

ŁUKASZ SZWED, JÓZEF BŁAŻEWICZ, AGNIESZKA ZEMBOLD-GUŁA,
MICHAŁ PELAK, ANDRZEJ DAWIDOWICZ

**WPLYW FRAKCJONOWANIA I CZASU SŁODOWANIA
ZIARNA JĘCZMIENIA NA LICZBĘ KOLBACHA SŁODÓW
ORAZ ZAWARTOŚĆ WOLNEGO AZOTU
ALFA-AMINOKWASOWEGO W BRZECZKACH**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu czasu słodowania i dodatkowego frakcjonowania ziarna jęczmienia browarnego na zasobność słodów i otrzymanych z nich brzeczek pod względem produktów hydrolizy enzymatycznej białek. Materiał badawczy stanowiło ziarno jęczmienia browarnego odmian: Lailla, Jersey, Hanka oraz Brenda, pochodzące z sezonu wegetacyjnego 2004, z rejonu Dolnego Śląska, rozsortowane pod względem grubości na 3 frakcje: standardową (ziarno o grubości > 2,5 mm), frakcję 2,5-2,8 mm oraz frakcję >2,8mm, które poddano słodowaniu 5-, 6- i 7-dniowemu. W otrzymanych ze słodów brzeczkach laboratoryjnych oznaczono zawartość azotu alfa-aminokwasowego oraz obliczono liczbę Kolbacha. Otrzymane wyniki przeanalizowano programem Statistica. Analiza statystyczna wykazała, że zarówno czas słodowania 5-, 6- i 7-dniowy, jak i dodatkowe frakcjonowanie nie różnicowały w istotny sposób wartości liczby Kolbacha. Oba czynniki nie wpłynęły również w sposób istotny na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzeczkach. Słody charakteryzowały się wysokim stopniem rozluźnienia. Zasadne wydaje się więc stwierdzenie, że proces słodowania można skrócić nawet poniżej 5 dni, co poprawi ekonomikę produkcji zarówno przez skrócenie czasu trwania procesu, jak i ograniczenie ubytków naturalnych związanych z rozwojem korzonków i kielków liścieniowych. Dodatkowe frakcjonowanie ziarna nie różnicowało liczby Kolbacha i zawartości azotu alfa-aminokwasowego. Wprowadzanie zatem frakcjonowania, jako dodatkowego procesu, nie ma uzasadnienia technologicznego przy rozpatrywaniu ilości produktów hydrolizy enzymatycznej białek.

Słowa kluczowe: liczba Kolbacha, wolny azot alfa-aminokwasowy (FAN), słodowanie, frakcjonowanie

Wprowadzenie

Jednym z warunków otrzymania wartościowej brzeczki słodowej, a w efekcie również dobrego piwa, jest odpowiednia jakość słodu. Słód stanowi główne źródło

Mgr inż. Ł. Szwed, dr hab. inż. J. Błażewicz, mgr inż. A. Zembold-Guła, mgr inż. M. Pelak, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław, mgr inż. A. Dawidowicz; SAATEN-UNION Polska Sp. z o.o.; ul. Straszewska 70; 62-100 Wągrowiec

składników, które w przypadku produkcji piwa ulegają fermentacji lub też pozostają niedofermentowane, tworząc pełnię smakowo-zapachowych cech piwa. Na jakość słołu browarnego wpływa przede wszystkim jakość ziarna jęczmienia oraz proces jego słodowania. Dobierając określone odmiany jęczmienia browarnego i odpowiednio modyfikując proces słodowania można uzyskać słoły o bardzo dobrych cechach fizykochemicznych i sensorycznych [2], spełniających wymagania jakościowe związane z technologią w danym browarze.

