

AGNIESZKA ZEMBOLD, JÓZEF BŁAŻEWICZ

ZIARNO JĘCZMIENIA NAGIEGO I OPLEWIONEGO JAKO SUROWIEC NIESŁODOWANY W PIWOWARSTWIE

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu 30 i 40% substytucji słodu ziarnem jęczmienia odmiany nagiej i oplewionej oraz użycia preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL na wybrane cechy brzeczki piwowarskiej. Materiałem badawczym był sód typu pilzneńskiego, ziarno jęczmienia nagiego odmiany Rastik oraz ziarno jęczmienia oplewionego odmiany Rataj. Rozdrobnione ziarno jęczmienia nagiego lub oplewionego w ilości 30 lub 40% zasypu kleikowano w temp. 90°C przez 10 min, stosując proporcję surowca do wody 1:5. Kleikowanie przeprowadzono w dwóch wariantach: bez dodatków lub z 10% dodatkiem słodu. W temp. 45°C łączono skleikowaną masę ze słodem i zacierano metodą kongresową. W wariantach, gdzie kleikowanie przebiegało bez dodatku słodu, na początku procesu zacierania dozowano preparat enzymatyczny Ceremix 2XL w dawce 1,8 kg na 1 tonę ziarna. Materiał porównawczy stanowiła brzeczka otrzymana z samego słodu. Ziarno, sód oraz brzeczki laboratoryjne poddano ocenie. Oznaczono: masę 1000 ziaren, wilgotność, zawartość białka ogółem, siłę diastatyczną, czas scukrzania zacieru. Obliczono ekstraktywność oraz wartość liczby Kolbacha słodu lub mieszaniny ziarna i słodu. W brzeczce określono: zawartość ekstraktu, barwę, czas spływu, objętość, lepkość, zawartość azotu alfa-aminowego i związków azotowych, stopień ostatecznego odfermentowania. Stwierdzono, że zastąpienie 30 lub 40% słodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia (niezależnie od sposobu przygotowania surowca) powoduje zmniejszenie ekstraktywności zacierów, niedobór produktów hydrolizy białek oraz poprawę spływu brzeczki. Zacieranie słodu z niesłodowanym ziarnem w obecności preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL przyczynia się do zwiększenia objętości brzeczki, ekstrakcji związków azotowych i wolnych aminokwasów, skrócenia czasu scukrzania zacierów i spływu brzeczki oraz zmniejszenia jej lepkości. W porównaniu z oplewionym ziarnem jęczmienia zastosowanie w formie surowca niesłodowanego ziarna jęczmienia nagiego odmiany Rastik powoduje mniejszą zmienność cech brzeczki piwowarskiej.

Słowa kluczowe: jęczmień nieoplewiony, jęczmień oplewiony, sód, brzeczka, preparat enzymatyczny

Wprowadzenie

Ocenia się, że w skali światowej około 16% słodu zastępowane jest surowcami

Mgr inż. A. Zembold, dr hab. inż. J. Błażewicz, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. C. K. Norwida 25, 50-375 Wrocław

niesłodowanymi, wśród których ziarno zbóż stanowi średnio 6,6% [16]. W Europie wykorzystywane jest ziarno kukurydzy, jęczmienia i pszenicy [14].

W polskim przemyśle browarniczym największy udział mają syropy skrobiowe, powstałe w wyniku hydrolizy enzymatycznej skrobi pszennej oraz produkty przemiału ziarna kukurydzy [7]. W większości polskich browarów podczas produkcji piwa wykorzystuje się również preparaty enzymatyczne. Wymiernymi korzyściami ich stosowania są: pełniejsze upłynnienie i scukrzenie skrobi w zacierach, większa wydajność warzelnia, skrócenie czasu filtracji zacieru i piwa, usunięcie zmętnień, lepsze odfermentowanie, a także skrócenie czasu fermentacji i dojrzewania piwa [17].

Ziarno jęczmienia jest surowcem w najmniejszy sposób zmieniającym właściwości i skład brzeczki. W produkcji piwa może być ono dodawane w postaci mąki, śruty, płatków, produktów prażonych lub syropu. Atrakcyjność niesłodowanego ziarna jęczmienia wynika z jego podobieństwa do słodu. Temperatury kleikowania skrobi jęczmiennej i słodowej są prawie takie same. Słód jęczmienny charakteryzuje się aktywnością enzymów amylolitycznych, umożliwiającą hydrolizę dodatkowych ilości skrobi w zacierze, dlatego przyjmuje się, że zacieranie słodu z 10-20% udziałem niesłodowanego jęczmienia można przeprowadzać bez dodatku preparatów enzymatycznych. Już w 1974 r. Button i Palmer [9] stwierdzili, że jakość piwa nie ulega zmianie nawet w przypadku zastąpienia 30% słodu innymi dodatkami, takimi jak ziarno jęczmienia czy syrop z jęczmienia. Piwo uzyskane z ich udziałem charakteryzowało się właściwymi cechami smakowo-zapachowymi, dobrą stabilnością piany i odpowiednią stabilnością koloidalną. Z późniejszych prac Palmera [15] wynika, że możliwe jest uzyskanie dobrego piwa z brzeczki wyprodukowanych nawet z 50% udziałem niesłodowanego ziarna jęczmienia. Warunkiem jest jego odpowiednie rozdrobnienie i zacieranie. Zaleca on również stosowanie enzymów w celu zapewnienia odpowiednich przemian związków białkowych, poprawienia czasu scukrzania zacierów i zmniejszenia lepkości brzeczki.

