

Dr inż. Monika CIOCH-SKONECZNY

Inż. Łukasz KLESZCZ

Mgr inż. Aneta PATER

Mgr inż. Weronika PIECHOWICZ

Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej  
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## WYKORZYSTANIE GRYKI I PROSA W BROWARNICTWIE®

### Use of buckwheat and millet in brewery®

*Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową*

**Słowa kluczowe:** sład gryczany, proso, piwo, surowce alternatywne.

*W ostatnich latach obserwowane jest coraz większe zainteresowanie piwem. Poszukuje się nowych, alternatywnych surowców, które mogłyby być wykorzystane w produkcji tego napoju. Ich stosowanie może zmienić nie tylko technologię produkcji i jej koszty, ale także walory organoleptyczne piwa. Celem przeprowadzonych badań przedstawionych w artykule była analiza porównawcza wyróżników jakościowych i składów brzeczek oraz piw wytworzonych z udziałem sładów gryczanego lub prosa, w różnych proporcjach, wobec próby kontrolnej wykonanej wyłącznie ze sładów jęczmiennego. Brzeczki wytworzone z dodatkiem sładów gryczanego i prosa wykazywały niższy ekstrakt oraz zawartość wolnego azotu aminowego. Zastosowanie tych surowców przyczyniło się do pogorszenia filtracji brzeczki. W przypadku prób wytworzonych z udziałem sładów gryczanego stwierdzono dłuższy czas splywu oraz ciemniejszą barwę. Dodatek sładów gryczanego podnosił ekstrakt piwa. Nie zaobserwowano wpływu badanych surowców na pH brzeczki i gotowego napoju. Zawartość cukrów redukujących w analizowanych piwach kształtowała się na porównywalnym poziomie.*

**Key words:** buckwheat malt, millet, beer, alternative raw materials.

*In recent years, more and more interest in beer has been observed. We are looking for new raw materials that could be used in the production of this drink. The use of alternative raw materials can change not only the technology of production and its costs, but also the organoleptic qualities of the finished product. The aim of this study was a comparative analysis of qualitative features and compositions of worts and beers made with the contribution of buckwheat malt or millet in various proportions, against a control sample with only barley malt. Worts produced with the addition of buckwheat malt and millet showed lower extract and presence of free amino nitrogen. The use of these raw materials contributed to the deterioration of wort filtration. In the case of attempts made with the use of buckwheat malt, a longer runoff time and a darker color were found. The addition of buckwheat malt raised the extract of beer. There was no effect observed of the tested raw materials on the pH of the wort and beer. The content of reducing sugars in the analyzed beers was at a similar level.*

## WPROWADZENIE

W browarnictwie stosuje się wiele surowców będących źródłem skrobi, poza tradycyjnie wykorzystywanym sładem jęczmiennym. Stosunkowo drogi sład zastępuje się często innymi, tańszymi źródłami skrobi, bądź też bezpośrednio cukrami fermentującymi. Jednym z najbardziej popularnych zbóż używanych w browarnictwie jest pszenica, stosowana zarówno jako dodatek wzbogacający smak (w nieznacznych ilościach, np. 10-15% wsadu surowcowego), jak i w formie głównego składnika (ponad 55% wsadu), w przypadku piw pszenicznych. Na przykładzie pszenicy można zauważyć, że jej popularność w technologii browarniczej, przyczyniła się do zwiększenia uprawy tego zboża w wielu krajach, np. Niemczech.

Wobec zmieniających się trendów modowych w konsumpcji piwa, a także ekonomicznych i prawnych uwarunkowań, zmianom uległa nie tylko technologia, ale także analityka i technika produkcji. Dzięki temu stało się dozwolone stosowanie zamienników tradycyjnych surowców w postaci sładów wytwarzanych z innych zbóż, surowców niesłodowanych, takich jak pszenica, ryż, kukurydza, proso, pszenżyto i gryka, a także płynnych produktów przemian hydrolitycznych. W postaci zbóż niesłodowanych i sładów alternatywnych wprowadzane są do kadzi zaciernej, natomiast syropy dodaje się bezpośrednio do kotła warzelnego [13].

Surowce alternatywne wykorzystywane do zastąpienia sładów tradycyjnego niosą nie tylko korzyści ekonomiczne, ale także służą do produkcji piwa o zupełnie odmiennych

właściwościach organoleptycznych. Powinny być jednak stosowane w sposób, który oprócz obniżenia kosztów produkcji prowadzi do zachowania lub poprawienia jakości gotowego napoju [4].

**Celem artykułu jest prezentacja wyników analizy porównawczej wyróżników jakościowych i składów brzeczek oraz piw wytworzonych z udziałem słoðu gryczanego lub prosa, w różnych proporcjach, wobec próby kontrolnej wykonanej wyłącznie ze słoðu jęczmiennego.**

## MATERIAŁ, METODY BADAŃ I OZNACZEŃ

Do badań wykorzystano proso niesłodowane, słoðu gryczany i jęczmienny.