Poszczególne odmiany różnią się między sobą potencjałem enzymatycznym, skłonnością do akumulacji białka w ziarnie, wypełnieniem ziarna skrobią, wartością siły diastatycznej, liczbą Kolbacha, a także ekstraktywnością otrzymanych z nich słołów [4]. Kryteria jakościowe dotyczące ziarna jęczmienia przeznaczonego do produkcji słołu browarnego są precyzyjne. Browarnictwo narzuca swoje wymagania i oczekuje od rolnictwa surowca o dużej stabilności podstawowych składników ziarna i parametrów użytkowych, co znajduje wyraz we wzorach umów kontraktacyjnych różnych słodowni [16]. Podaż surowca o odpowiednio ukształtowanych parametrach jakościowych gwarantuje browarom efektywny proces technologiczny (krótki czas zacierań słołów, optymalny skład brzeczki i piwa) przy niskich kosztach produkcji [7, 13].

W warunkach Polski częstym problemem jest zbyt duża zawartość białka w ziarnie (powyżej 11,5 %), wynikająca z nadmiaru azotu w glebie oraz z okresowych niedoborów wody zarówno w fazie przed kwitnieniem, jak i w fazie wypełniania ziarna. Zwiększona ilość białka może przedłużać czas moczenia ziarna i przyczyniać się do jego nierównomiernego kiełkowania w czasie słodowania. Prowadzi to często do zmniejszenia ekstraktywności słołu, nadmiaru związków azotowych w brzeczce, a w rezultacie do zmniejszenia wydajności warzelnii, zmętnienia piwa, pojawiania się osadu i pogorszenia smaku w gotowym produkcie [10]. Do produkcji piwa nie nadaje się również ziarno jęczmienia o zawartości białka poniżej 9 %. Zawartość białka jest skorelowana z ilością i aktywnością enzymów i ziarno ubogie w białko charakteryzuje się małą siłą enzymatyczną. Odpowiednia aktywność enzymów odgrywa ważną rolę, szczególnie gdy w technologii produkcji piwa stosowany jest dodatek surowców niesłodowanych. Niezbędna jest ponadto określona zawartość wolnego azotu aminokwasowego, stanowiącego składnik pożywki dla drożdży [10].

Ważną grupą czynników wpływających na wysokość i jakość plonu jęczmienia są zabiegi agrotechniczne, mające na celu ochronę roślin przed chwastami, chorobami grzybowymi i szkodnikami. Zabiegi te polegają na stosowaniu herbicydów i fungicydów, a także nawożeniu mineralnym – głównie azotem, fosforem i potasem [3].

Wybór odmian zaadaptowanych do warunków lokalnych, o ograniczonej (nie nadmiernej) zdolności pobierania azotu, a także o małej wrażliwości na warunki pogodowe i odpornych na infekcje to podstawowe sposoby wykorzystania różnic międzyodmianowych do poprawy jakości ziarna jęczmienia browarnego [14]. W praktyce

tylko odmiany zakwalifikowane do grupy browarnych, o wysokim wskaźniku syntetycznej oceny wartości browarnej według Molina-Cano [11], gwarantują uzyskanie dobrej jakości słodu. Są to odmiany niskobiałkowe i na ogół wysoko plonujące [6, 15].

Ocenia się, że w czasie procesu słodowania rozkładowi ulega połowa białek zawartych w ziarniakach. Substancje białkowe ulegają przekształceniu z nierozpuszczalnych, wysokocząsteczkowych związków do niskocząsteczkowych, rozpuszczalnych produktów rozkładu. Podczas kiełkowania 35 – 40 % białek ulega takim przemianom, a efekty tego procesu określa się jako stopień rozluźnienia białkowego według Kolbacha. Część substancji białkowych wykorzystywana jest do rozwoju korzonków zarodkowych, przez co zawartość białka w słodzie ulega zmniejszeniu, w porównaniu z wyjściową zawartością w jęczmieniu, o około 0,3 - 0,5 %. Zwiększa się udział frakcji rozpuszczalnych w wodzie i roztworach soli, wzrasta znacznie ilość aminokwasów i białek niekoagulujących [10].

