

Parametry jakościowe brzezki wytworzonej z soczewicy zielonej uprawianej w różnych lokalizacjach

Quality of wort made from green lentils grown in different locations

mgr inż. Katarzyna Fulara*, **dr hab. inż. Aleksander Poreda**, **prof. UR**

Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

*k.fulara@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: soczewica zielona, słód, brzezka, jakość

Keywords: green lentils, malt, grain, quality

Congress mashing of raw and malted green lentils from various locations (Russia, Turkey, Poland, Canada) was carried out. The aim of the study was to analyze how the location of grain cultivation influences the quality properties of the obtained congress wort. For this purpose, the produced wort was analyzed for the extract concentration, pH, content of free amino nitrogen (FAN) and selected metal ions (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+}). Additionally, the possibilities of using lentil malt to produce a wholesome wort for beer brewing were assessed. On the basis of the obtained results, it was found that the analyzed variants of wort made from malted lentils significantly differed in such parameters as: pH, FAN and the concentration of Zn^{2+} and Mg^{2+} .

W pracy zbadano ziarna surowej i słodowanej soczewicy zielonej pochodzącej z różnych lokalizacji (Rosja, Turcja, Polska, Kanada). Celem doświadczenia było sprawdzenie, czy surowiec pochodzący z odległych od siebie rejonów świata różni się pod względem jakościowym i określenie jak lokalizacja uprawy ziarna wpływa na właściwości brzeczek kongresowych. W tym celu w wytworzonych brzeczkach analizowano: stężenie ekstraktu, pH, zawartość wolnego azotu aminowego (FAN) i wybranych jonów metali (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+}). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że analizowane warianty brzeczek wytworzonych ze słodowanej soczewicy znacząco różniły się pomiędzy sobą takimi parametrami, jak: pH, FAN i stężenie jonów cynku i magnezu.

Wstęp

Od wielu lat rynek piw rzemieślniczych stale się rozwija. Rośnie liczba konsumentów poszukujących nowości na rynku browarniczym, a co za tym idzie, piwowarzy starają się kreować coraz to nowe piwa pod względem stosowanych surowców oraz wrażeń organoleptycznych. Dodatkowo wzrastające ceny surowców browarniczych, pogłębiająca się inflacja ekonomiczna na rynku konsumenckim oraz przejściowe problemy z dostępnością słodu jęczmiennego zmuszają technologów do poszukiwania alternatywy dla tradycyjnych zbóż. Z tego względu coraz częściej do produkcji piwa wykorzystuje się nie tylko tradycyjne stopy jęczmienne, ale także surowce jak owies, ryż czy kukurydzę. Nowym, jak i na razie rzadko spotykanym w browarnictwie surowcem, jest soczewica zielona, która ze względu na brak białek glutenowych w swoim składzie jest interesującym surowcem browarniczym, szczególnie w aspekcie wytwarzania piw bezglutenowych. Dostępność soczewicy w różnych częściach świata jest dodatkowym atutem w czasach, kiedy kładzie się mocny nacisk na wspieranie zrównoważonego rozwoju.

Metoda badawcza i zastosowane materiały

Do badań wykorzystano ziarna zielonej soczewicy, które pozyskano z różnych krajów: Rosja, Turcja, Polska i Kanada. Każdą partię materiału podzielono na dwie części, z których jedną poddano procesowi słodowania, a drugą wykorzystano bezpośrednio do wytwarzania brzezki. Z ziaren surowych oraz słodowanych wytwor-

zono brzezki kongresowe (młynek laboratoryjny, rozdrobnienie surowców skrobiowych na mąkę, aparat zacierny firmy 1-CUBE, metodyka EBC 4.5.1. Po zakończeniu zacierania, zawartość każdego kubka zacierowego schłodzono, uzupełniono wodą destylowaną do masy 450 g i przefiltrowano przez sączek z bibuły. Pierwsze porcje filtratu zwracano. W tak przygotowanych brzeczkach oznaczono stężenie ekstraktu, wartość pH, zawartość wolnego azotu aminowego oraz stężenie jonów metali, takich jak: magnez, wapń i cynk.

