analytica – EBC: Verlag Hans Carl Gottraenke-Fachverlag, Nuernberg 1998.
- [3] Anderson I.W., Dickenson C.J., Anderson P.G.: β -glucan in production malting. Proc. Eur. Brew. Conw., 1989, 213-220.
- [4] Błażewicz J.: Właściwości brzeczki i koncentratów sładowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników słodu. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 2004, **491**, Rozprawy CCXVII, 1-94.
- [5] Błażewicz J.: Wpływ zastosowania w czasie zacierania preparatu enzymatycznego Ultraflo L na właściwości zagęszczonych i wysuszonych ekstraktów sładowych. Acta Sci. Pol., Biotechnologia, 2002, **1 (1-2)**, 19-28.
- [6] Debyser W., Delvaux F., Delcour J.A.: Activity of arabinoxylan hydrolyzing enzymes during mashing with barley malt or barley malt and unmalted wheat. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 4836-4841.
- [7] Dylkowski W. (red.): Kontrola chemiczno-techniczna produkcji słodu i piwa. WPLiS, Warszawa 1959.
- [8] Hug H., Pfenninger H.: Maize as raw material for brewing. Part 1. Fundamentals. Schweizer Brauerei Rundschau, 1976a, **87**, 65-68.
- [9] Hug H., Pfenninger H.: Maize as raw material for brewing. Part 2. Fundamentals. Schweizer Brauerei Rundschau, 1976b, **87**, 105-108.
- [10] Hug H., Pfenninger H.: Maize as raw material for brewing. Part 3. Fundamentals. Schweizer Brauerei Rundschau, 1976c, **87**, 135-138.
- [11] Jurek K., Błażewicz J., Petrów A.: Właściwości piw wytwarzanych z dodatkiem produktów przemiału ziarna kukurydzy w warunkach uproszczonej technologii. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **3 (40)** Supl., 109-118.
- [12] Jurek K., Petrów A.: Wpływ substytucji słodu przetworami kukurydzianymi na zawartość azotu alfa-aminowego w brzeczki laboratoryjnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **2 (35)** Supl., 49-60.
- [13] Kunze W.: Technology brewing and malting. VLB, Berlin 1999.

THE EFFECT OF BARLEY GRAIN MALTING TIME MODIFICATION ON SELECTED PROPERTIES OF WORTS OBTAINED WITH MAIZE GRITS ADDITION

S u m m a r y

The purpose of the research was to determine the influence of cultivar, malting time and thickness of brewing barley grains on selected properties of laboratory worts, which were obtained from 4-, 5- and 6-day malts of the Pilsen type with maize grits addition. The materials used in this study were 10 cultivars of barley grain (Class, Blask, Riviera, Lailla, Hanka, Sebastian, Bolina, Philadelphia, Tolar, Stratus), from growing season 2005 and maize grits of 500-1250 μm granulation. For malts produced for 4, 5 and 6 days grain of thickness in the range from 2.5 to 2.8 mm and over 2.8 mm was used. Malting was carried out in laboratory conditions, typical of the production of Pilsen type malts. Maize grits, in the amount of 20% of charge, was gelatinized at the temperature of 90°C for 10 minutes, in the ratio of grain to water 1:5. Gelatinized maize grits was mixed with malt and mashed using congress method. There were determined: extract content, colour, viscosity, apparent final attenuation and total soluble nitrogen content, and free amino nitrogen in laboratory worts. Extractivity of malt and mashing composition of malt and maize grits were calculated. Control wort, produced only from malt, served as a material for comparison. It was stated that cultivar have significant effect on majority properties of worts. The addition of 20% of maize grits caused an increase in mash extractivity and worts viscosity, and also a decrease in colour intensity, degree of apparent final attenuation and content of total soluble nitrogen and free amino nitrogen. Worts obtained from malts, which were produced from barley grains of differential thickness, were differed as regards only colour intensity. 5-days malting time of brewing barley grain was contributed to the best technological parameters of worts, in comparison to 4- and 6-days malting time.

Key words: wort, malt, barley grain, maize grits ☒