Opisując proces słodowania można powiedzieć, że jego zadaniem jest wytworzenie enzymów w takiej ilości, aby możliwa była daleko posunięta hydroliza polimerów zawartych w ziarniakach jęczmienia i odpowiednie ich rozluźnienie ułatwiające proces ekstrakcji. Dzięki rozluźnieniu substancje zawarte w słodzie łatwo przechodzą w czasie zacierania do roztworu tworząc ekstrakt, w którym swobodny dostęp do nich mają enzymy. Kontrolę biosyntezy enzymów zapewnia odpowiednia technologia przygotowania słodu, która polega przede wszystkim na prawidłowym doborze wilgotności, stopnia natlenienia słodu oraz temperatury i czasu trwania procesu. Powinny one zapewnić syntezę i uaktywnienie enzymów ziarna przy minimalnej wielkości strat substancji ekstrakcyjnych (głównie węglowodanów), zużywanych w czasie jego kiełkowania [12].

Tradycyjny proces słodowania trwa około 10 dni, w tym moczenie 2 dni, kiełkowanie odbywa się przez około 6 - 7 dni, a suszenie 24 h. Proces hydrolizy związków białkowych jest najintensywniejszy w 4 - 5 dniu kiełkowania [5]. Czas słodowania ziarna jęczmienia niezbędny do uzyskania odpowiedniego stopnia rozluźnienia nie jest jednakowy dla wszystkich odmian browarnych. Z uwagi na ekonomikę produkcji słodu browarnego dobiera się zwykle odmiany jęczmienia, które w ciągu krótszego czasu słodowania uzyskują wymagany stopień rozluźnienia. Chłodne i dłuższe kiełkowanie prowadzi do uzyskania większej ilości białek rozpuszczalnych, ponieważ w tych warunkach powstaje więcej enzymów proteolitycznych, a ograniczony jest wzrost nowych tkanek.

Duży wpływ na proces słodowania ma temperatura. Wzrost temperatury kiełkowania jęczmienia powoduje zwiększenie rozluźnienia słodu oraz jego kruchości. Zmniejsza się wówczas liczba Kolbacha oraz lepkość brzezki. Następuje również zwiększona hydroliza węglowodanów i modyfikacja białek, a więc wraz ze wzrostem temperatury zmniejsza się wydajność słodowania [14].

Brzeczka słodowa powinna zawierać przynajmniej 200 mg azotu alfa-aminokwasowego w 1000 ml, co zapewnia dobry rozwój drożdży oraz odpowiedni przebieg procesów fermentacji i dojrzewania piwa. Zwykle z odpowiednio rozluźnionego słołu uzyskuje się wystarczającą ilość azotu alfa-aminokwasowego [10].

Rozkład enzymatyczny białek podczas procesu zacierania przebiega w dwóch zakresach temperatury, w których ustala się optymalne warunki działania proteaz. W temp. 45 - 50 °C uwalniają się przede wszystkim produkty niskocząsteczkowe, głównie wolne aminokwasy (glutamina, prolina) i peptydy, które stanowią pożywkę azotową dla drożdży, natomiast w temp. 60 - 70 °C powstają oligopeptydy. Ich obecność w piwie zapewnia stabilną pianę i pełnię smakową, ale może być także przyczyną niekorzystnych zmętnień koloidalnych [10]. Komórki drożdży przyswajają aminokwasy występujące w brzeczce w całości lub wykorzystują tylko grupę aminową, występującą na końcu łańcucha peptydowego. Grupy aminowe wewnątrz łańcucha pozostają dla drożdży niedostępne [9]. Do gotowego piwa, przechodzi tylko około 1/3 białek jęczmienia, jednak wywierają one bardzo istotny wpływ na jakość produktu. W piwie występują już niemal wyłącznie wielocząsteczkowe produkty rozpadu białek jęczmiennych (albumozy, globulozy, peptony).

Pomimo osiągnięć wielu placówek badawczych, starań hodowców i rolników, często brakuje ziarna o poprawnych cechach słodowniczych, a słodownie, mając do dyspozycji surowiec o zmiennych cechach, muszą stale modyfikować technologię produkcji w celu dostarczeniu sładów o odpowiednich parametrach oraz niskiej cenie.

