

OCENA JAKOŚCI SŁODOWANEGO ZIARNA ZBÓŻ I PSEUDOZBÓŻ BEZGLUTENOWYCH W PORÓWNANIU ZE SŁODEM BROWARNYM JĘCZMIENNYM

Agnieszka Salamon

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
agnieszka.salamon@ibprs.pl

Streszczenie

Słodowane ziarna zbóż i pseudozbóż bezglutenowych uprawianych w Polsce stanowią interesujący surowiec do produkcji napojów funkcjonalnych oraz atrakcyjną alternatywę dla rozwijającego się rynku piw bezglutenowych.

Celem pracy było określenie wybranych wyróżników jakościowych sładów z owsa gryki w porównaniu ze sładem jęczmiennym browarnym oraz charakterystyka otrzymanej brzezki pod kątem zastosowania do produkcji piwa i/lub innych napojów fermentowanych.

Materiał badawczy stanowiły słody wyprodukowane z ziarna owsa, gryki i jęczmienia browarnego. Słodowanie wykonano w skali mikrotechnicznej wg standardowego schematu dla ziarna jęczmienia browarnego. Oceniono podstawowe parametry jakościowe ziarna i przeanalizowano słody i otrzymane brzezki laboratoryjne. Zastosowane metody badań były zgodne z obowiązującymi w browarnictwie.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że słody owsiane i sól gryczany cechowały się w porównaniu ze sładem jęczmiennym gorszymi parametrami, takimi jak ekstraktywność, rozluźnienie białkowe, siła diastatyczna czy czas filtracji brzezki. Spośród badanych sładów stosunkowo najlepsze wyniki uzyskał sól owsiany z nieoplewionej odmiany Maczo, natomiast słodowane ziarna gryki okazały się najslabiej zmodyfikowane biochemicznie. Istnieje zatem konieczność zmiany warunków procesu kiełkowania i/lub suszenia ziarna oraz zacierania sładu.

Słowa kluczowe: zboża bezglutenowe, owies, gryka, sól browarny, brzezka, żywność funkcjonalna

EVALUATION OF QUALITY OF MALTED GRAIN GLUTEN-FREE CEREALS AND PSEUDO-CEREALS COMPARED TO BREWERY BARLEY MALT

Summary

The malted grains gluten-free cereals and pseudo-cereals grown in Poland are an interesting raw material for production of functional drinks and attractive alternative for the growing market of gluten-free beers.

The aim of the work was evaluation of selected quality malts with oats and buckwheat compared to barley malt and the characteristics of the wort for use for the production of beer and/or other fermented beverages.

The research material was malts produced with oats, buckwheat and brewery barley. Malting process were made in microtechnical scale according to the standard scheme for brewery barley. Basic parameters of the quality of grain were assessed and analyzed malts and laboratory worts. Research methods were consistent with the applicable in brewing.

Based on the results, it was found that compared to barley malt, the oat malts and buckwheat malt characterized by poor parameters as extractivity, solubilisation of proteins, diastatic power or filtrability of wort. From among the atypical malts, the without husk oat malt variety Maczo obtained relatively best results. While malted grains of buckwheat proved to be the least modified biochemically. There is therefore a need to change the conditions of germination and/or kilning of grains and mashing of malt.

Key words: gluten-free cereals, oat, buckwheat, brewery malt, wort, functional food

WPROWADZENIE

W ostatnich latach browary chcąc zaspokoić rosnące wymagania konsumentów, coraz bardziej świadomych i otwartych na piwne innowacje, wprowadzają na rynek nowe kategorie piw, do produkcji których stosują nie tylko tradycyjny słód jęczmienny. Stale rosnące zainteresowanie społeczeństwa żywnością o właściwościach prozdrowotnych i specjalnego przeznaczenia żywieniowego przyczynia się też do zwrócenia uwagi na zboża i pseudozboża pozbawione glutenu. Częstość zachorowań na celiakię i/lub nietolerancję glutenu ciągle wzrasta i obejmuje ok. 3% populacji europejskiej, z czego ok. 1% stanowią osoby dorosłe [Harasym, Podeszwa 2015]. Dlatego słodowane ziarna zbóż bezglutenowych stanowią zarówno znakomity surowiec do produkcji napojów funkcjonalnych, jak i atrakcyjną alternatywę dla rozwijającego się rynku piw bezglutenowych [Mikyška i in. 2015; Bogdan, Kordialik-Bogacka 2014; Kreis� i in. 2005].

