

PAULINA BOGDAN, EDYTA KORDIALIK-BOGACKA

AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA PIW PRODUKOWANYCH Z DODATKIEM NIESŁODOWANEJ KOMOSY I AMARANTUSA

Streszczenie

Celem badań była ocena aktywności przeciwutleniającej piw produkowanych z dodatkiem niesłodowanej komosy ryżowej (nasion lub płatków) lub amarantusa (nasion, płatków lub poppingu), jako zamienników 10 i 30 % słodu jęczmiennego. Aktywność przeciwutleniającą badanych piw określono na podstawie efektywności wygaszania syntetycznego rodnika DPPH oraz zdolności do redukcji jonu żelaza(III) metodą FRAP. W badaniach oznaczono również zawartość związków polifenolowych metodą spektrofotometryczną. Zdolność redukująca piw wyprodukowanych z 10-procentowym dodatkiem niesłodowanych nasion lub płatków z amarantusa była wyższa niż piw otrzymanych wyłącznie ze słodu jęczmiennego. Zastąpienie 10 % słodu amarantusem lub komosą ryżową, w każdej zastosowanej formie, nie spowodowało zmniejszenia aktywności przeciwrodnikowej piw w porównaniu z piwami uzyskanymi w całości ze słodu. Wykorzystanie niesłodowanych pseudozboż, bogatych w polifenole, jako zamiennika części słodu nie wpłynęło na zwiększenie zawartości tych związków w gotowym piwie. W przypadku zastąpienia 30 % słodu nasionami z amarantusa lub komosy stwierdzono znaczne obniżenie zdolności redukującej uzyskanych piw względem piw wyprodukowanych z 10-procentowym udziałem pseudozboż oraz piw otrzymanych wyłącznie ze słodu. Po przeprowadzeniu badań nie uzyskano jednoznacznej odpowiedzi, czy komosa ryżowa lub amarantus wpływają na zwiększenie aktywności przeciwutleniającej piw produkowanych z ich dodatkiem, a w konsekwencji na dłuższą trwałość piw. Niezbędne są dalsze badania w tym zakresie, uwzględniające m.in. zawartość kwasów tłuszczowych wprowadzanych do piwa wraz z pseudozbożami.

Słowa kluczowe: słód jęczmienny, pseudozboża, piwo, aktywność przeciwutleniająca, polifenole

Wprowadzenie

Wolne rodniki to atomy, cząsteczki lub jony, które charakteryzują się występowaniem na zewnętrznej orbicie niesparowanego elektronu. Dążąc do przyłączenia lub oddania elektronu, wykazują dużą aktywność chemiczną – utleniają każdy związek,

Mgr inż. P. Bogdan, dr inż. E. Kordialik-Bogacka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź. Kontakt: paulina.bogdan@dokt.p.lodz.pl

z którym mają kontakt [1]. Konsekwencją wysokiej reaktywności chemicznej wolnych rodników jest ich szkodliwe działanie na żywe organizmy [9]. Reakcje o charakterze oksydacyjnym zachodzące w produktach spożywczych przyczyniają się także do obniżania ich jakości [9]. W produktach tych, w tym w napojach alkoholowych, takich jak piwo, występują naturalne przeciwutleniacze o aktywności przeciwrodnikowej [12]. W piwie największe znaczenie mają: tworzony przez drożdże podczas fermentacji SO_2 , pochodzące z chmielu kwasy goryczkowe oraz reduktyny, melanoidy, witaminy, ale przede wszystkim polifenole, których głównym źródłem jest słód [12, 18]. Zastąpienie części słodu niesłodowanym dodatkiem prowadzi do zmian zawartości poszczególnych przeciwutleniaczy, ale również ilości wolnych rodników. Wpływa to na aktywność przeciwutleniającą gotowego produktu i jego stabilność oksydacyjną [7, 10, 13, 20]. Obecnie, ze względu na wysycenie rynku piwami typu lager, poszukuje się wciąż nowych surowców, głównie niesłodowanych, które mogą zaciekać konsumenta oraz wpłynąć pozytywnie na zmianę cech sensorycznych piwa i jego stabilność [5].