Celem badań było określenie wpływu czasu słodowania i dodatkowego frakcjonowania ziarna jęczmienia browarnego na zasobność sładów i otrzymanych z nich brzeczek pod względem produktów hydrolizy enzymatycznej białek.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiło ziarno jęczmienia browarnego czterech odmian: Laila, Jersey, Hanka oraz Brenda, pochodzące z sezonu wegetacyjnego 2004, z rejonu Dolnego Śląska. Zgodnie z normami ziarno wystandaryzowano pod względem grubości przez frakcjonowanie na sitach Vogla. W celu określenia efektów dodatkowego frakcjonowania ziarna na wybrane cechy sładów oraz otrzymanych z nich brzeczek słodowano oddzielnie ziarno w 3 frakcjach: >2,5 mm (grubość standardowa w słodownictwie), 2,5 - 2,8 mm oraz >2,8 mm.

Z ziarna jęczmienia browarnego w wyniku 5-, 6- i 7-dniowego słodowania otrzymano w warunkach laboratoryjnych, w Zakładzie Technologii Fermentacji Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, słody typu pilzneńskiego.

Otrzymywanie sładów przebiegało w pięciu etapach:

- I – przygotowanie prób – przygotowano próby ziarna jęczmienia o masie 200 g i umieszczono je w foliowych perforowanych woreczkach;
- II – moczenie ziarna – prowadzono przez 48 h systemem wodno-powietrznym według schematu: 8 h – ziarno pod wodą, 11 h – ziarno w atmosferze powietrza; 5 h – ziarno pod wodą, 8 h – ziarno w atmosferze powietrza; 11 h – ziarno pod wodą, 5 h – ziarno w atmosferze powietrza. Moczenie ziarna prowadzono w szafie klimatyzacyjnej Grönland. Po 48 h moczenia ziarno doprowadzano do wilgotności 43 % na podstawie masy próby;
- III – słodowanie ziarna – czas słodowania był liczony od momentu zakończenia moczenia i trwał 5, 6 i 7 dni. Słodowanie prowadzono w temp. 15 - 16 °C. Podczas słodowania, raz na dobę, ziarno mieszano, aby nie dopuścić do jego zbrzylenia, a ubytki masy uzupełniano wodą destylowaną;
- IV – suszenie sładów – słody suszono w suszarce laboratoryjnej z nawiewem przez 23 h w następującej temperaturze: 10 h – temp. 30 °C, 3 h – temp. 40 °C, 3 h – temp. 50 °C, 3 h – temp. 65 °C, 2 h – temp. 82 °C;
- V – odkielkowanie sładów – odkielkowane ręcznie słody umieszczano w szczelnych pojemnikach.

Brzeczki słodowe otrzymano z 5-, 6- i 7-dniowych sładów jęczmiennych typu pilzneńskiego w warunkach laboratoryjnych, metodą kongresową. Zacieranie przeprowadzono w zaciernicy laboratoryjnej typu ZL-1 zgodnie z zaleceniami analityki EBC [1].

W sładach oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla [1].

W brzeczkach oznaczano zawartość azotu alfa-aminokwasowego metodą ninhydrynową wg EBC [1] i związków azotowych metodą Kjeldahla [1] oraz obliczono liczbę Kolbacha [1].

Wszystkie oznaczenia wykonano co najmniej w 3 powtórzeniach, a otrzymane wyniki przeanalizowano programem Statistica. Jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) przeprowadzono za pomocą testu Duncana, grupy jednorodne określono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