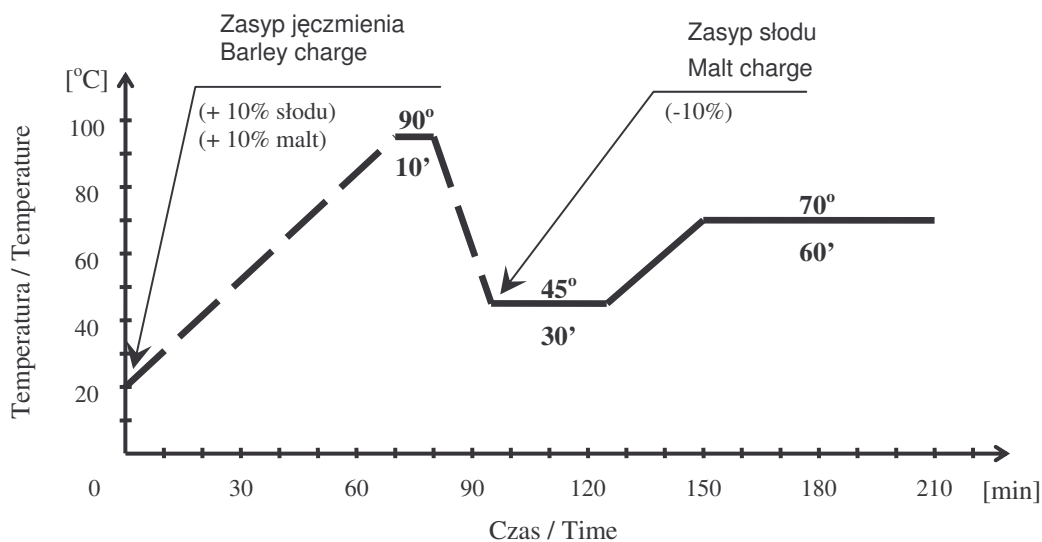
Różnica w składzie chemicznym między ziarnem jęczmienia oplewionego i nagiego wynika z obecności lub braku łuski, która stanowi zwykle 9-12% masy ziarna. Istnieje również analogia pomiędzy składem chemicznym ziarna jęczmienia nagiego, a składem jęczmienia oplewionego po obłuszczeniu (obniżony poziom składników mineralnych i tłuszczu, a podwyższony udział węglowodanów i białka) [4, 11]. Pierwszą polską odmianą jęczmienia jarego nieoplewionego jest Rastik, wpisany do Rejestru Odmian w 1999 r. Prowadzone są obecnie badania mające na celu ocenę jego przydatności do celów słodowniczych [6].

Celem pracy było określenie wpływu 30 i 40% substytucji słodu ziarnem jęczmienia niesłodowanego odmiany nagiej i oplewionej oraz użycia preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL na wybrane cechy brzeczki piwowarskich.

Materiał i metody badań

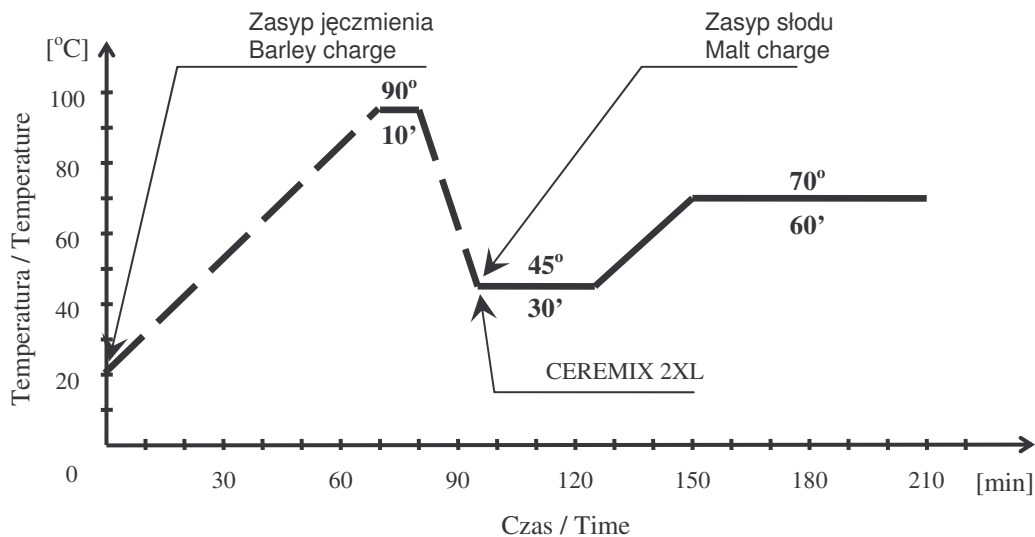
Materiałem doświadczalnym były: sód typu pilzneńskiego, ziarno jęczmienia nagiego odmiany Rastik oraz jęczmienia oplewionego odmiany Rataj. Ziarno pochodziło z doświadczeń polowych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej we Wrocławiu. W pracy użyto również preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL – firmy Novozymes A/S (d. Novo Nordisk A/S), zalecanego przy przerobieniu niesłodowanego ziarna jęczmienia.

Ziarno poddano frakcjonowaniu na sitach Vogla i pozbawiono zanieczyszczeń. Do badań użyto frakcji o grubości powyżej 2,5 mm. W sódzie oraz ziarnie niesłodowanym oznaczano: wilgotność, masę 1000 ziaren, zawartość białka, siłę diastatyczną [2]. Rozdrobnione ziarno jęczmienia nagiego lub oplewionego, w ilości 30% lub 40% zasypu, łączono z wodą w stosunku 1:5 i podgrzewano do temp. 90°C (1°C/1 min), utrzymując ją następnie przez 10 min. Kleikowanie prowadzono w dwóch wariantach: bez dodatków lub z 10% dodatkiem sόδu (traktowanym jako naturalne źródło enzymów ułatwiających upłynnienie kleikowanej masy). Po schłodzeniu do temp. 45°C, do skleikowanej masy dodawano pozostałą część sόδu i całość zacierało metodą kongresową (rys. 1). W wariantach, w których kleikowanie przebiegało bez dodatku sόδu, na początku procesu zacierania dozowano preparat enzymatyczny Ceremix 2XL, w dawce 1,8 kg na 1 tonę ziarna (rys. 2).



Rys. 1. Otrzymywanie brzeczek z kompozycji sόδu z niesłodowanym ziarnem jęczmienia (kleikowanym z 10% dodatkiem sόδu).