Pseudozboża, do których zalicza się komosę ryżową i amarantus, to rośliny wytwarzające nasiona bogate w skrobię, o dużej zawartości związków biologicznie czynnych [18]. W porównaniu z tradycyjnymi zbożami charakteryzują się one m.in. dużą zawartością polifenoli, które powszechnie uznawane są za związki przeciwutleniające [1, 18]. W nasionach komosy ryżowej przeciwutleniacze o największym znaczeniu to: kemferol, kwas ferulowy oraz kwercetyna, natomiast w amarantusie – kwasy: kawowy, ferulowy oraz 4-hydroksybezoesowy. Według danych literaturowych komosa ryżowa charakteryzuje się większą zawartością polifenoli i wyższą aktywnością przeciwutleniającą niż amarantus [11].

Celem badań była ocena wpływu zamiany części słodu niesłodowanymi pseudozbożami, tj. komosą ryżową lub amarantusem (w różnych formach) na właściwości przeciwutleniające otrzymanych piw.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym były piwa wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych ze słodu jęczmiennego (Browary Łódzkie) z 10- i 30-procentowym udziałem niesłodowanej, obłuszczonej komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa*) (Bio Planet, Polska) lub obłuszczonego amarantusa (*Amaranthus cruentus L.*) (Bio Planet, Polska) w postaci nasion, płatków lub poppingu (nasion ekspandowanych). Użyta w badaniach komosa ryżowa, jak i amarantus, charakteryzowały się większą zawartością białka (średnio 15,8 % s.m.) i tłuszczu (średnio 4,54 % s.m.) oraz mniejszą zawartością β -glukanu (za wyjątkiem nasion z amarantusa) i skrobi niż słód jęczmienny [4]. Zarówno słód, jak i pseudozboża stosowane do produkcji brzeczek, rozdrabniano w młynku DFLU-230/50 (Buhler Universal, Niemcy). Szerokość szczeliny między tarczami w przypadku słodu wynosiła 0,2 mm, a pseudozboż – 0,1 mm. Brzeczeki pro-

dukowano metodą zacierania infuzyjnego (30 min w temp. 45 °C, 60 min w 62 °C, 30 min w 72 °C, 10 min w 78 °C) w zaciernicy laboratoryjnej LZ-0000 (Niemcy) sterowanej automatycznie. Przy ustalaniu składu surowcowego uwzględniano wilgotność słodu oraz surowców niesłodowanych. Stosunek śruty do wody wynosił 1 : 4. Po procesie filtracji gotowano brzeczke z granulatem chmielu 'Marynka T-45' (Powiśle Sp.j., Kępa Chotecka, Polska) w ilości 1,5 g na 1 dm³ brzeczki. Zawartość ekstraktu we wszystkich brzeczcech nastawnych standaryzowano do 12 °Blg. Proces fermentacji prowadzono z udziałem drożdży *Saccharomyces pastorianus* przez 14 dni w temp. 11 °C. Młode piwo poddawano dojrzewaniu przez kolejne 14 dni w temp. 1 °C. Piwo wraz z ziemią okrzemkową (10 g/dm³) filtrowano przez filtry papierowe i poddawano analizie. Próbą odniesienia były piwa uzyskane wyłącznie ze słodu jęczmiennego. Wszystkie piwa otrzymano w 3 niezależnych powtórzeniach.