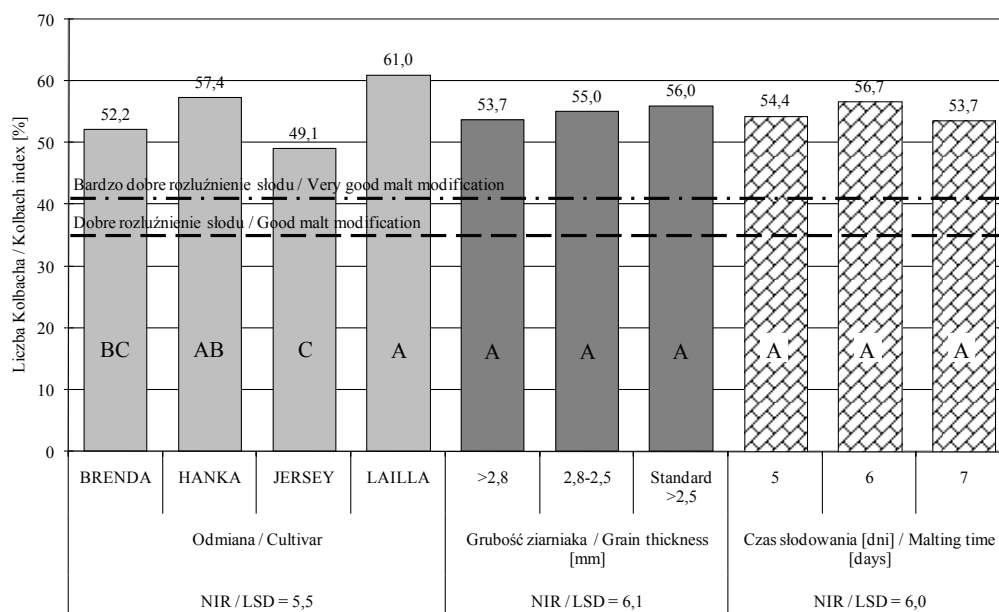
Wyniki i dyskusja

Liczba Kolbacha jest wskaźnikiem przemian białkowych, informującym o ilości białka ekstrahowanego ze sładów podczas sporządzania brzeczki laboratoryjnej metodą kongresową [14].

Związki azotowe odgrywają ważną rolę zarówno w procesie fermentacji, jak i w kształtowaniu cech jakościowych piwa. Determinują stan fizjologiczny drożdży, jakość i trwałość piany, poziom zawartości alkoholu wyższych, a w konsekwencji pełnię smakową piwa. Pewną możliwością korekty poziomu związków azotowych jest dobór odpowiedniego programu zacierania sładów. Zbyt niska liczba Kolbacha może

świadczą o słabej aktywności enzymów proteolitycznych oraz o niewielkim udziale produktów hydrolizy białek. Pożądany przez browar stopień modyfikacji słodu jest zależny od kierunku jego przerobu. Do zacierania infuzyjnego klasycznie używa się słodów o liczbie Kolbacha 36 - 42 %, a nawet do 45 % w przypadku piw o „lekkim” smaku. Przy produkcji tradycyjnych piw typu lager wykorzystuje się słody o liczbie Kolbacha z zakresu 33 - 37 %. Ze słodów wykazujących nadmierne rozluźnienie białkowe otrzymuje się piwa o ubogiej pianie, pustym i „szorstkim” smaku oraz nie satysfakcjonującej goryczce [10].

Stwierdzono, że wszystkie uzyskane słody charakteryzowały się wysokim lub bardzo wysokim stopniem rozluźnienia (od 40,64 % – odmiana Jersey przy 7-dniowym słodowaniu frakcji ziarna o grubości powyżej 2,8 mm, do 73,25 % – odmiana Lailla przy 6-dniowym słodowaniu frakcji 2,8 - 2,5 mm). Analiza statystyczna wykazała, że zarówno czas słodowania w badanym zakresie (5, 6 i 7 dni), jak i dodatkowe frakcjonowanie nie wpływają w istotny sposób na wartość liczby Kolbacha (rys. 1). Jedynie cechy odmianowe różnicowały stopień przemian związków białkowych.