- ◆ **Zacieranie.** Zacieranie prowadzono w aparacie zaciernym R4 firmy 1-CUBE, metodą kongresową, zgodnie z metodyką EBC. Warianty prób: A – 100% słoðu jęczmiennego (próba kontrolna), B – 30% słoðu gryczanego, 70% słoðu jęczmiennego, C – 15% słoðu gryczanego, 85% słoðu jęczmiennego, D – 30% prosa, 70% słoðu jęczmiennego, E – 15% prosa, 85% słoðu jęczmiennego. Przez 40 minut utrzymywano temperaturę 45°C, następnie podgrzewano do 70°C z szybkością 1°C/1min. Po uzyskaniu wymaganej temperatury, dodano do kubków zaciernych 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Utrzymywano 70°C przez 60 minut. Po 10 minutach wykonano próbę jodową w celu określenia stopnia scukrzania skrobi w zacierze. Następnie zacier schłodzono i filtrowano przez sączek wykonany z bibuły. W celu zapewnienia wysokiej klarowności, pierwsze porcje filtratu zwracano.
- ◆ **Gotowanie brzeczek.** Klarowne brzeczeki poddano procesowi gotowania w kolbach okrągłodennych, które podgrzewano do temperatury wrzenia w czasach grzewczych. W celu zmniejszenia stopnia odparowania brzeczeki, użyto chłodnic zwrotnych. Brzeczkę o objętości 200 cm<sup>3</sup> gotowano przez godzinę wraz z 0,2 g chmielu Cascade. Powstałe zmgętnienia usuwano poprzez dodanie ziemi okrzemkowej (0,1 g) i przefiltrowanie brzeczek przez sączek z bibuły. W następnej kolejności brzeczeki poddano ocenie (zawartość ekstraktu, cukrów redukujących, FAN, czas spływu, barwa, klarowność) i zaszczipiano drożdżami górnej fermentacji firmy Fermentis US-05 (0,5g s.s. /dm<sup>3</sup>).
- ◆ **Fermentacja.** Fermentację prowadzono w kolbach stożkowych o pojemności 500 cm<sup>3</sup> z użyciem rurek fermentacyjnych wypełnionych gliceryną. Proces prowadzono 10 dni w temperaturze 20°C, a intensywność fermentacji określono na podstawie ubytku masy prób, które ważono co 24 h z dokładnością do 0,01 g. Wyniki z trzech równoległych powtórzeń, przedstawione zostały jako procentowy ubytek masy medium fermentacyjnego.
- ◆ **Oznaczenie zawartości suchej masy oraz pH brzeczek i piwa.** Do oznaczenia zawartości suchej masy w analizowanych słoðach użyto wagosuszarki firmy MAC 50 IR 160 RADWAG, a do pomiaru pH brzeczeki i piwa wykorzystano pH – metr CP-505 firmy ELMETRON.
- ◆ **Oznaczenie zawartości alkoholu etylowego.** Stężenie alkoholu w gotowym piwie oznaczono metodą piknometryczną. W tym celu prowadzono destylację prostą próbek po fermentacji. Otrzymany destylat dopełniano wodą de-

stylowaną do pierwotnej objętości i wyznaczano gęstość, a koncentrację etanolu odczytano z odpowiednich tablic.

- ◆ **Ekstrakt rzeczywisty.** Pozostałość po destylacji uzupełniono do 100 g wodą destylowaną i po wymieszaniu oznaczano zawartość ekstraktu rzeczywistego, poprzez pomiar gęstości roztworu metodą piknometryczną. Ekstrakt rzeczywisty odczytano z tablic zależności między gęstością, a zawartością ekstraktu.
- ◆ **Oznaczenie kwasowości ogólnej brzeczeki i piwa.** Wykonano metodą potencjometryczną, miareczkując próbkę 0,1M roztworem NaOH do uzyskania pH = 8.
- ◆ **Oznaczenie barwy brzeczeki laboratoryjnej i piwa.** Wykonano przy długości fali 430 nm w kuwetach o grubości 10 mm, zgodnie z fotometryczną metodą wg Analytica EBC (1987). Do oznaczenia wykorzystano aparat Lovibond®EBC Colorpod 440100.
- ◆ **Oznaczenie cukrów ogółem z wykorzystaniem kwasu 3,5-dinitrosalicylowego (DNS).** Wykonano krzywą wzorcową dla następujących stężeń glukozy w g/dm<sup>3</sup>: 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,2 i 2.

Pipetą jednomiarową odmierzone 20 cm<sup>3</sup> próbek każdego piwa i zobojętniano 3M roztworem wodorotlenku sodu przy użyciu pH – metru. Zobojętniony roztwór przeniesiono ilościowo do kolby miarowej na 100 cm<sup>3</sup>. Do próbek dodano po 5 cm<sup>3</sup> roztworu Carreza I i Carreza II w celu uwolnienia materiału od białek i innych związków. Mieszaninę przesączono przez sączek z bibuły i 10 cm<sup>3</sup> klarownego przesącza pobrano do kolby na 100 cm<sup>3</sup>, a następnie dopełniono do kreski. Do próbek odmierzone po 2 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu 3,5 – dinitrosalicylowego (DNS) oraz badanych próbek i roztworów wzorcowych. Całość gotowano we wrzącej łaźni wodnej przez 10 minut. Po upływie tego czasu próbki ochłodzono do temperatury pokojowej, a następnie dodano do każdej z nich po 11 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Absorbancję oznaczano w spektrofotometrze przy długości fali  $\lambda = 550$  nm.