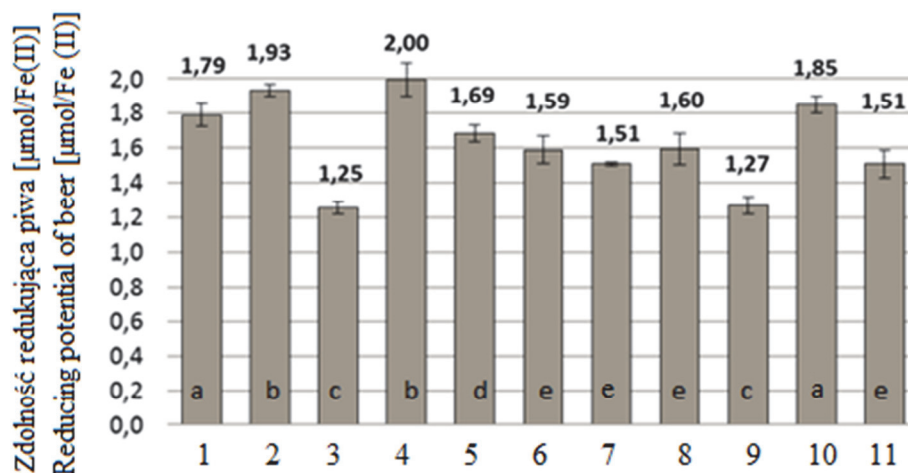
Do oznaczenia aktywności przeciwutleniającej stosowano dwie metody: FRAP [3] i DPPH [8]. Zawartość polifenoli w piwie oznaczano metodą spektrofotometryczną według Analytica EBC (9.11) [2], przy długości fali $\lambda = 600$ nm, z użyciem spektrofotometru Cecil 2041 (Cecil Instruments Ltd., Wielka Brytania).

Wyniki badań opracowano statystycznie. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem t-Studenta (Excel) na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Piwo wykazuje endogenną aktywność przeciwutleniającą wynikającą z obecności związków o silnym działaniu przeciwutleniającym oraz przeciwrodnikowym [16]. Wyższa aktywność przeciwutleniająca piw może pozytywnie wpłynąć na stabilność sensoryczną gotowego produktu podczas przechowywania [21]. Piwa, przy których produkcji 10 % słodu zastąpiono nasionami lub płatkami amarantusa, wykazywały istotnie ($p < 0,05$) wyższą zdolność redukującą (rys. 1) niż piwa wyprodukowane wyłącznie ze słodu jęczmiennego.

Z kolei 10-procentowy dodatek poppingu z amarantusa bądź nasion lub płatków z komosy ryżowej nie wpłynął istotnie ($p > 0,05$) na zwiększenie zdolności redukującej. Zastąpienie 30 % słodu pseudozbożami spowodowało obniżenie zdolności redukującej piw ($p < 0,05$). Najniższą zdolność redukującą oznaczono w piwach, do produkcji których użyto nasion amarantusa lub nasion komosy ryżowej w ilości 30 %. Zastąpienie 10 % słodu niesłodowanymi nasionami z amarantusa nie spowodowało istotnego ($p > 0,05$) obniżenia aktywności przeciwrodnikowej piw oznaczonej metodą DPPH (rys. 2). W piwach, do produkcji których użyto płatków z amarantusa lub z komosy, względnie poppingu z amarantusa lub nasion komosy ryżowej w ilości 10 %, wykazano istotnie ($p < 0,05$) wyższą aktywność przeciwrodnikową niż w piwie ze słodu jęczmiennego (rys. 2). Zastąpienie 30 % słodu pseudozbożami spowodowało istotne ($p < 0,05$) obniżenie zdolności redukujących piw.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Udział surowców niesłodowanych w brzeczkiach do produkcji piw: / Content of unmalting raw substances in worts used to produce beers; **1** – 100 % słoju jęczmiennego (próbka kontrolna) / 100 % of barley malt (control sample); **2** – 10 % nasion amarantusa / 10 % of amaranth seeds; **3** – 30 % nasion amarantusa / 30 % of amaranth seeds; **4** – 10 % płatków z amarantusa / 10 % of amaranth flakes; **5** – 30 % płatków z amarantusa / 30 % of amaranth flakes; **6** – 10 % ekspandowanych nasion amarantusa / 10 % popped amaranth; **7** – 30 % poppingu z amarantusa / 30 % popped amaranth; **8** – 10 % nasion komosy / 10 % of quinoa seeds; **9** – 30 % nasion komosy / 30 % of quinoa seeds; **10** – 10 % płatków z komosy / 10 % of quinoa flakes; **11** – 30 % płatków z komosy / 30 % of quinoa flakes.