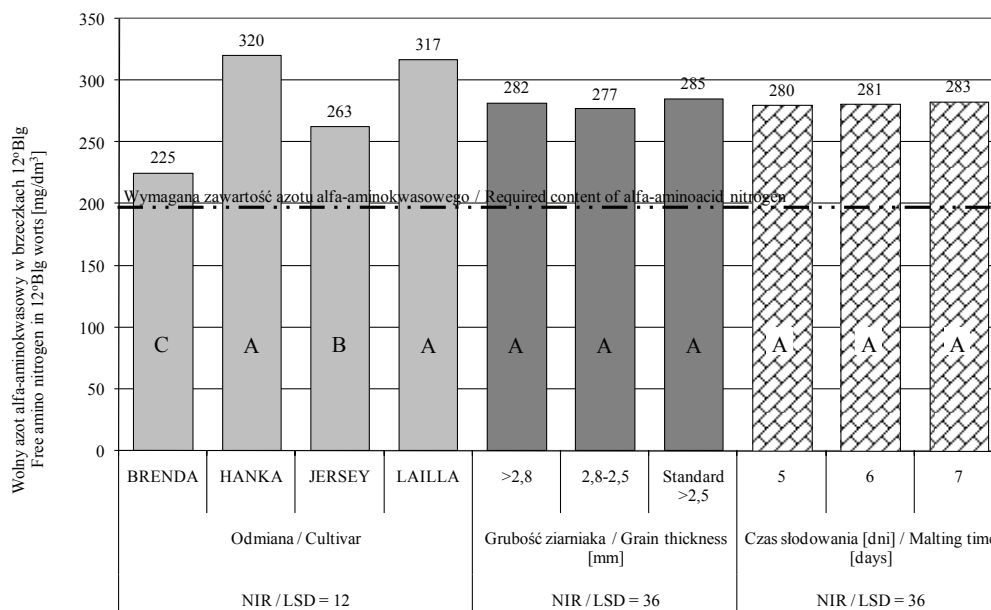


Rys. 1. Wartość liczby Kolbacha w zależności od odmiany ziarna jęczmienia, jego grubości i czasu słodowania.

Fig. 1. Kolbach index value depending on barley grain cultivar, its thickness, and malting time.

Zawartość wolnego azotu aminokwasowego w brzezkach słodowych jest jednym z najważniejszych wskaźników jakości brzezki przetwarzanej na piwo. Informuje on o ilości niskocząsteczkowych związków azotowych obecnych w brzezce, przyswajal-

nych przez drożdże piwowskie. Przy przerobie samego słołu wartość ta powinna wynosić minimum 200 mg/dm^3 , natomiast przy zastosowaniu surowców niesłodowanych dopuszcza się minimalną zawartość azotu alfa-aminokwasowego na poziomie 150 mg/dm^3 . Jeżeli ilość ta nie jest zapewniona dochodzi do zaburzenia procesu rozmnażania drożdży, opóźnienia fermentacji i dojrzewania, a zatem występowania niepożądanych cech młodego piwa w bukietcie gotowego produktu [10]. Mała ilość azotu alfa-aminokwasowego może być częściowo korygowana poprzez modyfikację procesu technologicznego oraz odpowiedni dobór surowców. Alternatywą jest m.in. wybór słołu o zwiększonej zawartości białka, słołów klasyfikowanych jako nienormatywne lub słołów o bardzo dobrym rozluźnieniu. Zacierając takie słoły w połączeniu np. z ziarnem kukurydzy można otrzymać brzezki normatywne pod względem zawartości związków azotowych. Możliwe jest też korygowanie niedoboru tych składników zmianami procesu zacierania, np. przez wydłużoną przerwę białkową. Niska zawartość azotu alfa-aminokwasowego w brzezce wcale nie musi wiązać się z utrudnieniami pracy drożdży. Surowce niesłodowane mogą być potencjalnym źródłem nie tylko alfa-aminokwasów, lecz również peptydów złożonych z dwóch lub trzech połączonych ze sobą aminokwasów, które są w odpowiednich warunkach utylizowane przez drożdże [8].



Rys. 2. Zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w 12°Bgl brzezce w zależności od odmiany ziarna jęczmienia, jego grubości i czasu słodowania.

Fig. 2. Content of free amino nitrogen in 12°Bgl worts depending on barley grain cultivar, its thickness, and malting time.