- ◆ **Oznaczenie związków azotowych.** Próbkę rozcieńczano w wodzie destylowanej i przenoszono po 2 cm<sup>3</sup> do szklanych próbek za pomocą pipety. Następnie dodawano 1 cm<sup>3</sup> barwnego odczynnika ninhydrynowego i gotowano 16 minut we wrzącej łaźni wodnej. Po ochłodzeniu do próbek wprowadzano 5 cm<sup>3</sup> odczynnika do rozcieńczeń, mieszano i mierzono absorbancję przy długości fali 575 nm. Jako próbkę standardową użyto roztworu glicyny, zawierającego 2 mg/dm<sup>3</sup> azotu. Wynik obliczono wykorzystując wzory do oszacowania zawartości protein i określenia ilości azotu w próbce.

$$\text{zawartość azotu} = \frac{\text{absorbancja próbki} \cdot 2 \text{ mg azotu}}{\text{absorbancja r-ru wzorcowego}} \times 50$$

Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach.

### Analiza statystyczna

Rezultaty prezentowane w pracy są średnimi z trzech niezależnych powtórzeń, z określeniem odchylenia standardowego. Dane analizowano za pomocą analizy wariancji (ANOVA), celem ustalenia istotności badanych parametrów. Statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi weryfikowano z wykorzystaniem testu Duncan'a, przy użyciu programu statystycznego Statistica wersja 10 (StatSoft Polska, Kraków).

## WYNIKI I DYSKUSJA

W przypadku produkcji naturalnie bezglutenowego piwa, jako surowce wykorzystuje się głównie ryż, kukurydzę, sorgo lub proso. Ziarna te spokrewnione są z pszenicą, żytem i jęczmieniem, a ich spożycie jest bezpieczne dla osób chorujących na celiakię. Pozostałe, bogate w skrobię surowce powszechnie stosowane do produkcji żywności to tzw. pseudozboża, do których zaliczyć można komosę ryżową, grykę i amarant. Nie należą one do Poaceae, są zatem taksonomicznie nie związane z pszenicą, stąd można je uznać za bezglutenowe. Istotnym kryterium brany pod uwagę przy wykorzystaniu nietypowych sładów w browarnictwie, może być wysoka zawartość związków biologicznie aktywnych, pozytywnie wpływających na zdrowie człowieka.

Gryka to roślina, którą uprawia się głównie w Chinach, Rosji, Korei, Brazylii i Japonii. Biorąc pod uwagę rosnące zainteresowanie przez konsumentów zdrową żywnością, a także alergię pokarmowe, które są coraz częściej stwierdzane, gryka

przeżywa renesans. Jej cechą charakterystyczną, odróżniającą od reszty ziaren zbóż jest wysoka zawartość białka, brak frakcji glutenowych oraz korzystny skład aminokwasowy. W dodatku jest cennym źródłem cukrów, lipidów, witamin i składników mineralnych oraz błonnika [14,17].

Proso uprawiane jest głównie w Indiach, Rosji, Japonii i Chinach. Zawiera dużo cukrów redukujących, natomiast pozbawione jest glutenu. To surowiec, który może stać się substytutem jęczmienia przy produkcji piwa, stosując mieszanki jęczmienia i prosa, a także dodatki innych zbóż [2].

Przeprowadzone badania dotyczyły porównania wyróżników jakościowych i składów brzeczek oraz piw wytworzonych z udziałem sładu gryczanego lub prosa, w różnych proporcjach. Próbę kontrolną stanowiła brzeczka i piwo uzyskane wyłącznie ze sładu jęczmiennego.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono najmniejszą zawartość wody w sładzie gryczanym (3,43 %), natomiast stosunkowo wysoką w prosie (8 %). Wilgotność sładu jęczmiennego wynosiła 5,1 % (tab. 1). Według danych literaturowych, wilgotność sładu gryczanego waha się w granicach od 3,2 do 3,6 %, a jęczmiennego od 5,3 do 5,5 % [19].

Charakterystykę parametrów otrzymanych brzeczek przedstawiono w tabeli 2. Czas scukrzania zależy od aktywności macierzystych enzymów amylolitycznych i dla sładu jęczmiennego wynosi około 15 minut, a dla gryczanego powyżej 60 minut [19]. Stwierdzono, że dodatek sładu gryczanego w ilości 15 i 30% zasypu nie wpływa na czas scukrzania (tab. 2). Aktywność  $\alpha$ - i  $\beta$ -amylazy sładu jęczmiennego była wystarczająca do scukrzenia zacieru.