Stężenie ekstraktu w brzeczkach oznaczono densymetrem DMA 35 (Anton Paar), wartość pH brzezki pH-metrem CP-411 (Elmetron). Wolny azot aminowy (FAN) mierzono metodą opartą na barwieniu próby ninhydryną z wykorzystaniem pomiaru absorbancji spektrofotometrem (Beckman DU-650 UV-Vis) przy długości fali 570 nm zgodnie z metodyką EBC 8.10 (Analytica EBC, 1998). Stężenia jonów metali oznaczano metodą spektrometrii absorpcji atomowej z atomizacją płomieniową przy użyciu spektrofotometru Varian AA240FS (Varian Inc.). Próbkę brzezki (3 mL) umieszczono w szczelnych naczyniach ciśnieniowych z dodatkiem kwasu azotowego (5 mL, 68%) i poddano mineralizacji na mokro w kuchence mikrofalowej Mars Xpress (1200 W, 170 °C, 15 min). Następnie próbki rozcieńczono wodą dejonizowaną i określono ich absorbancję przy długości fali 202,6 nm dla Mg^{2+} 422,7 nm dla Ca^{2+} i 213,9 nm dla Zn^{2+} .

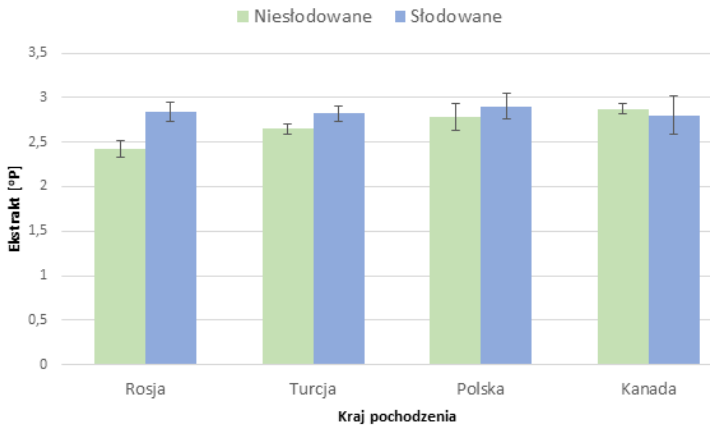
Analiza statystyczna

Przedstawione wyniki to średnia z trzech niezależnych powtórzeń, z odchyleniem standardowym. Wpływ pochodzenia ziarna na jakość wytworzonych brzeczek określono za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi weryfikowano z wykorzystaniem testu post-hoc Tukeya (Statistica 10, StatSoft Polska, Kraków).

Wyniki i dyskusja

Celem doświadczenia przeprowadzonego w skali laboratoryjnej było określenie jak podstawowe parametry jakościowe ziarna soczewicy niesłodowanej i słodowanej zależą od kraju pochodzenia (ekstrakt, pH, FAN, stężenie wybranych jonów metali).

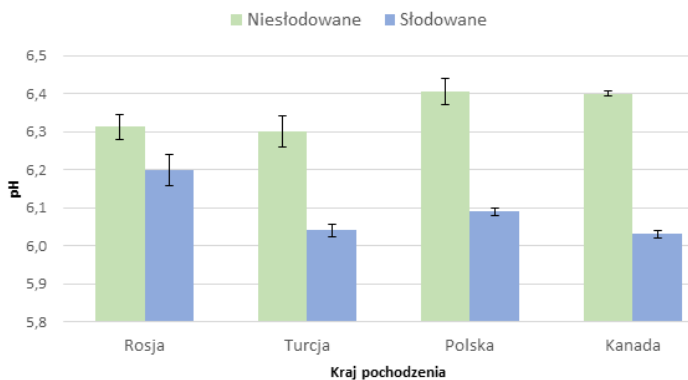
Na rys. 1 przedstawiono stężenie ekstraktu brzeczek wytworzonych zarówno z ziarna surowego, jak i słodowanego soczewicy zielonej pochodzącej z różnych lokalizacji. Jeśli chodzi o soczewicę słodowaną nie odnotowano istotnych różnic pomiędzy próbkami pochodzącymi z różnych lokalizacji - wszystkie mieściły się w przedziale 2,8–2,9°Plato. Brzezki wytworzone z soczewicy niesłodowanej charakteryzowały się mniejszym stężeniem ekstraktu (2,4–2,8°Plato). W przypadku słodu jęczmiennego proces słodowania ziarna wpływa znacząco na zwiększenie stężenia ekstraktu w wytworzonej brzezce [1, 2] (zazwyczaj stężenie ekstraktu brzezki kongresowej