Do najczęściej uprawianych zbóż w Polsce, poza pszenicą, żytem i jęczmieniem oraz ich odmianami krzyżowymi, należą owies i gryka zaliczana do tzw. pseudozbóż. Są one bogatym

źródłem substancji odżywczych i biologicznie aktywnych [Donkor i in. 2012; Hübner, Arendt 2010; Gąsiorowski 2008]. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa unijnego [Dz. Urz. UE L 181 z 29.06.2013, Dz. Urz. UE L 228 z 31.07.2014] i wytycznymi Kodeksu Żywnościowego [Codex Stan 118-1979], określającymi wymagania dla żywności specjalnego przeznaczenia dietetycznego odpowiedniej dla osób chorych na celiakię i nietolerujących glutenu, zbożem naturalnie bezglutenowym jest gryka, natomiast większość osób z nietolerancją glutenu może włączyć owies do swojej diety bez negatywnych skutków dla zdrowia, aczkolwiek nie dotyczy to wszystkich cierpiących na tę dolegliwość. Owies wchodzący w skład środków spożywczych przeznaczonych dla osób nietolerujących glutenu musi być wyprodukowany w szczególny sposób, zabezpieczający przed zanieczyszczeniem innymi zbożami i zawierać poniżej $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ glutenu. Za bezglutenowe uznawane są też produkty przetworzone, w których według ustaleń FAO/WHO poziom glutenu nie przekracza $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Ich producenci, we współpracy ze Stowarzyszeniem Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, mogą oznaczyć je symbolem Przekreślonego Kłosa [www.celiakia.pl].

W wielu krajach owies i jego produkty zostały włączone do diety bezglutenowej, co było wynikiem wieloletnich badań klinicznych. Pokazały one, że spożywanie przez długi okres przez osoby chore na celiakię umiarkowanych ilości owsa było bezpieczne [Comino i in. 2015; Kordialik-Bogacka i in. 2014]. Niemniej jednak Comino i in. [2015] zwracają uwagę, że immunogeniczność owsa uzależniona jest od odmiany, co wykazały badania *in vitro*. Ponadto Hartmann i in. [2006] dowiedli, że proteiny kielkujących ziaren zbóż, hydrolizując wiązania peptydowe, są w stanie znacznie obniżyć poziom prolamin – frakcji białek glutenu.

Dobór parametrów słodowania i zacierania nietypowych słodów piwowskich nie należy do łatwych z uwagi na skład chemiczny ziarna, pulę enzymów i optymalne warunki ich działania zależne od właściwości surowca [De Meo i in. 2011; Kiss i in. 2011; Muñoz-Insa i in. 2011; Hübner, Arendt 2010]. Z różnym skutkiem podejmowane były próby produkcji piwa bezglutenowego ze słodów owsianych i gryczanych, gdzie uzyskiwano produkty o bardzo obiecujących profilach smakowo-zapachowych, a dalszym wyzwaniem dla piwowarów stała się optymalizacja procesu technologicznego oraz trwałość koloidalna i sensoryczna [Mikyška i in. 2015; Kordialik-Bogacka i in. 2014; Kloze i in. 2011; Nic Phiarais i in. 2010, Wijngaard, Arendt 2006].

Zastosowanie słodu owsianego i gryczanego do produkcji piw bezglutenowych i/lub napojów fermentowanych może przyczynić się do uzyskania produktu o ciekawych cechach sensorycznych, który może znaleźć odbiorców nie tylko wśród osób cierpiących na celiakię i schorzenia glutenezależne, lecz także poszukujących różnego rodzaju nowości rynkowych.

Celem pracy była ocena wybranych wyróżników jakości sładów z ziarna owsa i gryki w porównaniu ze słodem jęczmiennym browarnym oraz charakterystyka otrzymanej brzeczki pod kątem zastosowania do produkcji piwa i/lub innych napojów fermentowanych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próbki ziarna zbóż i pseudozbóż zebranych w 2012 roku na terenie Polski. Do przeprowadzenia badań wykorzystano ziarna owsa oplewionego odmiany Bingo, owsa nagoziarnistego odmiany Maczo, rodu hodowlanego owsa o brunatnej łusce SHT 2.8310 i jęczmienia browarnego odmiany Blask (Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR) oraz ziarniaki gryki odmiany Kora (Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o.o.).