Szybkość filtracji brzeczek w procesie produkcji piwa jest istotnie uwarunkowana rodzajem użytego surowca skrobiowego, w procesie zacierania. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że dodatek sładu gryczanego w dużym stopniu zwiększa lepkość brzeczek (tab. 2). Zależy ona głównie od aktywności enzymów cytolitycznych i amylolitycznych oraz

**Tabela 1. Wilgotność analizowanych sładów**

**Table 1. Moisture of analyzed malts**

Surowiec	Wilgotność [%]
Słód jęczmienny	5,10 b (±0,63)
Słód gryczany	3,43 a (±0,39)
Proso	8,00 c (±0,41)

Wyniki oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ( $p > 0,05$ ).

The results of the same letters don't differ significantly ( $p > 0.05$ ).

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

**Tabela 2. Charakterystyka parametrów analizowanych brzeczek**

**Table 2. Characteristics of the parameters of the analyzed worts**

Brzeczka	Czas scukrzania [min]	Czas sypływu [h]	Klarowność	Ekstrakt [oBłg]	Barwa [EBC]	pH	Kwasowość [cm <sup>3</sup> 1M NaOH/100 cm <sup>3</sup> ]	FAN brzeczek [mg/dm <sup>3</sup> ]	Cukry redukujące [g/dm <sup>3</sup> ]
<b>A</b>	10-15	<1	Klarowna	8,07 c (±0,23)	3,83 a (±0,32)	5,87 ab (±0,04)	2,24 a (±0,14)	179,18 a (±4,76)	5,70 a (±0,54)
<b>B</b>	10-15	>2	Klarowna	7,77 bc (±0,21)	5,20 b (±0,30)	5,87 ab (±0,07)	1,93 bc (±0,02)	151,44 a (±4,68)	6,46 b (±0,15)
<b>C</b>	10-15	>2	Klarowna	7,33 a (±0,25)	5,13 b (±0,35)	5,98 a (±0,03)	2,17 ac (±0,06)	143,62 a (±3,64)	7,07 c (±0,13)
<b>D</b>	10-15	1-2	Klarowna/ mętna	6,03 d (±0,15)	3,27 c (±0,06)	5,96 a (±0,04)	2,35 a (±0,06)	154,45 a (±6,98)	6,60 b (±0,14)
<b>E</b>	10-15	>2	Mętna	7,57 ab (±0,06)	4,13 a (±0,29)	5,80 b (±0,15)	1,88 b (±0,24)	147,75 a (±9,83)	7,02 c (±0,06)

**A** – 100% sładu jęczmiennego w zasypie; **B** – 30% sładu gryczanego, 70% sładu jęczmiennego; **C** – 15% sładu gryczanego, 85% sładu jęczmiennego; **D** – 30% prosa, 70% sładu jęczmiennego; **E** – 15% prosa, 85% sładu jęczmiennego

**A** – 100% barley malt in the backfill; **B** – 30% buckwheat malt, 70% barley malt; **C** – 15% buckwheat malt, 85% barley malt; **D** – 30% millet, 70% barley malt; **E** – 15% millet, 85% barley malt

Wyniki oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ( $p > 0,05$ ).

The results of the same letters don't differ significantly ( $p > 0.05$ ).

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

zawartych w słodzie polisacharydów nieskrobiowych, które powodują zmętnienia piwa i przyczyniają się do problemów z filtracją [21]. Wcześniejsze badania wykazały, że brzezki wytworzone wyłącznie ze słodu gryczanego filtrują się znacznie dłużej niż jęczmienne [19]. Wyprodukowanie piwa, którego zasyp przy wytwarzaniu brzezki składa się w 100% ze słodu gryczanego, bez dodatku enzymów, jest niezwykle trudne. Spowodowało to marginalizację słodu gryczanego w piwowarstwie, co jak się okazało, było nieuzasadnione. Surowiec ten przyczynia się do zwiększenia aktywności przeciwutleniającej, dlatego zasadne jest jego dodawanie do zasypu jęczmiennego [15]. Aktywność enzymatyczna ziaren gryki jest znacznie mniejsza, niż słodu jęczmiennego. Problem ten można rozwiązać, stosując dodatek komercyjnych preparatów enzymatycznych. Wprowadzenie  $\alpha$ -amylazy do zacieru gryczanego skutkuje pogłębieniem barwy, wzrostem ekstraktu w wytworzonej brzezce, przyspiesza filtrację, zwiększa stopień odfermentowania i zmniejsza lepkość zacieru. Natomiast dodatek preparatu z aktywnością amyloglukozydazy powoduje wzrost stopnia odfermentowania oraz zwiększenie ilości azotu wolnego, rozpuszczalnego i wartości liczby Kolbacha [8]. Należy zaznaczyć, że brzezki z udziałem prosa odznaczały się krótszym czasem filtracji (tab. 2). Podobne wyniki uzyskali Eneje i in. [9].