Fig. 1. Obtaining worts from malt of the Pilsen type with the addition of unmalting barley grain (gelatinized with 10% addition of malt).



Rys. 2. Otrzymywanie brzeczek z kompozycji słodu z surowcem niesłodowanym i dodatkiem preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL.

Fig. 2. Obtaining worts from malt of the Pilsen type with the addition of unmalted barley grain and enzymatic preparation Ceremix 2XL.

W brzeczkach z dodatkiem i bez dodatku surowca niesłodowanego oznaczano: zawartość ekstraktu metodą piknometryczną, barwę metodą spektrofotometryczną, czas spływu brzeczek, objętość, lepkość wiskozymetrem Hoepplera, zawartość azotu α -aminowego metodą ninhydrynową, zawartość związków azotowych w brzeczkach metodą Kjeldahla, stopień ostatecznego odfermentowania [2].

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. oraz na rys. 3.-7. przedstawiono wartości wybranych cech brzeczek otrzymanych w wyniku zacierania słodu typu pilzneńskiego, a także brzeczek uzyskanych z kompozycji słodu z 30 lub 40% dodatkiem niesłodowanego ziarna jęczmienia nagiego odmiany Rastik lub jęczmienia oplewionego odmiany Rataj, zacieranych w obecności lub bez preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL. Każda z prezentowanych wartości jest średnią z co najmniej 3 powtórzeń, a czas spływu i objętość wszystkich brzeczek z 11 powtórzeń.

Wybrane cechy brzeczek determinowane substytucją słoðu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz sposobem przygotowania słoðu.

Selected properties of worts determined by malt substitution of unmalted barley grain and the way of its preparation.

Udział surowców w otrzymywaniu brzeczek The share of raw materials in worts obtaining		Czas scukrzania zacieru Saccharification time of mash [min]	Ekstraktywność zacieru [% s.s.] Extractivity of mash [% d.m.]	Barwa brzeczeki [j.EBC] Wort's colour [EBC units]	Objętość brzeczeki Wort's volume [cm ³]	Lepkość brzeczeki [mPa·s] Wort's viscosity [mPa·s]
Kleikowanie Gelatinizing	Zacieranie Mashing					
---	100% słoðu 100% malt	< 15	80,2	5,1	331	1,41
30% Rastik + 10% słoðu 30% Rastik + 10% malt	60% słoðu 60% malt	< 15	78,7	3,4	330	1,46
30% Rastik	70% słoðu + Ceremix 2XL 70% malt + Ceremix 2XL	< 10	78,0	4,0	345	1,41
40% Rastik + 10% słoðu 40% Rastik + 10% malt	50% słoðu 50% malt	< 15	78,0	3,2	341	1,50
40% Rastik	60% słoðu + Ceremix 2XL 60% malt + Ceremix 2XL	< 10	78,4	4,1	349	1,42
30% Rataj + 10% słoðu 30% Rataj + 10% malt	60% słoðu 60% malt	< 15	78,2	5,0	333	1,49
30% Rataj	70% słoðu + Ceremix 2XL 70% malt + Ceremix 2XL	< 10	78,5	5,2	344	1,41
40% Rataj + 10% słoðu 40% Rataj + 10% malt	50% słoðu 50% malt	< 20	77,5	5,0	330	1,56
40% Rataj	60% słoðu + Ceremix 2XL 60% malt + Ceremix 2XL	< 15	75,7	5,3	343	1,41

Czas scukrzania zależy od stopnia rozluźnienia słodu i zawartości aktywnych amylaz w zacieranej masie. W przypadku słodu pilzneńskiego nie powinien być dłuższy niż 20 min. Duży udział niesłodowanego ziarna jęczmienia (nawet 30 i 40%), zarówno nagiego, jak i oplewionego, nie powodował ponadnormatywnego wydłużenia czasu scukrzania zacierów. Zacieranie w obecności preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL skracало czas scukrzania o 5 min.

Ekstraktywność słodu użytego w doświadczeniu wynosiła 80,2%. Użycie niesłodowanego ziarna zbóż według wielu autorów powoduje zmniejszenie ekstraktywności zacieranej masy [10, 12, 15]. Zastępując sład jęczmieniem niesłodowanym wprowadza się do zacieranej mieszaniny pewną ilość węglowodanów trudniejszych do przerobu w warzelnii, gdyż nie uległy one wstępnej hydrolizie podczas słodowania, tak jak składniki słodu. Z tego powodu są one mniej dostępne dla enzymów amylolitycznych, zamieniających je w cukry fermentujące. Tego typu efekty można minimalizować stosując w trakcie kleikowania lub zacierania preparaty enzymatyczne ułatwiające hydrolizę zarówno skrobi, traktowanej jako główne źródło ekstraktu, jak i innych składników niesłodowanego ziarna, wpływających na przemianę bielma. W pracy tej zastosowano dodatek słodu na etapie kleikowania surowca, zakładając, że do momentu inaktywacji enzymy słodu wpłyną w korzystny sposób na kleikowaną masę, hydrolizując głównie związki utrudniające dostęp amylaz do skleikowanej skrobi. Na podstawie ekstraktywności zacierów otrzymanych w wyniku użycia 10% dodatku słodu w trakcie kleikowania surowca niesłodowanego oraz po zastosowaniu preparatu Ceremix 2XL można stwierdzić, że mimo dużej substytucji słodu (30 lub 40%), uzyskane zacierzy charakteryzowały się ekstraktywnością niższą tylko o około 2%. Z zestawienia wartości ekstraktywności wynika, że zarówno preparat enzymatyczny (Ceremix 2XL), jak i 10% dodatek słodu pilzneńskiego wywołały podobny efekt mierzony ilością ekstraktu w brzeczках. Przyjmuje się, że łuska odmian oplewionych stanowi ok. 10% masy ziarniaka [15]. Z tego względu jęczmień naturalnie nieoplewiony jest bardziej atrakcyjnym surowcem, gdyż przy jednakowej masie ziarna zawiera on więcej ekstraktywnych substancji skrobiowych niż ta sama ilość jęczmienia oplewionego.