Do sładowania przeznaczono ziarno jęczmienia browarnego przesortowane na sicie o szerokości oczek 2,5 mm. W przypadku owsa i gryki zrezygnowano z sortowania ziarna na sortowniku do jęczmienia z uwagi na odmienny kształt i wymiary ziaren. W porównaniu z ziarnami jęczmienia, ziarna owsa są drobniejsze, węższe i znaczna ich część przedostaje się przez ww. sito, natomiast ziarna (orzeszki) gryki mają kształt trójgraniasty.

Przed przystąpieniem do sładowania określono podstawowe parametry charakteryzujące jakość ziarna jęczmienia, owsa i gryki. Oznaczono wyrównanie ziarna metodą wagową przy wykorzystaniu sit Sortimat (Pfeuffer, Niemcy) o wymiarach oczek: 2,8×25 mm, 2,5×25 mm i 2,2×25 mm, energię i zdolność kiełkowania ziarna metodą Schönfelda i wilgotność metodą wagową po suszeniu [PN-R-74110], zawartość białka ogółem (N×6,25) metodą miareczkową (Kjeldahla) przy użyciu zestawu do mineralizacji i destylacji Kjeltex (Foss Tecator, Szwecja) [PN-EN ISO 20483] i zawartość tłuszczu (bez hydrolizy) metodą wagową po ekstrakcji na aparacie Soxtec (Foss Tecator, Szwecja) [PN-A-79011-4].

Sładowanie ziarna wykonano w skali mikrotechnicznej według standardowego schematu dla jęczmienia browarnego [MEBAK 2011a]. Pobierano ziarno w ilości odpowiadającej 425 g surowca w przeliczeniu na suchą masę. Moczenie i kiełkowanie ziarna przeprowadzono w pomieszczeniu mikrosłodowni o temperaturze powietrza 14±1°C przy wilgotności względnej powyżej 95%. Ziarna moczone w wodzie o temperaturze ok. 14°C do uzyskania stopnia namoczenia 45%. Czas moczenia wyniósł ok. 72 godzin. Moczenie próbek odbywało się w zbiornikach, przy czym wodę zmieniano po każdej dobie. Podczas moczenia, ziarna przewietrzano w odstępach godzinnych. W trzecim dniu moczenia (początek kiełkowania) ziarna spryskiwano wodą do założonego stopnia namoczenia przy użyciu pojemnika z atomizerem. Proces moczenia ziarna wykonano według następującego schematu: 1 doba – 4 godz. pod wodą i 20 godz. w powietrzu, 2 doba – do 2 godz. pod wodą (domaczanie) i pozostałe godziny w powietrzu, 3 doba – spryskiwanie ziarna wodą do wilgotności 45%

i pozostawienie w powietrzu do dnia następnego. Kiełkowanie ziarna prowadzono przez 5 dób. Codziennie kontrolowano wagę próbek i poddawano je zabiegowi spulchniania, przesypując i mieszając każdą porcję. Skiełkowane ziarna słodu mokrego wysuszono metodą konwekcyjną w suszarni jednosiatkowej w ciągu 23 godzin. Zastosowano następujący schemat suszenia: 16 godz. – 50°C, 1 godz. – 60°C, 1 godz. – 70°C, 5 godz. – 80°C (dosuszanie). Wysuszone próbki słodu pozbawiono kiełków korzonkowych przy użyciu urządzenia do odkiełkowania i po ochłodzeniu zapakowano do pojemników z tworzywa sztucznego.

Słodowanie próbek ziarna wykonano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Oceniono parametry jakości otrzymanych próbek słodu i brzeczek przygotowanych według standardowego schematu zacierania słodu przy wykorzystaniu aparatu zacierowego LB Electronic (Lochner Labor+ Technik, Niemcy) [PN-A-79083-6].

W próbkach słodu oznaczono wilgotność metodą wagową po suszeniu [PN-A-79083-5], zawartość białka ogółem ($N \times 6,25$) i azotu rozpuszczalnego metodą miareczkową (Kjeldahla) oraz obliczono liczbę Kolbacha [PN-A-79083-9], siłę diastatyczną metodą miareczkową (jodową) [PN-A-79083-10], zawartość ekstraktu słodu przemielonego na mąkę (2,0 mm) metodą oscylometryczną przy użyciu gęstościomierza oscylacyjnego DMA 5000 (Anton Paar, Austria), czas scukrzania metodą jodową i czas filtracji brzezki [PN-A-79083-6].