Rys. 1. Stężenie ekstraktu brzezki wytworzonej z surowego ziarna zielonej soczewicy i ziarna słodowanego w zależności od miejsca pochodzenia surowca

mieści się w zakresie 8–8,5 °Plato), natomiast wartości uzyskane przy zastosowaniu soczewicy zielonej są na poziomie znacznie niższym. Słód z soczewicy nie może być więc uznany za odpowiedni do wytworzenia pełnowartościowego medium fermentacyjnego; w celu uzyskania brzezki o ekstrakcie powyżej 10 °Plato należałoby sporządzić bardzo gęsty zacier, trudny do przetwarzania w standardowej warzelni.

Na podstawie powyższych wyników można stwierdzić, że istnieje potrzeba zastosowania enzymów egzogennych o właściwościach amylolitycznych, które rozłożą zawarte w soczewicy węglowodany na cukry dostępne dla drożdży podczas fermentacji oraz dekstryny. Innym rozwiązaniem jest zastosowanie słodu z soczewicy zielonej jako częściowego zamiennika do zasypu jęczmiennego. Warto wspomnieć o odczuwalnym aromacie słodu soczewicowego w brzezczkach wytworzonych z tego surowca, co tym bardziej sugeruje używanie soczewicy jako częściowego substytutu słodu.

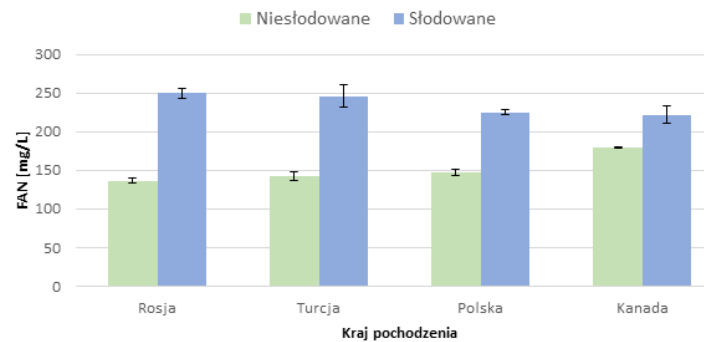


Rys. 2. Wartości pH brzezki wytworzonej z surowego ziarna zielonej soczewicy i ziarna słodowanego w zależności od miejsca pochodzenia surowca

Wartości pH dla wszystkich próbek brzezki kongresowej wytworzonej ze słodowanej zielonej soczewicy mieściły się w przedziale 6,0–6,2 (rys. 2). Najwyższą wartość oznaczono w próbce brzezki z soczewicy pochodzącej z Rosji, a najniższą z Turcji i Kanady. Brzezka wytworzona z niesłodowanych ziaren soczewicy charakteryzowała się w każdym analizowanym przypadku wyższą wartością (pH 6,3–6,4) niż z ziaren słodowanych.