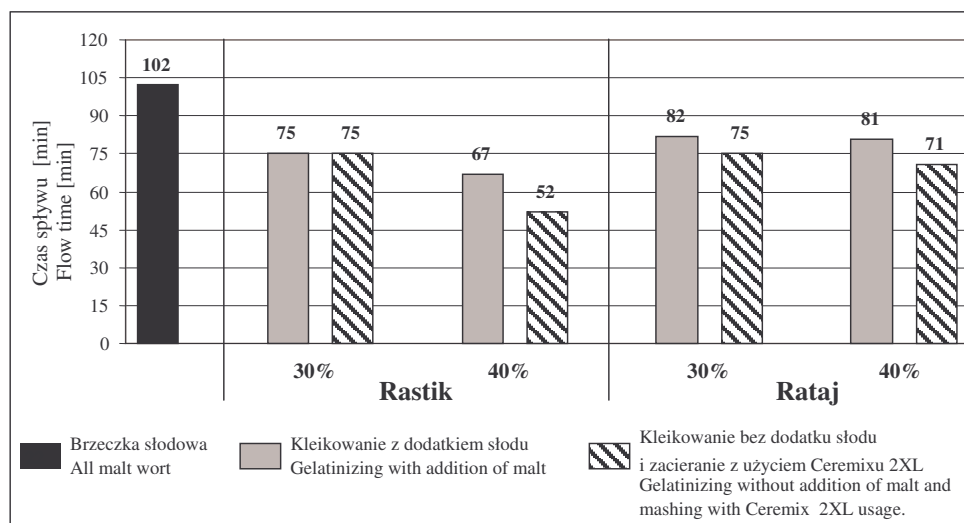
Barwa brzeczki kontrolnej, wynosząca średnio 5,1 jedn. EBC, była podobna do barwy brzeczki z udziałem oplewionego ziarna odmiany Rataj (5,0-5,3 jedn. EBC). Brzeczki z ziarnem jęczmienia odmiany Rastik cechowała mniej intensywna barwa (od 3,2 do 4,1 jedn. EBC), gdyż jako surowiec nieoplewiony wnosił on do brzeczki znacznie mniej związków barwnych, z reguły umiejscowionych w łusce. Użycie preparatu Ceremix 2XL spowodowało większą ekstrakcję barwników z kompozycji słodu z ziarnem jęczmienia nagiego niż z ziarnem jęczmienia oplewionego.

Przyjmuje się, że ponad 20% udział niesłodowanego ziarna, choćby najlepiej przygotowanego do przerobu, powoduje utrudnienia w filtracji brzeczki, jeśli proces

zacierania nie jest wspierany dodatkiem kompleksowego preparatu enzymatycznego [14]. Brak warunków do hydrolizy wielkocząsteczkowych β -glukanów i białek w zacierze z jęczmieniem niesłodowanym może poważnie utrudniać filtrację [3, 8, 14].

Objętość brzezki kontrolnej uzyskanej z samego słodu wynosiła 331 cm³, natomiast objętości brzeczki z 30 lub 40% udziałem jęczmienia niesłodowanego mieściły się w zakresie od 330 do 349 cm³. Największą objętością charakteryzowały się brzeczki wyprodukowane z zamiennikami słodu i dodatkiem preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL.

Lepkość brzeczki można traktować jako miernik efektywności działania enzymów cytolitycznych i amylolitycznych. W normalnych brzeczce nie powinna ona przekraczać wartości 1,63 mPa·s [14]. Brzeczki kongresowe pozyskiwane ze słodów wyprodukowanych z ziarna nowych odmian browarnych charakteryzują się jednak często lepkością poniżej 1,50 mPa·s. Brzeczki kontrolną oraz brzeczki z substytutami słodu i dodatkiem preparatu Ceremix 2XL cechowała lepkość wynosząca średnio 1,41 mPa·s. Brzeczki z udziałem surowca niesłodowanego zacieranego bez preparatu enzymatycznego także miały małą lepkość, ale w wyższym przedziale wartości (1,46-1,56 mPa·s).



Rys. 3. Wpływ substytucji słodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz dodatku preparatu Ceremix 2XL na czas spływu brzeczki.

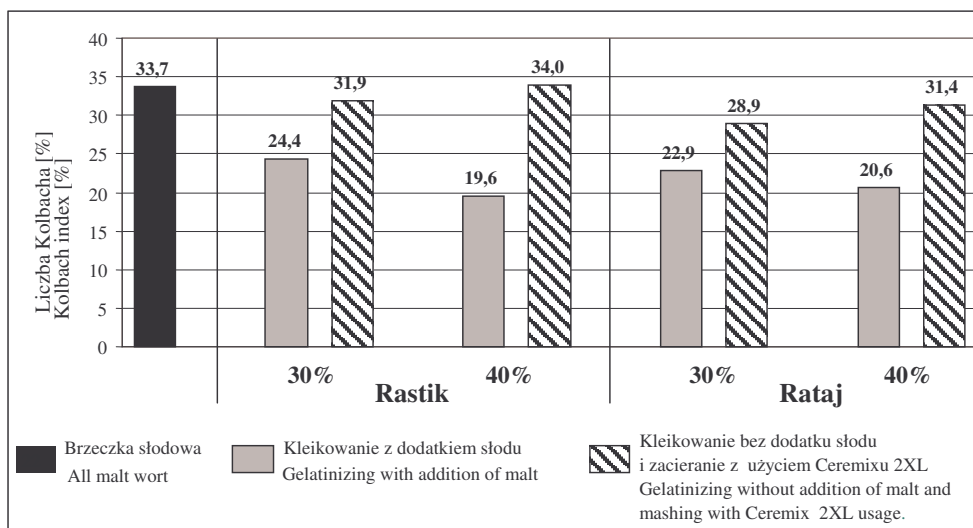
Fig. 3. The effect of malt substitution by unmalted barley grain and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on flow time of worts.