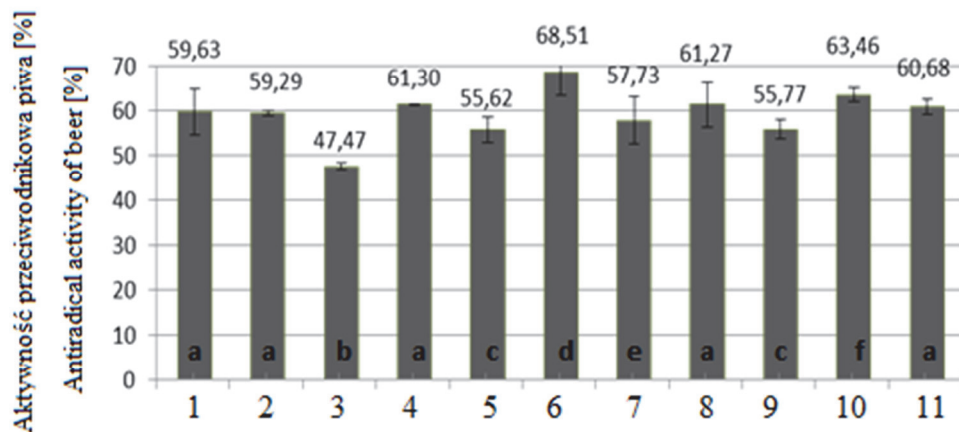
Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows means (in the form of bars) and standard deviations (in the form of sections); n = 3; a - e – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Rys. 1. Zdolność redukująca piw wyprodukowanych z dodatkiem niesłodowanych pseudozboż

Fig. 1. Reducing potential of beers produced with unmalting pseudocereals added

Piwa wyprodukowane z 30-procentowym udziałem komosy lub amarantusa charakteryzowały się aktywnością przeciwrodnikową niższą średnio o 5 ÷ 20 % niż piwa uzyskane z ich 10-procentowym dodatkiem. Można zatem przypuszczać, że cechy sensoryczne tych produktów szybciej będą ulegać niekorzystnym zmianom.

Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze zabezpieczają żywność przed niekorzystnymi procesami utleniania, zapewniając dłuższą stabilność smakowo-zapachową [9]. Właściwości przeciwutleniające wykazują jednak jedynie krótkołańcuchowe polifenole. Polifenole o dłuższych łańcuchach tracą aktywność przeciwutleniającą, zwiększając natomiast prawdopodobieństwo występowania zmętnień w gotowym piwie. Nasiona amarantusa i komosy są bogate w polifenole [11, 15]. Przypuszczano więc, że wykorzystanie tych surowców niesłodowanych do produkcji piwa może przyczynić się



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1;

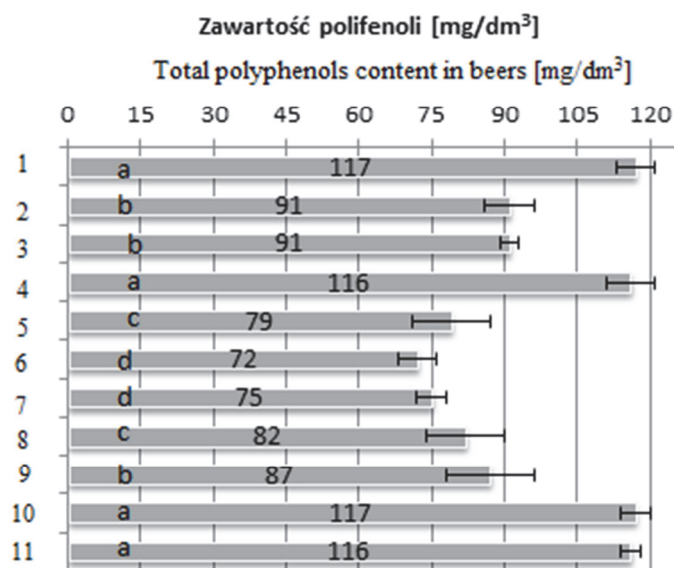
a - f – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Rys. 2. Zdolność piw produkowanych z udziałem niesłodowanych pseudozboż do redukcji wolnego rodnika DPPH'