W próbkach brzezki laboratoryjnej otrzymanej ze słodu oznaczono zawartość ekstraktu metodą oscylometryczną [PN-A-79083-6], pH metodą potencjometryczną [PN-A-79083-12], lepkość w przeliczeniu na brzeczkę umowną 8,6% wag. przy użyciu wrzeciona CPE-40 na wiskozymetrze DV-II+ (Brookfield, USA) [PN-A-79083-7], zawartość wolnego azotu aminowego (FAN) metodą spektrofotometryczną za pomocą spektrofotometru DU 530 (Beckman, USA) [PN-A-79093-11], zawartość cukrów fermentujących (fruktozy, glukozy, maltotriozy i dwucukrów jako sumę maltozy i sacharozy) metodą chromatografii cieczowej (HPLC) przy użyciu chromatografu cieczowego wyposażonego w detektor refraktometryczny i kolumnę Sugar Pak z przedkolumną (Waters, USA) [MEBAK 2011b] i stopień pozornego odfermentowania brzezki metodą oscylometryczną po 1-dniowej fermentacji z drożdżami piwnymi [Analytica-EBC 2009].

Wszystkie oznaczenia wykonano minimum w dwóch równoległych powtórzeniach.

Wyniki badań przedstawiono jako wartości średnie z odchyleniem standardowym. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu Statgraphics Plus 4.1 z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji. Obliczenia wykonano przy poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki wstępnej oceny ziarna wybranych zbóż i pseudozbóż zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane parametry jakościowe ziarna przeznaczonego do słodowania
The selected quality parameters of grains designed to malting

| Próbki ziarna | OB | OM | OR | GK | JB |
|---------------------------------------|-------------|-------------|------------|--------------|------------|
| Energia kiełkowania po 72 godz. [%] | 85,7±4,4 bc | 79,6±2,0 ab | 67,1±0,7 a | 83,1±11,5 bc | 96,7±0,4 c |
| Zdolność kiełkowania po 120 godz. [%] | 88,2±4,5 b | 87,1±1,6 b | 71,1±0,7 a | 87,5±9,5 b | 97,8±0,6 b |
| Wilgotność [%] | 13,1±0,1 d | 12,6±0,1 c | 11,5±0,1 a | 12,3±0,1 b | 12,2±0,1 b |
| Białko ogółem (N×6,25) [% s.m.] | 9,6±0,1 a | 14,4±0,2 b | 11,6±0,1 c | 11,5±0,1 b | 11,3±0,1 b |
| Tłuszcz ogółem [% s.m.] | 4,3±0,2 b | 7,3±0,1 d | 5,6±0,1 c | 1,6±0,1 a | 1,7±0,2 a |
| Wyrównanie [%] | 69,3±0,2 c | 1,5±0,2 a | 25,2±0,1 b | nb | 98,9±0,4 d |
| sito > 2,8 mm [%] | 27,9±0,9 c | 0,1±0,1 a | 10,1±0,1 b | nb | nb |
| sito 2,5-2,8 mm [%] | 41,5±0,7 c | 1,5±0,2 a | 15,2±0,1 b | nb | nb |
| sito 2,2-2,5 mm [%] | 23,7±0,6 b | 14,7±0,1 a | 65,1±0,5 c | nb | nb |

Wielkości w rzędach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$.

Objaśnienia: OB – owies odmiany Bingo; OM – owies odmiany Maczo; OR – ród hodowlany owsa; GK – gryka odmiany Kora; JB – jęczmień browarny odmiany Blask; nb – nie badano

Ziarna wybranych próbek owsa i gryki cechowały się akceptowalną energią i zdolnością kiełkowania (ok. 80–88%), za wyjątkiem rodu hodowlanego owsa o brunatnej łusce. W badaniach Pawłowskiej i in. [2013] energia kiełkowania ziarna owsa odmiany Sławko wyniosła 83,1%. Wszystkie badane próbki posiadały normatywną wilgotność, a zawartość białka ogółem (9,6–11,6% s.m.) była porównywalna do jęczmienia browarnego. Wyjątek stanowił owies nieoplewiony odmiany Maczo (14,4% s.m.), co prawdopodobnie wynika ze specyficzności tej odmiany. Analiza sitowa wykazała znamienne statystycznie zróżnicowanie wielkości ziaren pomiędzy poszczególnymi odmianami owsa. Najbardziej wyrównane były ziarna owsa odmiany Bingo (69,3%). Oceniane ziarna owsa charakteryzowały się stosunkowo wysoką, jak dla surowca browarnego, zawartością tłuszczu (powyżej 4% s.m.), a zwłaszcza owies odmiany Maczo (7,3% s.m.). Zdaniem Klose i in. [2011] wyższa zawartość tłuszczu w owsie niż w ziarnie jęczmienia, a w konsekwencji w brzeczce i w piwie, może być jedną z możliwych przyczyn niskiej pienistości piwa produkowanego ze słodu owsianego.