Czas spływu brzeczki to wyrażony w minutach czas potrzebny do całkowitego przesączenia zacieru. Spływ brzeczki laboratoryjnej określany jest jako „normalny”,

gdy trwa nie dłużej niż 1 godz. lub jako „powolny”, gdy filtracja trwa dłużej niż 1 godz. Brzeczke kontrolną ze słodu jęczmiennego cechował czas spływu charakterystyczny dla brzeczek „powolnych” (rys. 3). Dodatek surowca niesłodowanego, niezależnie od formy jęczmienia, przyczynił się do znacznego skrócenia czasu spływu (o 20–35 min), a zastosowanie preparatu enzymatycznego dodatkowo przyspieszyło filtrację brzeczek (o 27–50 min). Spływ brzeczek z udziałem nieoplewionego ziarna odmiany Rastik był krótszy, niż brzeczek z dodatkiem oplewionego ziarna odmiany Rataj. Skrócony czas spływu brzeczek z substytutami słodu wynikał prawdopodobnie z efektywnego, ale wydłużonego etapu kleikowania surowca niesłodowanego (rys. 1 i 2).

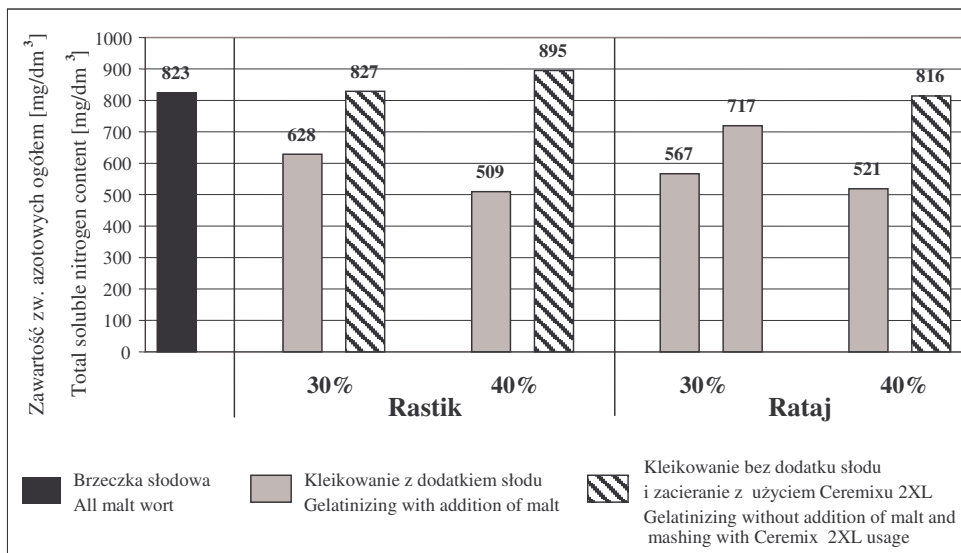
Zastosowanie zarówno słodu, jak i preparatu Ceremix 2XL zapobiegło ponadnormatywnemu wydłużeniu czasu spływu i zwiększeniu lepkości brzeczek. Wskazuje to m.in. na dużą aktywność enzymów słodu, do którego dodawano ziarno jęczmienia oraz prawidłowy przebieg (pod względem temperatury i czasu trwania) procesu kleikowania surowców niesłodowanych.

Liczba Kolbacha jest miarą proteolitycznego rozluźnienia sładów, ukazującą stosunek zawartości białka w brzeczce do zawartości białka w sładzie. Wartość liczby Kolbacha w sładach pilzeńskich powinna zawierać się w przedziale od 35 do 45%. Liczba Kolbacha słodu użytego w tym doświadczeniu była mierna i wynosiła 33,7%, natomiast słodu z 30 lub 40% udziałem jęczmienia niesłodowanego, zacieranego bez dodatku preparatu enzymatycznego, zawierała się w zakresie 19,6–24,4%, z kolei z dodatkiem preparatu Ceremix 2XL wynosiła od 28,9 do 34,0%. Wraz ze wzrostem udziału jęczmienia niesłodowanego, kleikowanego z 10% dodatkiem słodu (niezależnie od odmiany), wartość liczby Kolbacha zacieranej kompozycji zmniejszała się. Tymczasem w wariantach, w których podczas zacierania zastosowano preparat Ceremix 2XL, wartość ta ulegała zwiększeniu, nawet do poziomu liczby Kolbacha samego słodu. Białka jęczmienia tylko w około jednej trzeciej przechodzą do gotowego piwa, jednak wywierają bardzo istotny wpływ na jakość produktu. Determinują one stan fizjologiczny drożdży, jakość i trwałość piany, poziom zawartości alkoholu wyższych, a w konsekwencji pełnię smakową piwa. Minimalna zawartość azotu nie powinna wynosić mniej niż 650 mg N/dm³ brzeczki [14].



Rys. 4. Wpływ substytucji siodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz dodatku preparatu Ceremix 2XL na liczbę Kolbacha zacieranej kompozycji.

Fig. 4. The effect of malt substitution by unmalted barley grain and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on Kolbach index of mashing mixture.