Wartość pH powyżej 5,6 wpływa na zahamowanie aktywności enzymów proteolitycznych, co wiąże się z obniżeniem intensywności rozkładu hydrolitycznego białek [3]. Według Kunze standardowa

wartość pH dla brzezki kongresowej powinna mieścić się w przedziale 5,6–5,9 [4]. Dane literaturowe wskazują, że brzezka piwna wytworzona ze słodu jęczmiennego charakteryzuje się pH około 5,4–5,6 [1, 5]. Na podstawie wyników dostępnych w literaturze spodziewano się, że brzezki wytworzone ze słodowanej soczewicy będą charakteryzowały się wyższym pH w porównaniu z brzezka kongresową wytworzoną ze słodu jęczmiennego. Istnieją już doniesienia o wartościach pH bliskich 6,0 [6]. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki potwierdzają, że wysokie pH jest cechą charakterystyczną dla badanego surowca, niezależnie od miejsca pochodzenia. Warto pamiętać, że pH zaciera można stosunkowo łatwo skorygować poprzez dodatek kwasu lub słodu kwaszącego. Ważne, aby kontrolować ten parametr, ponieważ zapewnienie odpowiednio niskiego pH (pH 5,5–5,6) podczas zacierania może przyczynić się do podniesienia stężenia ekstraktu.



Rys. 3. Stężenie wolnego azotu aminowego (FAN) w brzezce kongresowej wytworzonej z surowego ziarna zielonej soczewicy i ziarna słodowanego w zależności od miejsca pochodzenia surowca

Zawartość wolnego azotu aminowego (FAN) obejmuje związki azotowe o niskiej masie cząsteczkowej obecne w brzezce, które są niezbędne do wzrostu i rozwoju drożdży. Im lepiej zmodyfikowany słód (przez co rozumiemy głębszą degradację proteolityczną wewnątrz ziarna) tym wyższy poziom FAN [3]. Rys. 3 przedstawia stężenie FAN w analizowanych próbkach brzezki.

Największą zawartość FAN oznaczono w próbce brzezki wytworzonej ze słodu z soczewicy zielonej pochodzącej z Rosji i Turcji (ok. 250 mg/L). Najmniejszą ilość wolnego azotu aminowego oznaczono w próbkach brzezki wytworzonych z soczewicy pochodzącej z Polski i Kanady (odpowiednio 225 i 222 mg/L). Niezależnie od kraju pochodzenia stwierdzone wartości są zdecydowanie wyższe w porównaniu z brzezka wytworzoną ze słodu jęczmiennego (zazwyczaj poniżej 200 mg/L). Szczególnie interesujące są wyniki FAN, gdy się bierze pod uwagę fakt, że ekstrakt uzyskanych brzezki był o wiele niższy niż w brzezczkach ze słodu jęczmiennego. Świadczy to o znacznie większej dostępności produktów rozkładu białek soczewicy niż materiałów węglowodanowych. W brzezce wytworzonej z surowego ziarna soczewicy oznaczono mniejszą zawartość wolnego azotu aminowego w porównaniu z próbkami słodowanymi. W tym przypadku soczewica z Kanady charakteryzowała się największym wynikiem FAN (179 mg/L), a najmniejszym soczewica z Rosji (136 mg/L).

Jeśli chodzi o minimalną zawartość FAN w brzezce wymaganą do osiągnięcia wzrostu drożdży i prawidłowego przebiegu fermentacji, przyjmuje się, że wynosi ona około 130 mg FAN/L dla brzezki

Tabela. Stężenia jonów metali w próbkach brzeczki kongresowej wytworzonej z surowego i słodowanego ziarna soczewicy zielonej uprawianej w różnych lokalizacjach [mg/L]

	Niesłodowana				Słodowana			
	Rosja	Turcja	Polska	Kanada	Rosja	Turcja	Polska	Kanada
Ca ²⁺	18,0±0,54	20,9±0,22	23,8±0,63	21±0,01	21,2±0,59	23,5±1,5	22,8±0,54	22,8±1,13
Zn ²⁺	2,7±0,02	2,2±0,16	2,2±0,03	2,9±0,10	2,9±0,20	3,4±0,14	2,2±0,56	2,7±0,52
Mg ²⁺	111,2±0,26	91,4±6,96	107,7±1,99	108,3±1,62	104,1±5,56	101,2±2,16	120,9±4,86	107,8±2,78