Fig. 2. Ability of beers produced with unmalted pseudocereals to reduce free DPPH' radical

do zwiększenia zawartości polifenoli w gotowym produkcie. Wstępna hipoteza nie została jednak potwierdzona. Zastosowanie niesłodowanych pseudozboż jako częściowego zamiennika słodu jęczmiennego nie spowodowało zwiększenia zawartości polifenoli. W większości produktów stwierdzono mniejszą zawartość polifenoli niż w piwie otrzymanym wyłącznie ze słodu (rys. 3). Największe zmniejszenie zawartości tych związków wystąpiło w piwach otrzymanych z udziałem 10 i 30 % nasion amarantusa ekspandowanego (72 i 75 mg/dm^3). Według źródeł literaturowych zawartość polifenoli w piwach typu lager powinna mieścić się w zakresie $50 \div 150$ mg/dm^3 [1]. Wszystkie piwa otrzymane w badaniach własnych charakteryzowały się więc prawidłową zawartością polifenoli. Tendencję do zmniejszania zawartości polifenoli w piwach otrzymywanych z udziałem niesłodowanych surowców wykazali Depaetere i wsp. [7], Fumi i wsp. [10], Kunze i wsp. [13] oraz Yano i wsp. [20] – w badaniach tych słód zastępowano odpowiednio: ziarnem niesłodowanej pszenicy, kukurydzy, jęczmienia lub syropem glukozowym. W cytowanych pracach mniejsza zawartość polifenoli w piwach otrzymanych z dodatkiem niesłodowanych surowców była prawdopodobnie wynikiem mniejszej zawartości polifenoli w tych surowcach niż w słodzie jęczmiennym. W badaniach własnych wykorzystano jednak surowce bogate w polifenole. Związki fenolowe, jak i inne związki o charakterze przeciwutleniającym, nie są jednak równomiernie

rozmieszczone we wszystkich częściach ziaren lub nasion. Największa ich zawartość występuje zwykle w zewnętrznych warstwach ziaren i nasion [17]. W niniejszych badaniach zastosowano natomiast obłuszczone nasiona komosy i amarantusa. Pozostałe formy surowca niesłodowanego otrzymano także po usunięciu zewnętrznych warstw nasion. W takim surowcu zawartość związków fenolowych oraz innych związków przeciwutleniających, takich jak witamina E, jest prawdopodobnie mniejsza niż podawane w źródłach literaturowych stężenia, które dotyczą całych nasion pseudozbóż. Spostrzeżenie to potwierdza wyniki badań Dabiny-Blickiej i wsp. dotyczących obłuszczonego i nieobłuszczonego jęczmienia [6].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1;

a - d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Rys. 3. Zawartość polifenoli w piwach wyprodukowanych z dodatkiem niesłodowanych pseudozbóż

Fig. 3. Content of polyphenols in beers produced with unmalted pseudocereals added

Mniejsza zawartość polifenoli w piwach otrzymanych z dodatkiem pseudozbóż może także świadczyć o mniej efektywnej ekstrakcji związków fenolowych z pseudozbóż do zacieru, czego przyczyną może być ich nierozluźniona struktura. Mniejsza zawartość polifenoli w piwach produkowanych z dodatkiem niesłodowanych pseudozbóż może być także konsekwencją wysokiej reaktywności fenolowych związków pochodzących z pseudozbóż, które tworzą kompleksy z białkami, usuwane z brzezki