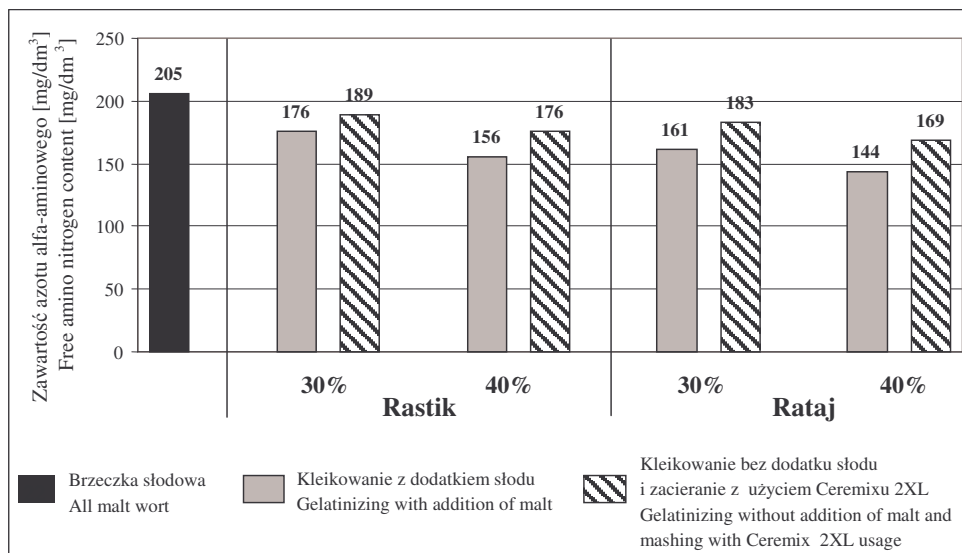


- Rys. 5. Wpływ substytucji słodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz dodatku preparatu Ceremix 2XL na zawartość związków azotowych ogółem w 12 Blg brzeczkach.
- Fig. 5. The effect of malt substitution by unmalted barley grain and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on total soluble nitrogen content in 12 Blg worts.

Na rys. 5. przedstawiono zawartość związków azotowych w brzeczkach 12 Blg. Brzeczka kontrolna wyprodukowana z samego słodu była dobrym źródłem azotu (823 mg N/dm^3). Wprowadzenie do zacieranej masy surowca niesłodowanego (kleikowanego z dodatkiem słodu) spowodowało, zgodnie z przewidywaniami, zmniejszenie zawartości produktów hydrolizy białek do poziomu wynoszącego od 509 do 628 mg N/dm^3 . Wartości te nie mieściły się w dolnych granicach normy. Natomiast zastosowanie preparatu Ceremix 2XL w trakcie zacierania słodu z jęczmieniem niesłodowanym przyczyniło się do zwiększenia zawartości azotu ogółem w brzeczkach, w większym stopniu z ziarna odmiany Rastik niż Rataj (nawet o ok. 100 mg N/dm^3 brzeczki). Wartości te wynosiły od 717 do 895 mg N/dm^3 i nie odbiegały od poziomu zawartości związków azotowych w typowych brzeczkach słodowych. Zwiększając udział zamienników słodu, bez dostarczania egzogennych enzymów proteolitycznych, uzyskiwano brzeczki o coraz mniejszej zawartości azotu ogółem, natomiast stosując kompleksowy preparat Ceremix 2XL, o zawartości coraz większej.

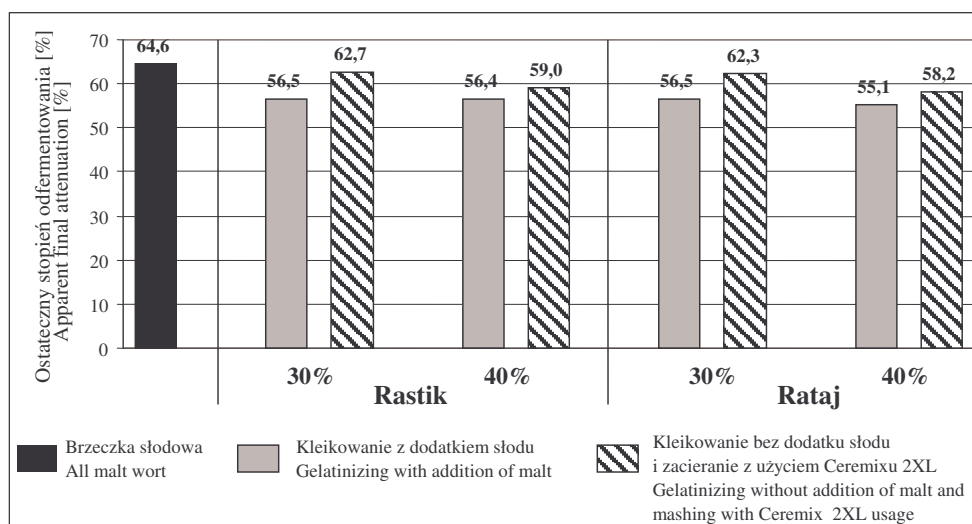
Zasadność użycia preparatu Ceremix 2XL potwierdzają również wyniki badań Błażewicza i wsp. [5]. Otrzymali oni brzeczki z 50% udziałem niesłodowanego ziarna (jęczmienia lub pszenżyta) zacieranego w obecności preparatu Ceremix 2XL, które cechowała zawartość związków azotowych podobna do brzeczki uzyskanej z samego słodu.

Niskocząsteczkowe produkty hydrolizy białek, takie jak aminokwasy, 2- i 3-peptydy są niezbędne do prawidłowego rozwoju drożdży i stanowią dla nich najważniejsze źródło azotu. Jednak ziarno jęczmienia, tak jak i pozostałe surowce niesłodowane, nie wnosi tych związków do brzeczki [3]. Z tego też powodu zawartość azotu α -aminowego może być czynnikiem ograniczającym udział surowca niesłodowanego w zacieranej masie [1, 12]. Zawartość wolnych aminokwasów, która zapewnia prawidłowy przebieg fermentacji, wynosi $200\text{--}300 \text{ mg/dm}^3$ brzeczki [14]. W brzeczkach uzyskiwanych z dodatkiem surowców niesłodowanych dopuszcza się jednak zmniejszenie ich zawartości do $140\text{--}150 \text{ mg/dm}^3$ [13]. Zawartość wolnego azotu aminowego w brzeczkach uzyskanych w tej pracy wyrażono w przeliczeniu na brzeczki 12 Blg. Brzeczka z samego słodu zawierała 205 mg aminokwasów w dm^3 . Dodatek surowca niesłodowanego spowodował zmniejszenie zawartości azotu α -aminowego, do zakresu $144\text{--}161 \text{ mg/dm}^3$ w wariantach z jęczmieniem oplewionym oraz $156\text{--}176 \text{ mg/dm}^3$ z jęczmieniem nagim. Największą zawartość wolnych aminokwasów (odpowiednio $169\text{--}183$ i $176\text{--}189 \text{ mg/dm}^3$) uzyskano w brzeczkach



Rys. 6. Wpływ substytucji słodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz dodatku preparatu Ceremix 2XL na zawartość azotu α -aminowego w 12 Blg brzeczках.