o stężeniu ekstraktu 10–12% wag [7, 8]. Użycie sło-
du z zielonej soczewicy zapewnia wyższy poziom białka ogółem w brzeczce w porównaniu ze sładem jęczmiennym, co w konsekwencji wiąże się z większą zawartością wolnego azotu aminowego. Brzeczka ze sło-
du jęczmiennego zwykle dostarcza odpowiednie ilości wolnego azotu, tj. 120–160 mg/L. Jeśli natomiast w zasypie znajduje się do-
datek sładów ciemnych, skutkuje to zmniejszeniem ilości wolnego azotu w brzeczce, ponieważ im ciemniejsza barwa dodanego sło-
du, tym mniejsza zawartość FAN-u występuje w brzeczce [2]. Stąd, w przypadku produkcji piw ciemnych nawet niewielki dodatek sło-
du z soczewicy w zasypie może podnieść wartość tego parametru w brzeczce.

Obecność niektórych jonów metali jest kluczowa, szczególnie podczas procesu fermentacji: jony magnezu i cynku odgrywają zasadniczą rolę w metabolizmie drożdży. Cynk jest kofaktorem wielu enzymów drożdżowych, takich jak dehydrogenaza alkoholowa, magnez jest bezpośrednio związany z syntezą ATP, która jest głównym motorem napędowym wzrostu drożdży, natomiast wapń jest niezbędny w procesie flokulacji komórek drożdży [9, 10, 11].

W tabeli przedstawiono stężenia jonów metali w próbkach brzeczki kongresowej wytworzonej z surowego i słodowanego ziarna soczewicy zielonej uprawianej w różnych lokalizacjach. Największą zawartość jonów wapnia oznaczono w próbce brzeczki wytworzonej ze słodowanej soczewicy pochodzącej z Turcji (23,5 mg/L), a znacznie mniej w próbce brzeczki wytworzonej ze sładów z Polski i Kanady. Poziom wapnia poniżej 20 mg/L wystąpił wyłącznie w brzeczce wytworzonej z surowego ziarna pochodzącego z Rosji (18,0 mg/L).

Jeśli chodzi o jony cynku stwierdzono, że w ziarnie surowym uprawianym w Kanadzie oraz Rosji tych jonów jest więcej, w porównaniu z ziarnami innego pochodzenia. Brzeczka wytworzona ze sło-
du z soczewicy zawiera od 2,2 do 3,4 mg/L. Pożądane poziomy cynku dla prawidłowej fermentacji wynoszą od 0,05 do 0,25 mg/L [3, 12]. Deficyt cynku (mniej niż 0,1 mg/L) może prowadzić do słabego namnażania się komórek drożdży, powolnej fermentacji i niecałkowitej redukcji diacetylu. Należy jednak wspomnieć, że dane wartości umieszczone w tabeli powyżej odnoszą się do brzeczki przedniej, a podczas dalszych etapów produkcji brzeczki nastawnej, m.in. gotowania, ilość ta się zmniejsza poprzez wytrącenie z osadami gorącymi. Tym bardziej wskazane jest, aby w brzeczce przed gotowaniem poziom tych jonów był odpowiednio wysoki.

Analizując wyniki zawartości jonów magnezu, można stwierdzić, że próbka, w której oznaczono najmniej jonów cynku (soczewica pochodzenia polskiego) posiadała największą zawartość jonów magnezu (120,9 mg/L). Jest to aż o 20% więcej w porównaniu z brzecz-
ką ze sło-
du pochodzącego z Turcji. W literaturze opisywano zawar-
tość jonów magnezu w brzeczce jęczmiennej na poziomie