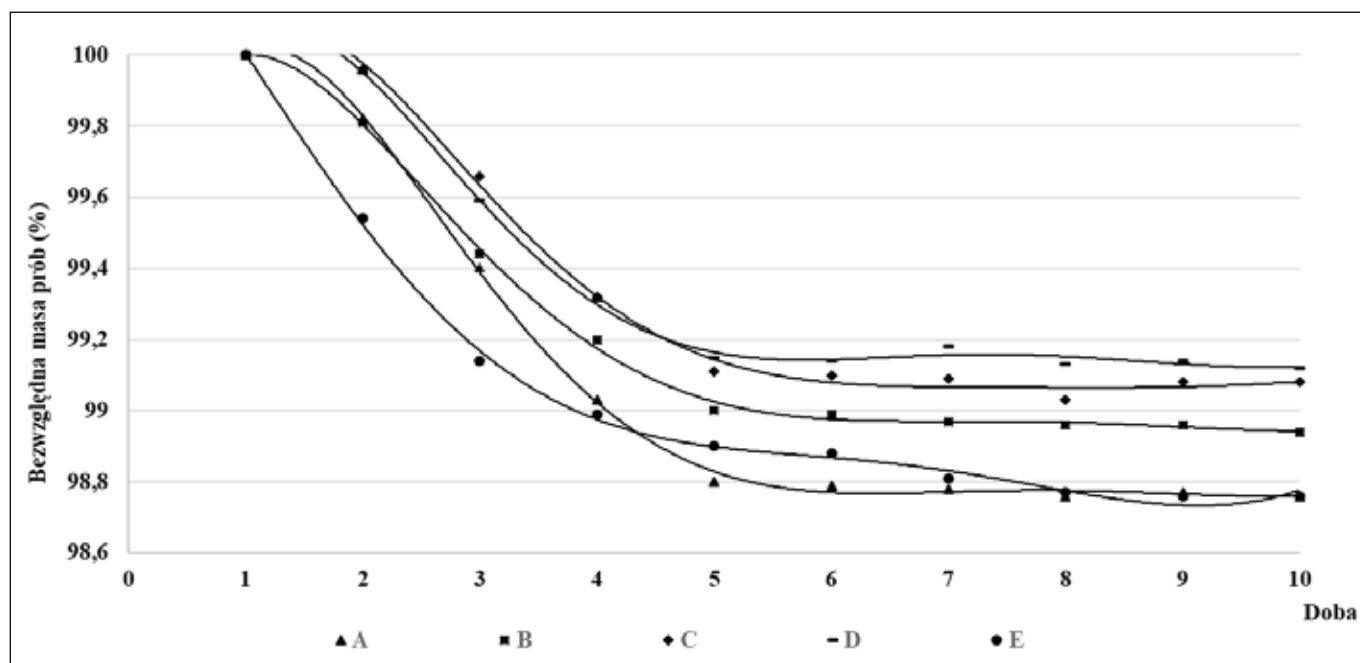
Efektom przeprowadzonej filtracji powinna być klarowna brzezka jęczmienna, którą uzyskuje się przy pomocy łuski, tworzącej złożę na dnie kadzi filtracyjnej [12]. Zastąpienie części zasypu słodem gryczanym nie ma istotnego wpływu na klarowność brzezki. Natomiast użycie prosa skutkuje zwykle pojawieniem się zmętnień (tab. 2).

Ekstrakt brzezki powstałych w wyniku zacierania słodu jęczmiennego jest wyższy niż z użyciem słodu gryczanego [5, 19]. Z kolei ekstrakt uzyskany w wyniku zacierania z dodatkiem prosa jest najniższy i stanowi około 6°Blg [9]. W naszych badaniach również najmniejszy ekstrakt odnotowano w brzezkach otrzymanych z udziałem prosa (tab.2).

Wykazano, że dodatek słodu gryczanego do zasypu, istotnie pogłębia barwę brzezki (5,13-5,20 EBC), a udział prosa powoduje jej rozjaśnienie (3,27-4,13 EBC), (tab.2). Inne, znacznie wcześniejsze badania wskazywały, że barwa brzezki przygotowanych z udziałem prosa jest bardziej pogłębiona od brzezki ze słodu jęczmiennego [9]. Z kolei brzezki otrzymane przy udziale gryki mogą charakteryzować się bardzo mocną barwą, nawet do 10 jednostek EBC [14, 15]. Warto dodać, że barwa analizowanej brzezki nie daje pełnej informacji o spodziewanej barwie gotowego piwa, a jedynie może wskazywać, jaki typ słodu wykorzystano do jej uzyskania. Barwa brzezki uzyskanej wyłącznie ze słodu jęczmiennego wynosiła 3,83 EBC (tab. 2).

Wartość pH oddziałuje na aktywność enzymów słodowych. Wpływa również na rozpuszczalność substancji zawartych w chmielu, wytrącanie związków białkowych oraz wydajność izomeryzacji  $\alpha$ -kwasów [1]. W przypadku brzezki jęczmiennej mieści się zazwyczaj w zakresie od 5,6 do 5,9 [14]. Wyniki przedstawione w tabeli 2 wskazują, że udział badanych surowców nie powoduje istotnych zmian pH i kwasowości brzezki (tab. 2).