po procesie jej gotowania z chmielem. To stwierdzenie wydaje się bardziej prawdopodobne, biorąc pod uwagę większą zawartość białka w komosie ryżowej i amarantusie, w porównaniu ze słodem jęczmiennym. Zastąpienie słodu jęczmiennego w 10 % płatkami z amarantusa lub w 10 i 30 % płatkami z komosy ryżowej nie spowodowało zmniejszenia zawartości polifenoli w piwach w porównaniu z piwem wyprodukowanym wyłącznie ze słodu jęczmiennego ($p < 0,05$). Zawartość polifenoli w pozostałych piwach otrzymanych z dodatkiem komosy ryżowej i amarantusa oscylowała w granicach $82 \div 91 \text{ mg/dm}^3$. W przypadku zastąpienia 10 % słodu nasionami z komosy ryżowej lub nasionami ekspandowanego amarantusa stwierdzono, że mimo mniejszej zawartości polifenoli w piwach tych wariantów, ich aktywność przeciwrodnikowa była wyższa niż w piwach produkowanych wyłącznie ze słodu ($p < 0,05$). Prawdopodobnie inne związki niż polifenole obecne w komosie ryżowej lub amarantusie mogą mieć wpływ na zwiększanie stabilności przeciwutleniającej piw produkowanych z udziałem pseudozbóż. Jednym z takich związków występujących w wysokich stężeniach w nasionach komosy ryżowej i amarantusa (w porównaniu z tradycyjnymi zbożami) może być witamina E (tokoferol), która wykazuje silne działanie przeciwutleniające, zwłaszcza wobec kwasów tłuszczowych [19]. Wskazuje to również na fakt, że przy niewielkim udziale surowców niesłodowanych większa zawartość tłuszczu występująca w pseudozbożach prawdopodobnie nie ma wpływu na stabilność smakową. Z kolei obniżenie aktywności przeciwutleniającej piw produkowanych z 30-procentowym udziałem pseudozbóż może być wynikiem zwiększenia w piwie zawartości tłuszczów pochodzących z tych surowców. Zwiększona zawartość tłuszczu w piwie może przyspieszyć proces jego starzenia się. Utlenianie kwasów tłuszczowych przez lipooksygenazy prowadzi do powstawania wodoronadtlenków, z których następnie tworzone są związki karbonylowe (heksanal, nonenal czy nonedienal), pogarszające smak i zapach piwa [14].

Wnioski

1. Aktywność przeciwrodnikowa piw wyprodukowanych z 10-procentowym dodatkiem nasion lub płatków z komosy ryżowej czy też amarantusa w postaci płatków oraz poppingu była wyższa niż piw produkowanych wyłącznie ze słodu jęczmiennego.
2. W piwach, przy produkcji których 10 % słodu w brzezkach zastąpiono nasionami amarantusa, względnie płatkami z komosy ryżowej lub amarantusa, wykazano wzrost zdolności redukującej względem piw otrzymanych wyłącznie ze słodu jęczmiennego ($p < 0,05$).
3. Zastąpienie 30 % słodu niesłodowaną komosą lub amarantusem wpłynęło na obniżenie zdolności redukującej piw produkowanych z ich udziałem.

4. Dodatek niesłodowanych pseudozbóż nie powodował zwiększenia zawartości polifenoli w piwach.
5. Nie uzyskano jednoznacznej odpowiedzi, czy nasiona komosy ryżowej lub amarantusa, jako częściowe zamienniki słoju jęczmiennego, wpływają na zwiększenie aktywności przeciwutleniającej piw produkowanych z ich dodatkiem, a w konsekwencji na stabilność oksydacyjną piw.