Tabela 2. Wyniki wyróżników jakościowych próbek słodu i brzeczek laboratoryjnych

The results of quality parameters samples of malt and laboratory worts

| Próbki słodu | SOB | SOM | SOR | SGK | SJB |
|--|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Wilgotność [%] | 4,3±0,1 b | 4,3±0,6 b | 4,6±0,0 b | 3,4±0,2 a | 5,4±0,1 c |
| Ekstraktywność (2,0 mm) [% s.m.] | 63,0±0,2 c | 79,5±0,2 d | 52,2±0,5 a | 60,4±0,2 b | 82,8±0,2 e |
| Siła diastatyczna, jedn. W-K | 54±2 bc | 72±2 c | 43±3 ab | 27±2 a | 369±15 d |
| Białko ogółem (N×6,25) [% s.m.] | 9,3±0,1 a | 14,0±0,1 d | 11,2±0,1 c | 11,1±0,1 c | 10,5±0,3 b |
| Liczba Kolbacha [%] | 36,7±0,1 c | 41,5±0,4 d | 28,4±1,9 b | 22,5±0,3 a | 53,3±2,4 e |
| Azot rozpuszczalny [mg·100 g s.m. ⁻¹] | 536,0±1,6 c | 932,8±17,6 e | 499,2±20,8 b | 400,0±3,2 a | 896,0±14,4 d |
| Wolny azot aminowy [mg·100 g s.m. ⁻¹] | 128,0±1,4 b | 186,0±18,4 c | 105,0±2,8 ab | 70,5±0,7 a | 218,5±24,7 c |
| Czas scukrzania [min] | 10-15 | 10-15 | 20-25 | > 60 | < 10 |
| Spływ brzeczki [godz.] | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| pH | 6,04±0,04 c | 5,71±0,01 a | 6,06±0,03 c | 6,10±0,02 c | 5,88±0,02 b |
| Lepkość brzeczki 8,6% wag. [mPa·s] | 1,74±0,07 a | 1,75±0,03 a | 1,73±0,01 a | 2,37±0,21 b | 1,50±0,04 a |
| Ekstrakt brzeczki [g·100 cm ⁻³] | 7,13±0,06 b | 8,92±0,03 c | 5,95±0,04 a | 7,02±0,08 b | 9,17±0,02 d |
| Cukry fermentujące [g·100 cm ⁻³] | 4,04±0,01 c | 5,05±0,01 d | 3,56±0,02 b | 3,49±0,01 a | 5,83±0,04 e |
| Stopień pozorny odfermentowania [%] | 83,8±0,6 c | 80,4±2,1 b | 83,8±1,3 c | 65,5±0,2 a | 85,9±0,6 c |

Wielkości w rzędach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$.

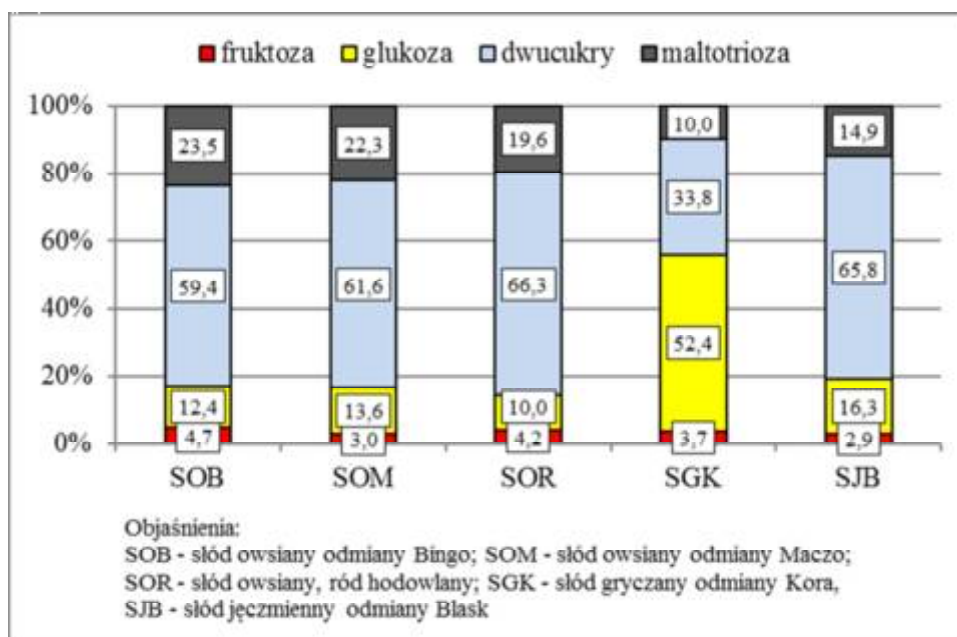
Objaśnienia: SOB – sólód owsiany odmiany Bingo; SOM – sólód owsiany odmiany Maczo; SOR – sólód owsiany, ród hodowlany; SGK – sólód gryczany odmiany Kora; SJB – sólód jęczmienny odmiany Blask