Poziom zawartości azotu alfa-aminokwasowego w badanych brzezczkach korespondował z zawartością białka ogółem w ziarnie pobranym do słodowania (rys. 2). Wszystkie badane słody, niezależnie od odmiany, frakcji surowca oraz czasu słodowania pozwoliły na otrzymanie brzezczi o zawartości azotu alfa-aminokwasowego na poziomie większym niż 200 mg/dm^3 brzezczi 12°Blg . Statystycznie istotny wpływ na zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego miała tylko odmiana jęczmienia. Brzezczi otrzymane ze słodów wyprodukowanych z ziarna odmian Lailla i Hanka zostały zaliczone do tej samej grupy statystycznie jednorodnej i charakteryzowały się najwyższymi średnimi zawartościami wolnego azotu alfa-aminokwasowego, odpowiednio 317 i 320 mg/dm^3 12°Blg brzezczi. Zarówno frakcjonowanie ziarna, jak i wydłużanie czasu jego słodowania nie wpłynęło w istotny sposób na zawartość azotu alfa-aminokwasowego w brzezczkach.

Z ziarna badanych odmian jęczmienia browarnego otrzymano słody charakteryzujące się bardzo wysokim stopniem rozluźnienia. Zasadne wydaje się więc stwierdzenie, że czas słodowania można skrócić nawet poniżej 5 dni. Spowoduje to poprawę ekonomiki produkcji, zarówno przez skrócenie czasu trwania procesu (zwiększenie mocy przerobowych), jak i ograniczenie ubytków związanych z rozwojem korzonków i kiełków liścieniowych. Jednocześnie należy zauważyć, że tak wysokie rozluźnienie oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego nie są wymagane przy klasycznym przerobie na brzezczkę piwną, a mogą nawet być dodatkowym utrudnieniem technologicznym. Wymagania wobec tych dwóch wskaźników są wyższe przy stosowaniu zamienników słodu, które stanowią zazwyczaj wyłącznie źródło węglowodanów. Słody wykorzystywane przy zacieraniu z surowcem niesłodowanym muszą dodatkowo pokrywać powstałą różnicę zawartości aminokwasów, celem zapewnienia właściwego przebiegu procesu fermentacji. Z ziarna odmiany Lailla i Hanka można pozyskać słody oraz brzezczi o zawartości wolnego azotu alfa-aminokwasowego powyżej 300 mg/dm^3 brzezczi 12°Blg . Uzyskane jednocześnie wysokie wartości liczby Kolbacha wskazują na nadmierną modyfikację związków białkowych w ziarniakach tych odmian. Czas słodowania ziarna jęczmienia odmian Lailla i Hanka mógłby zostać prawdopodobnie skrócony do 4 dni, a uzyskane słody nadal nadawałyby się do produkcji brzezczi z dodatkiem surowca niesłodowanego.

Na podstawie efektów przemian związków białkowych ziarna i słodu można stwierdzić, że był to materiał roślinny bardzo dobrej jakości i o odpowiednich parametrach technologicznych. Dodatkowe frakcjonowanie ziarna pod względem grubości nie wpłynęło istotnie na żaden z badanych parametrów.

Wnioski

1. 5-, 6- i 7-dniowy czas słodowania ziarna jęczmienia browarnego odmian Lailla, Jersey Hanka i Brenda nie różnicował wartości liczby Kolbacha słodów i zawarto-

- ści wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzezcach słodowych. Jest to prawdopodobnie cecha odmianowa.
2. Brak zmienności ilości produktów hydrolizy enzymatycznej białek w brzezcach wskazuje na możliwość skracania czasu kiełkowania ziarna badanych odmian nawet do 5 dni, bez zasadniczych zmian wartości liczby Kolbacha oraz zawartości azotu alfa-aminokwasowego.