Kwasowość otrzymanych brzezki wynosiła od 1,88 do 2,35  $\text{cm}^3$  1 M NaOH/100  $\text{cm}^3$ . Częściowe zastąpienie słodu jęczmiennego słodem gryczanym, a szczególnie prosem, powodowało niewielkie obniżenie kwasowości brzezki (tab. 2).



Rys. 1. Krzywe kinetyczne fermentacji brzezki. A – 100% słodu jęczmiennego w zasypie; B – 30% słodu gryczanego, 70% słodu jęczmiennego; C – 15% słodu gryczanego, 85% słodu jęczmiennego; D – 30% prosa, 70% słodu jęczmiennego; E – 15% prosa, 85% słodu jęczmiennego.

Fig. 1. Kinetic curves of fermentation of worts. A – 100% barley malt in the backfill; B – 30% buckwheat malt, 70% barley malt; C – 15% buckwheat malt, 85% barley malt; D – 30% millet, 70% barley malt; E – 15% millet, 85% barley malt.

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Tabela 3. Charakterystyka parametrów analizowanych piw

Table 3. Characteristics of the parameters of the analyzed beers

Piwo	Barwa [EBC]	Ekstrakt [oBlg]	pH	Kwasowość [cm <sup>3</sup> 1M NaOH/100 cm <sup>3</sup> ]	Alkohol [% wag.]	FAN [mg/dm <sup>3</sup> ]	Cukry redukujące [g/dm <sup>3</sup> ]
A	2,67 a (±0,40)	3,77 a (±0,06)	4,10 ab (±0,04)	3,21 a (±0,06)	2,64 b (±0,34)	131,68 a (±8,59)	1,13 b (±0,10)
B	3,63 c (±0,06)	4,13 d (±0,06)	4,22 a (±0,08)	2,83 c (±0,02)	1,90 a (±0,22)	106,40 a (±2,34)	1,59 c (±0,11)
C	2,60 a (±0,26)	3,80 a (±0,30)	4,19 a (±0,06)	3,21 a (±0,02)	1,97 a (±0,13)	113,46 a (±8,01)	1,26 b (±0,12)
D	2,13 b (±0,06)	2,70 b (±0,10)	4,02 b (±0,03)	3,37 d (±0,02)	1,68 a (±0,22)	90,79 a (±7,27)	0,95 a (±0,03)
E	2,50 ab (±0,10)	3,33 c (±0,15)	4,40 c (±0,10)	2,51 b (±0,05)	2,49 b (±0,13)	111,84 a (±3,82)	0,95 a (±0,07)

A – 100% siodu jęczmiennego w zasypie; B – 30% siodu gryczanego, 70% siodu jęczmiennego; C – 15% siodu gryczanego, 85% siodu jęczmiennego; D – 30% prosa, 70% siodu jęczmiennego; E – 15% prosa, 85% siodu jęczmiennego

A – 100% barley malt in the backfill; B – 30% buckwheat malt, 70% barley malt; C – 15% buckwheat malt, 85% barley malt; D – 30% millet, 70% barley malt; E – 15% millet, 85% barley malt

Wyniki oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ( $p > 0,05$ ).

The results of the same letters don't differ significantly ( $p > 0.05$ ).

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

Wolny azot aminowy (FAN) uwalniany jest podczas zacierania i ma kluczowe znaczenie w utrzymaniu odpowiedniej siły fermentacyjnej komórek drożdży. Warto zaznaczyć, że jakość siodu, a szczególnie jego dobre rozluźnienie podczas siodowania, przyczynia się do wysokiej zawartości FAN w brzezce. Jego niewielka zawartość może skutkować zatrzymaniem fermentacji, co związane jest bezpośrednio z autolizą komórek drożdży. Stężenie FAN uważane jest za wskaźnik predykcyjny dla stanu i żywotności drożdży oraz wydajności fermentacji, co pozwala zachować dobrą jakość i stabilność piwa. Zawartość rozpuszczalnego azotu w brzezcech wyprodukowanych z użyciem siodu gryczanego, jak i w tych z udziałem prosa, jest stosunkowo wysoka – 158 do 165 mg/dm<sup>3</sup> [5, 9, 14]. Przeprowadzone badania wykazały najwyższą zawartość wolnego azotu aminowego w brzezce jęczmiennej (około 180 mg/dm<sup>3</sup>). W pozostałych próbach, FAN występował na podobnym poziomie (143,62 – 154,45 mg/dm<sup>3</sup>), (tab. 2). Warto dodać, że w przypadku zastosowania innych niż jęczmień surowców, tj. kukurydzy, ryżu, niesiodowanej pszenicy lub cukrów rafinowanych, brzezka nie będzie zawierała odpowiedniej ilości substancji odżywczych, niezbędnych do właściwego rozwoju komórek drożdżowych [16]. Na obniżenie zawartości FAN ma także wpływ obciążenie brzezki ładunkiem cieplnym w trakcie gotowania, jak i technika chmielenia [18]. Niska zawartość FAN opóźnia procesy starzenia i jest ważnym wyróżnikiem stabilności piwa [10]. Z kolei zbyt wysoka jego ilość w brzezce może powodować zmianę smaku napoju i niestabilność mikrobiologiczną, spowodowaną rozwojem drobnoustrojów.