W tabeli 2. zestawiono wyniki słodowanego ziarna owsa, gryki i jęczmienia browarnego.

Wilgotność sólódów wyprodukowanych w skali mikrotechnicznej była normatywna i wyniosła średnio 4,4%. Ekstraktywność sólódów owsianych i sólodu gryczanego była niższa w porównaniu ze sólodem jęczmiennym, przy czym najmniejszą zawartość ekstraktu oznaczono w mące ze sólodu owsianego o brunatnej łusce (52,2% s.m.), a największą – ze

słodu owsianego nieoplewionego odmiany Maczo (79,5% s.m.). W odniesieniu do danych literaturowych, słody owsiane wykazywały ekstraktywność na zbliżonym poziomie – ok. 62,2% s.m. [Klose i in. 2011], a ekstrakt słodów gryczanych kształtował się od 52,9% s.m. [Kreisz i in. 2005] do 61,9% s.m. [Nic Phiarais i in. 2010]. Wyniki siły diastatycznej słodów owsianych wskazują na przeciętnie 4 razy niższą aktywność enzymów amylolitycznych od minimalnie wymaganej dla słodu pilzneńskiego [PN-A-79082]. Wartości liczby Kolbacha obliczone dla badanych słodów różniły się istotnie ($p \leq 0,05$). Najwyższy stopień rozluźnienia białkowego wykazywał sól jęczmienny (53,3%), a dalsze kolejno – słody owsiane odmian Maczo (41,5%) i Bingo (36,7%). Spośród badanych próbek sól gryczany cechował się najniższą aktywnością enzymatyczną, o czym mogą świadczyć wartości liczby Kolbacha (22,5%) i siły diastatycznej (27 jedn. W-K). Zawartość azotu aminowego (FAN) w tymże słodzie stanowiła 17,6% azotu rozpuszczalnego i była najmniejsza w porównaniu z pozostałymi próbkami. Próba jodowa wykazała brak scukrzenia zacieru ze słodu gryczanego, a dla słodów owsianych czas scukrzenia wyniósł ok. 15 minut i powyżej. Zważywszy na fakt, że ziarno owsa jest bogatym źródłem beta-glukanu [Comino i in. 2015; Kordialik-Bogacka i in. 2014], brzezki laboratoryjne owsiane filtrowały się najdłużej (ok. 3 godz.). Niemniej jednak lepkości badanych brzeczek nie różniły się istotnie statystycznie od brzeczek ze słodu jęczmiennego (1,50 mPa·s), natomiast największą lepkość wykazywała brzezka gryczana (2,37 mPa·s). Lepkości brzeczek gryczanych oznaczone przez Hübnera Arendt [2010] wahały się w granicach 2,14–2,78 mPa·s.

Dalsza analiza danych pokazuje, że próbki brzeczek laboratoryjnych otrzymane z nietypowych słodów różniły się istotnie ($p \leq 0,05$) pod względem zawartego w nich ekstraktu i stężenia cukrów ulegających fermentacji alkoholowej. Wykazano, że ok. 50% ekstraktu brzezki gryczanej stanowią cukry, a w brzeczkach owsianych stosunek ten wynosi ok. 57–60%, przy czym największy procentowy udział cukrów w ekstrakcie stwierdzono dla brzezki ze słodu jęczmiennego (ok. 64%).