Fig. 6. The effect of malt substitution by unmalted barley grain and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on free amino nitrogen content in 12 Blg worts.



- Rys. 7. Wpływ substytucji słodu niesłodowanym ziarnem jęczmienia oraz dodatku preparatu Ceremix 2XL na ostateczny stopień odfermentowania brzeczek.
- Fig. 7. The effect of malt substitution by unmalted barley grain and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on apparent final attenuation of worts.

wyprodukowanych z dodatkiem preparatu Ceremix 2XL, który przyczynił się do zwiększenia zawartości tych związków średnio o 12%. Tendencja do zmniejszania zawartości wolnych aminokwasów, przy zwiększającym się udziale surowców niesłodowanych, utrzymywała się przy użyciu obu odmian jęczmienia, niezależnie czy proces zacierania prowadzono z preparatem enzymatycznym, czy też bez niego. W typowych brzeczках piwowskich cukry fermentujące stanowią od 61 do 65% ekstraktu [14]. W brzeczce z samego słodu końcowy stopień odfermentowania wynosił 64,6%, zaś w brzeczce z 30% udziałem ziarna nagiego lub oplewionego i dodatkiem preparatu Ceremix 2XL odpowiednio 62,7 oraz 62,3%. Niski stopień odfermentowania pozostałych brzeczek, w przedziale 55,1-59,0%, wskazuje na ich zbyt małe zdolności fermentacyjne. Zastosowanie preparatu Ceremix 2XL w trakcie zacierania słodu z jego zamiennikami w większym stopniu wpłynęło na wzrost stopnia odfermentowania brzeczek z 30% udziałem jęczmienia niesłodowanego (wzrost o 10%) niż z udziałem 40% (wzrost o 5%).

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że możliwe jest otrzymanie brzeczek z 30 lub 40% dodatkiem niesłodowanego ziarna jęczmienia. Brzeczki uzyskane z dodatkiem jęczmienia nagiego i oplewionego różnią się głównie zawartością produktów hydrolizy enzymatycznej białek. Preparat Ceremix 2XL (dozowany na początku procesu zacierania) w korzystniejszy sposób poprawia cechy brzeczek otrzymywanych z 30 i 40% udziałem niesłodowanego ziarna jęczmienia niż sód jęczmienny (stosowany w czasie kleikowania ziarna), traktowany jako naturalne źródło enzymów (tab. 2).

Tabela 2

Wyniki analizy statystycznej wpływu surowców, sposobu ich przygotowania oraz procentowego udziału w zacierze na wybrane cechy brzezek ($\alpha = 0,05$).

The results of statistical analysis of the effect of raw materials, the way of its preparing and its share in mash on selected properties of worts ($\alpha = 0.05$).

Cechy brzezek The properties of worts	Surowce użyte w brzezkach Raw materials used in worts				Sposoby otrzymywania brzezek The ways of worts obtaining				Udział surowca niesłodowanego The share of unmalted raw materials			
	Słód Malt	Słód + Rastik Malt + Rastik	Słód + Rataj Malt + Rataj	NIR	Bez kleikowania Without gelatinizing	Kleikowanie z dodatkiem słodu Gelatinizing with malt addition	Kleikowanie bez dodatku słodu i zacieranie z użyciem Ceremixu 2XL Gelatinizing without addition of malt and mashing with Ceremix 2XL usage	NIR	0%	30%	40%	NIR
Ekstraktywność zacieru [% s.s.] Extractivity of mash [% d.m.]	80,2 ^c	78,3 ^b	77,5 ^a	0,5	80,2 ^b	78,1 ^a	77,6 ^a	0,5	80,2 ^c	78,3 ^b	77,3 ^a	0,5
Barwa brzezki [j. EBC] Wort's colour [EBC units]	5,1 ^a	3,6 ^b	5,1 ^a	0,16	5,1 ^c	4,1 ^a	4,6 ^b	0,16	5,1 ^b	4,3 ^a	4,3 ^a	0,16
Objętość brzezki [cm ³] Wort's volume [cm ³]	319 ^a	335 ^a	331 ^a	17	319 ^a	322 ^a	344 ^b	17	319 ^a	329 ^a _b	337 ^b	17
Lepkość brzezki [mPa·s] Wort's viscosity	1,41 ^a	1,45 ^b	1,47 ^c	0,007	1,41 ^a	1,50 ^b	1,41 ^a	0,007	1,41 ^a	1,44 ^b	1,47 ^c	0,007

[mPas]												
Czas spływu [min] Flow time of worts [min]	105 ^c	67 ^a	81 ^b	10	105 ^b	79 ^a	69 ^a	10	105 ^b	75 ^a	73 ^a	10
Liczba Kolbacha [%] Kolbach index [%]	33,7 ^c	27,5 ^b	25,9 ^a	0,6	33,7 ^c	21,9 ^a	31,6 ^b	0,6	33,7 ^b	27,0 ^a	26,4 ^a	0,6
Zawartość zw. azotowych ogółem [mg/dm ³] Total soluble nitrogen content [mg/dm ³]	804 ^b	715 ^a	648 ^a	83	804 ^a	560 ^b	803 ^a	83	804 ^b	679 ^a	683 ^a	83
Zawartość azotu α-aminowego [mg/dm ³] Free amino nitrogen content [mg/dm ³]	206 ^c	174 ^b	163 ^a	3	206 ^c	159 ^a	178 ^b	3	206 ^c	177 ^b	160 ^a	3
Ostateczny stopień odfermentowania [%] Apparent final attenuation of worts [%]	64,5 ^c	58,6 ^b	58,1 ^a	0,004	64,5 ^c	56,2 ^a	60,4 ^b	0,004	64,5 ^c	59,4 ^b	57,3 ^a	0,004