40–100 mg/L [3]. Brzeczka wytworzona ze sładów z zielonej soczewicy zawiera zatem więcej Mg²⁺ w porównaniu z brzecz-
ką klasyczną, co jest informacją pozytywną i istotną dla piwowara.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że z uwagi na stosunkowo niską ekstraktywność sło-
du z soczewicy (w porównaniu ze sładem jęczmiennym) surowiec ten nie nadaje się do wytwarzania brzeczki piwnej przy 100% udziale w zasypie. Parametr ten jest kluczowy z punktu widzenia piwowara, stąd zaleca się korzystanie z soczewicy przy zastosowaniu preparatów enzymatycznych i/lub jako częściowego zamiennika sło-
du. Kolejnym parametrem procesowym podczas produkcji brzeczki, który wymaga szczególnej uwagi, jest pH zaciera – niezależnie od kraju pochodzenia sło-
du z soczewicy wykazywał podwyższone wartości pH w odniesieniu do sło-
du jęczmiennego. Z drugiej strony ziarno słodowanej soczewicy może być traktowane jako surowiec zapewniający wolny azot aminowy – niezależnie od kraju pochodzenia ziarna ze słodowanej soczewicy zielonej mogą być stosowane jako suplement dostępnych aminokwasów. Zawartość kluczowych jonów metali nie odbiega znacząco od wartości charakterystycznych dla sło-
du jęczmiennego, stąd stosowanie słodowanej soczewicy zielonej jako częściowy zamiennik sło-
du jęczmiennego nie powinno stanowić problemu.

Literatura

- [1] Trummer J., H. Watson, J. De Clippeler, A. Poreda A. 2022. "Brewing with 10% and 20% Malted Lentils—Trials on Laboratory and Pilot Scales". *Appl. Sci.* 2021, 11, 9817. <https://doi.org/10.3390/app11219817>.
- [2] Ciosek A., A. Pliś. 2022. „Wpływ wykorzystania sładów specjalnych na przebieg zaciera i parametry jakościowe brzeczki”. *Przem. Ferment. i Owocowo-Warzywny*. DOI:10.15199/64.2022.1.1
- [3] Esslinger H.M. 2009. *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*, 1st ed.; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2009; p. 222, pp. 129–130, 209–213, 244–245, ISBN 978-3-527-31674-8.
- [4] Kunze W. 2004. *Technology Brewing and Malting*, 3rd ed.; VLB Berlin Int Edition: Berlin, Germany, pp. 161, 486, 583, 239–243, ISBN 3-921690-49-8.
- [5] Gasiński A., J. Błażewicz, J. Kawa-Rygielska, J. Śniegowska, M. Zarzecki. 2021. „Analysis of physicochemical parameters of Congress worts prepared from special legume seed malts, acquired with and without use of enzyme preparations”. *Foods*, DOI:10.3390/foods10020304.
- [6] Trummer J., A. Poreda, W. Berski. 2019. "Effect of malting on commercial green lentils and their suitability for wort production". *Przem. Ferment. i Owocowo-Warzywny*, 10, 14–18, DOI:10.15199/64.2019.10.1.
- [7] Stewart G.G., I. Russell, A. Anstruther. 2017. *Handbook of Brewing*, 3rd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp. 591–602.
- [8] Butzke C.E. 1998. Survey of yeast assimilable nitrogen status in musts from California, Oregon, and Washington. *Am. J. Enol. Vitic.* 49, 220–224.
- [9] Stratford M. 1989. "Yeast flocculation: Calcium specificity". *Yeast* 1989, 5, 487–496, DOI: 10.1002/yea.320050608.
- [10] Walker G.M. 2004. "Metals in yeast fermentation processes". *Adv. Appl. Microbiol.* 54, 197–229, DOI:10.1016/S0065-2164(04)54008-X.
- [11] Walker G.M., R. Nicola, S. De Anthony, R. Learmonth. 2006. Yeast-metal interactions: Impact on brewing and distilling fermentations. In *Proceedings of the Institute of Brewing & Distilling Asia Pacific Section Convention*, Hobart, Australia, 19–24 March 2006.
- [12] Narziss L. *Abriss der Bierbrauerei*, 2005. 7th ed.; Wiley-VCH: Freising-Weihenstephan, Germany, pp. 415, 204–205, 306–308, ISBN 0897910214.