Rysunek 1. Udział cukrów fermentujących w brzeczce laboratoryjnej

The participation of fermentable carbohydrates in the laboratory wort

Układ frakcji cukrowych w brzeczkiach owsianych był zbliżony do brzeczki ze słodu jęczmiennego, natomiast brzeczka gryczana zawierała w swoim składzie ponad 50% glukozy, dwucukry stanowiły ok. 1/3 puli cukrów ulegających fermentacji (rysunek 1). W badaniach Wijngaard i Arendt [2006] otrzymano w brzeczce kongresowej ze słodu gryczanego podobny stosunek glukozy do cukrów (52,1%). Stopień odfermentowania brzeczki jęczmiennej (85,9%) nie różnił się istotnie od brzeczki owsianej (80,4-83,8%). Mikiška i in. [2015] określili pozorne odfermentowanie brzeczki ze słodu owsianego na poziomie 80,4%, chociaż korzystniejsze wyniki uzyskali Klose i in. [2011]. Brzeczka gryczana charakteryzowała się najniższym odfermentowaniem (65,5%), stąd też nasuwa się przypuszczenie, że stopień odfermentowania brzeczki może być uzależniony do stężenia i profilu cukrów zawartych w ekstrakcie. Z drugiej strony, prawidłowe odfermentowanie brzeczki może gwarantować dostateczną ilość wolnych aminokwasów (FAN), a brzeczka gryczana zawierała nieco ponad 30% wolnego azotu aminowego jaki oznaczono w brzeczce ze słodu jęczmiennego (218,5 mg·100 g s.m.⁻¹). Być może w tym miejscu należy przychylić się do stanowiska Piddocke i in. [2009], którzy uważają, że stopień odfermentowania brzeczki na ogół współzależny od wykorzystania azotu przyswajalnego (FAN) przez drożdże.

WNIOSKI

1. W porównaniu ze słodem browarnym jęczmiennym, słody owsiane i słód gryczany cechowały się gorszymi parametrami jakościowymi, takimi jak ekstraktywność, rozluźnienie białkowe, siła diastatyczna czy czas filtracji brzezki.
2. Spośród analizowanych słodów stosunkowo najlepsze rezultaty uzyskał słód owsiany z nieoplewionej odmiany Maczo. Natomiast słodowane ziarna gryki okazały się najslabiej zmodyfikowane biochemicznie, na co wskazuje większość ocenianych wyróżników.
3. W celu poprawy jakości słodów otrzymanych z nietypowych surowców browarnych istnieje konieczność zmiany warunków kiełkowania i/lub suszenia ziarna oraz zacierania słodu.

Badania przeprowadzono w ramach dotacji MNiSW na działalność statutową IBPRS.

Podziękowania dla Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Grupa IHAR za zapewnienie materiału badawczego do realizacji niniejszej pracy.

PIŚMIENNICTWO

1. Analytica-EBC (2009). Method 4.11.1 Fermentability, Final Attenuation of Laboratory Wort from Malt: Reference Method. Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, Germany.
2. Bogdan P., Kordialik-Bogacka E. (2014). Alternatywne surowce wykorzystywane w browarnictwie. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 58, 8-10
3. Codex Alimentarius: Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. Codex Stan 118-1979 z późn. zmianami
4. Comino I., Moreno M. L., Sousa C. (2015). Role of oats in celiac disease. *World J Gastroenterol.*, 41, 11825-11831
5. De Meo B., Freeman G., Marconi O., Booer C., Perretti G., Fantozzi P. (2011). Behavior of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production. *J. Inst. Brew.*, 117, 541-546
6. Donkor O. N., Stojanovska L., Ginn P., Ashton J., Vasiljevic T. (2012). Germinated grains – Sources of bioactive compounds. *Food Chem.*, 135, 950-959
7. Gašiorowski H. (2008). Gryka (cz. 2) Charakterystyka chemiczno-żywnieniowa. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 52, 14-17