Literatura

- [1] Analytica – EBC, Verlag Hans Carl Getränke – Fachverlag, Nürnberg 1998.
- [2] Baca E., Gołębiewski T.: Nowe spojrzenie na wskaźniki warunkujące wartość technologiczną jęczmienia i słodu browarnego. *Przem. Ferm.*, 1997, **10**, 18-22.
- [3] Baxter E.D.: The use of hordein fractions to estimate proteolytic activity in barley and malt. *J.Inst. Brew.*, 1976, **82**, 203-208.
- [4] Błazewicz J.: Właściwości brzezców i koncentratów słodowych otrzymanych z użyciem skrobi ziemniaczanej, ziarna pszenżyta i jęczmienia jako zamienników słodu. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Rozprawy CCXVII*, 2004, **491**, 7-60.
- [5] Dylkowski W.: *Browarnictwo*. WSiP, Warszawa 1993.
- [6] Garstang J.R., Giltrap N.J.: The effect of applied and soil mineral nitrogen on yield and quality of malting barley varieties. *Asp. App. Biol.*, 1990, **25**, 315-327.
- [7] Gołębiewski T., Brudzyński A., Baca E.: Polski jęczmień dla przemysłu słodowniczego: tradycje, stan obecny i perspektywy na tle sytuacji europejskiej. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1997, **9**, 4-6.
- [8] Ingledew W.M., Patterson C.A.: Effect of nitrogen source and concentration on the uptake of peptides by a lager yeast in continuous culture. *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 1999, **57** (1), 9-17.
- [9] Kawka A., Gąsiorowski H.: Skład aminokwasowy wybranych odmian jęczmienia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **3** (24), 39-47.
- [10] Kunze W.: *Technologia piwa i słodu*. Piwochmiel, Warszawa 1999.
- [11] Molina-Cano J.L.: The EBC Barley and Malt Comitee Index for the Evalaution of Quality Malting in Barley and its USE in Breeding. 1987, **98**, 249-256.
- [12] Olesienkiewicz A., Grajek W.: *Enzymy w browarnictwie*. Mat. VIII Szkoły Technologii Fermentacji, Jamrozowa Polana – Duszniki Zdrój 2003, ss. 60-76.
- [13] Patlewicz B.: Jęczmień jako surowiec dla przemysłu browarnego. *Przem. Ferm. Owoc. Warz*, 1994, **38**, 9-10.
- [14] Gąsiorowskiego H. (pod red.): *Jęczmień*. Chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [15] Weston D.T., Horsley R., Schwarz P.B., Gross R.J.: Nitrogen and plantingdate effects on low-protein spring barley. *Agron. J.*, 1993, **85**, 1170-1174.
- [16] <http://www.malteurop.pl>

EFFECT OF MALTING TIME AND FRACTIONATION OF BARLEY GRAIN ON MALT KOLBACH INDEX AND CONTENT OF FREE AMINO NITROGEN IN WORTS**S u m m a r y**

The objective of the investigations was to determine the effect of malting time and additional fractionation of brewing barley grain on the affluence of malt and worts produced thereof as regards the products of enzymatic hydrolysis of proteins. The investigation material were brewing barley grains of Lailla, Jersey, Hanka, and Brenda cultivars originating from the vegetation season in 2004, from the Lower Silesia region. All the grains analyzed were classified by their thickness into 3 fractions: standard grain fraction (grains larger than 2.5 mm), fraction of grains ranging from 2.5 to 2.8 mm, and fraction with grains larger than 2.8 mm. The grains of the three fractions were then malted for 5, 6, and 7 days. In the laboratory worts obtained from these malts, the content of free amino nitrogen was determined, and the Kolbach index was calculated. The results obtained were analyzed using a Statistica software. Based on the statistical analysis performed, it was shown that neither the malting time of 5, 6, and 7 days nor the additional fractionation considerably impacted the value of Kolbach index. Those two factors did not considerably impact the content of free amino nitrogen in worts analyzed. The malts were characterized by a high loosening level. Thus, it seems justified to assume that when shortening the malting process period to less than 5 days, the economics of production could be improved owing to the shorter process duration and to the reduced natural malting losses related with the development of rootlets and acrospires. The additional grain fractionation affected neither the Kolbach index, nor the content of free amino nitrogen. Therefore, no technological justification exists of introducing the fractionation as an additional process when considering the product quantities of enzymatic hydrolysis of proteins.

Key words: Kolbach index, free amino nitrogen (FAN), malting, fractionation ☒