Badania prowadzone przez Salomon [19] wykazały, że zawartość cukrów w brzezce jęczmiennej i gryczanej oscylowała na poziomie 6 g/dm<sup>3</sup>. Zawartość cukrów redukujących w próbach wzrasta wraz z dodatkiem prosa i siodu gryczanego do zasypu (tab. 2), co ma pozytywny wpływ na przebieg fermentacji oraz organoleptykę gotowego piwa.

Bardzo ważnym, wskaźnikiem technologicznym jest szybkość procesu fermentacji. Największy ubytek masy prób

występował od 1 do 4 dnia procesu (rys. 1). Podobną zależność zaobserwowali Briggs i in. [5], którzy wykazali, że spadek masy prób występuje do 6 dnia dla piw górnej fermentacji. Minimalna zawartość ekstraktu obserwowana jest po upływie 100 h od zakończenia wzrostu biomasy drożdży [7].

W dalszej części badań przeanalizowano parametry otrzymanych piw.

Piwa o wysokim ekstrakcie charakteryzują się mocno siodowym i pełnym smakiem, natomiast odznaczające się niewielkim ekstraktem są zwykle mocniejsze, ale pozbawione głębi smakowej. Stwierdzono, że próby uzyskane z brzezce z dodatkiem siodu gryczanego wykazują wyższy ekstrakt, niż wyprodukowane z udziałem prosa (tab. 3). Piwo otrzymane ze 100% siodu gryczanego charakteryzuje się podobnym pH, stopniem odfermentowania, zawartością FAN oraz alkoholu, do piwa pozyskanego ze siodu pszenicznego [14].

Piwo uzyskane w wyniku fermentacji brzezki jęczmiennej ma barwę odpowiadającą 3,4 EBC [5], natomiast ze siodu gryczanego (100%), barwa jest znacznie głębsza (10,6 EBC) [14]. Z kolei piwo z dodatkiem prosa osiąga 2,0 EBC [2]. Z naszych badań w skali laboratoryjnej wynika, że dodatek siodu gryczanego w ilości 30% zasypu w znaczny sposób pogłębia barwę napoju, a prosa rozjaśnia (tab. 3).

Czynnikiem, który kształtuje kwaśny odczyn piwa (4,2-4,5) jest głównie kwas węglowy. Wartość pH poniżej 4 postrzegana jest jako wada. Wyjątek stanowią piwa w stylu Sour i Lambik [11]. Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek siodu gryczanego nie wpływa na zmianę pH piwa (tab. 3). Natomiast zbyt duży udział prosa może powodować zakwaszenie napoju, co oddziałuje negatywnie na odczucia organoleptyczne (tab. 3).

Wykazano także, że dodatek prosa, nawet w ilości 30%, nie obniża zawartości etanolu w gotowym piwie. Ilość tego komponentu w pozostałych próbach występowała na podobnym poziomie (tab. 3).

Suma wolnego azotu aminowego w brzeczce jęczmiennej wynosi około 200 mg/dm<sup>3</sup>, w przypadku wykorzystania surowców niesłodowanych blisko 150 mg/dm<sup>3</sup> [22]. Niewielka ilość białek o dużej i średniej masie cząsteczkowej ma niekorzystny wpływ na stabilność piany oraz na głębię smaku piwa [20]. W piwnej pianie kumulowane są związki aromatyczne, które zostają uwalniane w momencie jej opadania [3]. FAN piwa uwarzonego z dodatkiem słoju gryczanego i prosa jest odpowiednio mniejszy w porównaniu z piwem jęczmiennym (tab. 3).

Dane literaturowe wskazują, że suma cukrów w piwie waha się w zakresie od 0,28 do 6,1 %, w przeliczeniu na glukozę [6]. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że dodatek słoju gryczanego zwiększa ilość cukrów redukujących w piwie, natomiast udział prosa obniża tę wartość (tab. 3).

## WNIOSKI

1. Użycie słoju gryczanego i prosa, jako dodatku do słoju jęczmiennego, pogarsza filtrację brzeczki.
2. Wykorzystanie słoju gryczanego i prosa nie wpływa na pH brzeczki i piwa.
3. Zastosowanie słoju gryczanego w produkcji piwa, w przeciwieństwie do prosa, podnosi jego ekstrakt i barwę.