8. Harasym J., Podeszwa T. (2015). Towards sustainable de-growth – Medical survey data as predictors for estimation of niche market value – Gluten-free beer market case. *J. Clean. Prod.*, 108, Part A, 1232-1238
9. Hartmann G., Koehler P., Wieser H. (2006). Rapid degradation of gliadin peptides toxic for coeliac disease patients by proteases from germinating cereals. *J. Cereal Sci.*, 44, 368-371
10. Hübner F., Arendt E. K. (2010). Studies on the influence of germination conditions on protein breakdown in buckwheat and oats. *J. Inst. Brew.*, 116, 3-13
11. Kiss Z., Vecseri-Hegybes B., Kun-Farkas G., Hoschke Á. (2011). Optimization of malting and mashing processes for the production of gluten-free beers. *Acta Aliment.*, 40, suppl. 1, 67-78
12. Klose C., Mauch A., Wunderlich S., Thiele F., Zarnkow M., Jacob F., Arendt E. K. (2011). Brewing with 100% Oat Malt. *J. Inst. Brew.*, 117, 411-421
13. Kordialik-Bogacka E., Bogdan P., Diowksz A. (2014). Malted and unmalted oats in brewing. *J. Ins. Brew.*, 120, 390-398
14. Kreisz S., Zarnkow M., Keßler M., Burberg F., Krahl M., Back W., Kurz T. (2005). Beer and innovative (functional) drinks based on malted cereals and pseudo-cereals. W: *Proceeding of 30th EBC Congress, Praha*, ref. 103, 925-932
15. MEBAK (2011a). Method 1.5.3 Micromalting. W: *MEBAK – Raw Materials, Barley, Adjuncts, Malt, Hops and Hop Products*. Chairman Dr. Fritz Jacob, Freising-Weihenstephan, Germany, 76-78
16. MEBAK (2011b). Method 3.1.4.10.3 Fermentable Carbohydrates by HPLC (EBC). W: *MEBAK – Raw Materials, Barley, Adjuncts, Malt, Hops and Hop Products*. Chairman Dr. Fritz Jacob, Freising-Weihenstephan, Germany, 211-214
17. Mikyška A., Matoulková D., Slabý M., Kubizniaková P., Hartman I. (2015). Characterization of the strains isolated from kefir grains and their use for the production of beer-based fermented beverages from nontraditional cereals. *Kvasny Prum.* 61, 311-319
18. Muñoz-Insa A., Gastl M., Zarnkow M., Becker T. (2011). Optimization of the process of oat (*Avena sativa* L.) as a raw material for fermented beverages. *Span. J. Agric. Res.*, 9, 510-523
19. Nic Phiarais B. P., Mauch A., Schehl B. D., Zarnkow M., Gastl M., Herrmann M., Zannini E., Arendt E. K. (2010). Processing of a top fermented beer brewed from 100% buckwheat malt with sensory and analytical characterization. *J. Inst. Brew.*, 116, 265-274

20. Pawłowska P., Diowksz A., Kordialik-Bogacka E. (2013). Bezglutenowy słód owsiany jako surowiec browarniczy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 86, 181-190
21. Piddocke M. P., Kreis S., Heldt-Hansen H. P., Nielsen K. F., Olsson L. (2009). Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentation with glucose or maltose syrups as adjuncts. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 84, 453-464
22. PN-A-79011-4 (1998). Koncentraty spożywcze. Metody badań. Oznaczanie zawartości tłuszczu
23. PN-A-79082 (1997). Słód browarny
24. PN-A-79083-5 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie wilgotności
25. PN-A-79083-6 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie zawartości ekstraktu, różnicy zawartości ekstraktów, czasu scukrzania, czasu spływu brzezki laboratoryjnej i klarowności
26. PN-A-79083-7 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie lepkości brzezki laboratoryjnej
27. PN-A-79083-9 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie zawartości białka ogólnego i azotu rozpuszczalnego i obliczanie liczby Kolbacha
28. PN-A-79083-10 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie siły diastatycznej
29. PN-A-79083-12 (1998). Słód browarny. Metody badań. Oznaczanie pH brzezki laboratoryjnej
30. PN-A-79093-11 (2000). Piwo. Metody badań. Oznaczanie zawartości azotu ogólnego i azotu wolnego aminowego
31. PN-EN ISO 20483 (2014). Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych. Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka surowego. Metoda Kjeldahla
32. PN-R-74110 (1998). Jęczmień. Metody badań
33. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 609/2013 z dnia 12 czerwca 2013 r. w sprawie żywności przeznaczonej dla niemowląt i małych dzieci oraz żywności specjalnego przeznaczenia medycznego i środków spożywczych zastępujących całodzienną dietę, do kontroli masy ciała oraz uchylające dyrektywę Rady 92/52/EWG, dyrektywy Komisji 96/8/WE, 1999/21/WE, 2006/125/WE i 2006/141/WE, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/39/WE oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009 i (WE) nr 953/2009 (Dz. Urz. UE L 181 z 29.06.2013, s. 35-56)
34. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) Nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności (Dz. Urz. UE L 228 z 31.07.2014, s. 5-8)

35. Wijngaard H. H., Arendt E. K. (2006). Optimization of a mashing program for 100% malted buckwheat. *J. Inst. Brew.*, 112, 57-65
36. www.celiakia.pl