Wnioski

1. Zastępowanie 30 lub 40% słoðu niesłodowanym ziarnem jęczmienia (niezależnie od odmiany i sposobu przygotowania surowca) powoduje zmniejszenie ekstraktywności, zmniejszenie zawartości związków azotowych i azotu α -aminowego w brzeczka ch oraz skrócenie czasu ich spływu, bez zasadniczej zmiany objętości brzeczek.
2. Użycie preparatu enzymatycznego Ceremix 2XL podczas zacierania słoðu z niesłodowanym ziarnem jęczmienia przyczynia się do zwiększenia objętości brzeczek, ekstrakcji produktów hydrolizy białek, skrócenia okresów scukrzania zacierów i spływu brzeczek oraz zmniejszenia ich lepkości.
3. Substytucja 30 lub 40% słoðu typu pilzneńskiego ziarnem jęczmienia nagiego odmiany Rastik powoduje mniejszą zmienność podstawowych cech brzeczek słodowych niż użycie ziarna jęczmienia oplewionego odmiany Rataj.

Literatura

- [1] Agu C. R.: A comparison of maize, sorghum and barley as brewing adjuncts. *J. Inst. Brew.*, 2002, **108**, 19-22.
- [2] Analytica – EBC: Verlag Hans Carl Getraenke – Fachverlag, Nurnberg 1998.
- [3] Baca E.: Rola surowców niesłodowanych w kształtowaniu cech sensorycznych piwa. Materiały VI Szkoły Technologii Fermentacji, Szczyrk 2001, s. 113-126.
- [4] Bhatti R. S.: The potential of hull-less barley. *Cereal Chem.*, 1999, **76** (5), 589-599.
- [5] Błażewicz J., Figiel A., Stepień B., Peroń S.: Influence of unmalted grain on the properties of thickened malt worts. *Acta Agrophysica*, 2002, **77**, 7-14.
- [6] Błażewicz J., Liszewski M.: Ziarno jęczmienia nagiego odmiany 'Rastik' jako surowiec do produkcji słoðów typu pilzneńskiego. *Acta Sci. Pol., Technologia Alimentaria*, 2003, **2** (1), 63-74.
- [7] Błażewicz J., Musiał D.: Substytucja słoðu przy produkcji brzeczki. Materiały VII Szkoły Technologii Fermentacji, Łódź 2002, s. 77-89.
- [8] Brudzyński A.: Rola β -glukanu w produkcji piwa. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1993, **3**, 8-9.
- [9] Button A.H., Palmer J.R.: Production scale brewing using high proportions of barley. *J. Inst. Brew.*, 1974, **80**, 206-213.
- [10] Dubiel Ł., Gołębiewski T.: Problem stosowania jęczmienia jako surowca niesłodowanego przy produkcji piwa. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1975, **3**, 4-9.
- [11] Gąsiorowski H. (red.): Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [12] Grujić O.: Application of unconventional raw materials and procedures in wort production. *J. Inst. Brew.*, 1999, **105**, 275-278.
- [13] Jurek K., Petrów A.: Wpływ substytucji słoðu przetworami kukurydzianymi na zawartość azotu alfa-aminowego w brzeczka ch laboratoryjnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2(35)** Supl., 49-60.
- [14] Kunze W.: Technologia piwa i słoðu. Piwochmiel Spółka z o.o., Warszawa 1999.
- [15] Palmer G. H.: Dodatki niesłodowane w piwodarstwie i gorzelnictwie. Materiały III Szkoły Technologii Fermentacji, Kraków-Zakopane 1998, s. 64-77.
- [16] Pawlikowska-Mandziak M.B.: Możliwości zastosowania kukurydzy w przemyśle piwarskim. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1997, **11**, 12-14.

- [17] Solarek L.: Enzymy Novo Nordisk – pomoc technologiczna dla browarów. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1993, **9**, 9-10.

THE GRAIN OF NAKED AND HULLED BARLEY AS AN UNMALTED RAW MATERIAL IN BREWING INDUSTRY

S u m m a r y

The purpose of the research was to determine the effect of 30% or 40% malt substitution by unmalted barley grain of naked and hulled cultivar and the addition of enzymatic preparation Ceremix 2XL on selected properties of brewing worts. The materials used in this study were: barley malt of the Pilzen type, grain of Rastik naked barley cultivar and Rataj hulled barley cultivar. Grinded naked or hulled barley grain, in the amount of 30% or 40% of charge, was gelatinized at the temperature of 90°C for 10 minutes, in the ratio of grain to water 1:5. Gelatinizing was differently carried out: without additives or with 10% adding of malt. After cooling, at the temperature of 45°C, gelatinized grist was mixed with malt and mashed using congress method. Unmalted raw material, prepared by gelatinizing without additives, was mashed with enzymatic preparation Ceremix 2XL addition, in dose of 1,8 kg per one ton of unmalted grain. Control wort, produced only from malt, served as a material for comparison. Features of malt, two varieties of barley grain and worts were determined. Weight of 1000 grain, moisture, protein, diastatic power and saccharification time of mash were analyzed. Kolbach index and extractivity of malt and mashing mixture were calculated. In congress worts there were determined: content of extract, colour, time of flow, volume, viscosity, content of nitrogen compounds and free amino nitrogen, apparent final attenuation. It was stated that 30% or 40% malt substitution by unmalted barley grain (regardless of method of its treatment) caused decreasing of extractivity of mash, protein hydrolysis products content in worts and increasing of flow time of worts. The use of enzymatic preparation Ceremix 2XL, during mashing of the mixture of malt and unmalted barley grain, produced an increase in worts volume, content of total soluble and free amino nitrogen, a shortening of flow time of worts and saccharification time of mashes, a decrease in worts viscosity. The addition of 30% or 40% of unmalted naked barley grain of Rastik cultivar changed the properties of worts in a lesser degree than the addition of the same amount of hulled barley grain of Rataj cultivar.

Key words: naked barley, hulled barley, malt, wort, enzymatic preparation ☒