## LITERATURA

- [1] **BACA E. 1999.** „Wpływ składu chemicznego wody na proces produkcji i jakość piwa”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 1: 35–38.
- [2] **BANO I., K. GUPTA, A. SINGH, N.C. SHAHI, K.&V. GANGWAR. 2015.** „Finger millet: A potential source for production of gluten free beer”. *International Journal of Engineering Research and Applications* 5: 74–77.
- [3] **BARANOWSKI K. 2016.** „Piana w piwie – to nie tylko parametr wizualny piwa”! *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 60: 10.
- [4] **BLĄŻEWICZ J. 2006.** „Zastosowanie surowców niesłodowanych w produkcji piwa”. *Materiały XI Szkoły Technologii Fermentacji*. Łódź.
- [5] **BRIGGS D.E., C.A. BOULTON, P.A. BROOKES, R. STEVENS. 2004.** „*Brewing Science and Practice*”. CRC Press.
- [6] **CHARLAMBOUS C., K.J. BRUCKNER. 1977.** „Brewing with triticale and compared with other adjunct combinations”. *European Brewing Convention Proceedings of the 16th Congress, Amsterdam*.
- [7] **COLLIN S., M. MONTESINOS, E. MEERSMAN, W. SWINKELS, J.P. DUFOUR. 1991.** „Yeast dehydrogenase activities in relation to carbonyl compounds removal from wort and beer”. *Proceedings of the 23rd Congress of the European Brewery Convention, Lisbon*.
- [8] **DEŻELAK M., M. ZARNKOW, T. BECKER, J. KOŠIR. 2014.** „Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinn malt with chemical and sensory characterization”. *Journal of the Institute of Brewing* 120: 360–370.
- [9] **ENEJE L.O., S.O. OBIKEKEZIE, C.U. ALOH, R.C. AGU. 2001.** „Effect of milling and mashing procedures on millet (*Pennisetum maiwa*) malt wort properties”. *Process Biochemistry* 36: 723–727.
- [10] **GUIDO L., A. CURTO, P. BOIVIN, N. BENISMAIL, C. GONÇALVES, A. BARROS. 2007.** „Predicting the organoleptic stability of beer from chemical data using multivariate analysis”. *European Food Research and Technology* 226: 57–62.
- [11] **MIELCZAREK M., A. SADOWNIK. 2015.** „Opis cech sensorycznych piwa”. *Polskie Stowarzyszenie Piwowarów Domowych* 1–18.
- [12] **MONTANARI L., S. FLORIDI, O. MARCONI, M. TIRONZELLI, O. FANTOZZI. 2005.** „Effect of mashing procedures on brewing”. *European Food Research and Technology* 221: 175–179.
- [13] **PALMER G.H. 1998.** „Dodatki niesłodowane w piwarstwie i gorzelnictwie”. *Materiały III Szkoły Technologii Fermentacji*. Kraków-Zakopane.
- [14] **PHIARAIS B.P.N., A. MAUCH, B.D. SCHEHL, M. ZARNKOW, M. GASTL, M. HERRMANN, E. ZANNINI, E.K. ARENDT. 2010.** „Processing of a Top Fermented Beer Brewed from 100% Buckwheat Malt with Sensory and Analytical Characterisation”. *Journal of the Institute of Brewing* 116: 265–274.
- [15] **PODESZWA T., J. HARASYM, P. CZERNIECKI, M. KOPACZ. 2016.** „Top and bottom fermentation beer brewed with commercial buckwheat malt”. *Nauki Inżynierskie i Technologie* 3: 90–100.
- [16] **PUGH T.A., J.M. MAURER, A.T. PRINGLE. 1997.** „The impact of wort nitrogen limitation on yeast fermentation performance and diacetyl”. *The Master Brewers Association of the Americas* 3: 185–189.
- [17] **PRZETACZEK-ROŻNOWSKA I., E. BUBIS. 2016.** „Zboża bezglutenowe alternatywą dla osób chorych na celiakię”. *Kosmos* 1: 127–140.
- [18] **ROUCK G., F. OPSTAELE, J. CLIPPELEER, S. POIZ, J. COCK, G. AERTS. 2010.** „Innovations in industrial beer production and yeast FAN assimilation performance”. *Materiały XV Szkoły Technologii Fermentacji*.
- [19] **SALAMON A. 2016.** „Ocena jakości słodowanego ziarna zbóż i pseudozbóż bezglutenowych w porównaniu ze sładem browarnym jęczmiennym”. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 71: 59–71.
- [20] **STEINER E., A. AUER, T. BECKER, M. GASTL. 2011.** „Comparison of beer quality attributes between beers brewed with 100% barley malt and 100% barley raw material”. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 803–813.
- [21] **SZWAJGIER D., Z. TARGOŃSKI. 2005.** „Arabinoksylany ze słoju źródłem naturalnego przeciwutleniającego kwasu ferulowego i błonnika pokarmowego w piwie”. *Żywność*. Nauka. Technologia. Jakość 4:27–41.
- [22] **SZWED Ł., J. BLĄŻEWICZ, A. ZEMBOLD-GUŁA, M. PELAK, A. DAWIDOWICZ. 2009.** „Wpływ frakcjonowania i czasu słodowania ziarna jęczmienia na liczbę Kolbacha słoików oraz zawartość wolnego azotu alfa-aminokwasowego w brzeczce”. *Żywność*. Nauka. Technologia. Jakość 6: 119–128.