Literatura

- [1] Aaron P.M., Shelhammer T.H.: A discussion of polyphenols in physical and flavor stability. J. Inst. Brew., 2010, **4**, 369-380.
- [2] Analytica-EBC: Method 9.11. Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, Nuernberg 2013.
- [3] Benzie I.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Anal. Biochem., 1996, **239**, 70-76.
- [4] Bogdan P., Kordialik-Bogacka E.: Amarantus i komosa ryżowa jako niesłodowane dodatki w produkcji piwa. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2015, **7-8**, 14-16.
- [5] Bogdan P., Kordialik-Bogacka E.: Alternatywne surowce wykorzystywane w browarnictwie. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2014, **9**, 8-10.
- [6] Dabina-Blicka I., Karklina D., Kruma Z.: Polyphenols and vitamin E as potential antioxidants in barley and malt. In: Innovations for Food Science and Production. Faculty of Food Technology, Jęlgawa 2011, pp.121-126.
- [7] Depraetere S., Delavaux F., Coghe S., Delvaux F.: Wheat variety and barley malt properties: Influence on haze intensity and foam stability of wheat beer. J. Inst. Brew., 2004, **110**, 200-206.
- [8] Ditrych M., Kordialik-Bogacka E., Czyżowska A.: Antiradical and reducing potential of commercial beers. Czech J. Food Sci., 2015, **33**, 261-266.
- [9] Drużyńska B., Klepacka M.: Właściwości przeciwutleniające preparatów polifenoli otrzymanych z odkrywy nasiennej fasoli czarnej, różowej i białej (*Phaseolus*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **4 (41)**, 69-78.
- [10] Fumi M.D., Gali R., Lambri M., Donadini G.: Effect of full-scale brewing process on polyphenols in Italian all-malt and maize adjunct lager beers. J. Food Comp. Anal., 2011, **24**, 568-573.
- [11] Gorinstein S., Lojek A., Ciz M., Pawelzik E., Delgado-Licon E., Medina O., Moreno M., Salas I.M., Goshev I.: Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. J. Food Sci. Technol. 2008, **43**, 629-637.
- [12] Kordialik-Bogacka E.: Wartość żywieniowa piwa. W: Żywność projektowana. Red. M. Wälczycka, A. Duda-Chodak, G. Jaworska, T. Tarko. Oddz. Małopolski PTTŻ, Kraków 2011, ss. 124-134.
- [13] Kunz T., Muller C., Mat-Gonzales D., Methner F.-J.: The influence of unmalted barley on the oxidative stability of wort and beer. J. Inst. Brew., 2012, **118**, 32-39.
- [14] Michałowska D.: Lipooksygenazy a stabilność sensoryczna piwa. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2012, **3**, 9-13.
- [15] Paško P., Bartoń H., Zagrodzki P., Gorinstein S., Fołta M., Zachwieja Z.: Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. Food Chem., 2009, **115**, 994-998.
- [16] Sz wajger D.: Content of individual phenolic acids in worts and beers and their possible contribution to the antiradical activity of beer. J. Inst. Brew., 2009, **115**, 243-252.
- [17] Sz wajgier D., Targoński T.: Arabinoksyłany ze słoju źródłem naturalnego przeciwutleniacza – kwasu ferulowego i błonnika pokarmowego w piwie. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **4 (45)**, 27-41.
- [18] Śledziński T., Kwaśniewska D., Zieliński R.: Aktywność przeciwrodnikowa piwa. Probl. Hig. Epidemiol., 2013, **3**, 648-652.

- [19] Valcárcel-Yamani B., Caetano da Silva Lannes S.: Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and amaranth (*Amaranthus* spp.) and their influence in the nutritional value of cereal based foods. *Food Publ. Health*, 2012, **6**, 265-275.
- [20] Yano M., Back W., Krottenthaler M.: The impact of liquid adjunct and barley on wort and beer quality. *Brewing Science*, 2008, **61**, 10-24.
- [21] Zhao H., Li H., Sun G., Yang B., Zhao M.: Assessment of endogenous antioxidative compounds and antioxidant activities of lager beers. *J. Sci. Food Agric.*, 2013, **93**, 910-917.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BEER PRODUCED WITH UNMALTED QUINOA AND AMARANTH ADDITIVES

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the antioxidant activity of beers produced using unmalted quinoa (seeds or flakes) or amaranth (seeds, flakes, or popped seeds) as substitutes for 10 and 30 % of malt from barley. The antioxidant activity of the beers studied was determined based on the effectiveness of quenching a synthetic DPPH^{•+} radical and the ability to reduce ferric ion by a FRAP method. Under the research studies conducted, the content of polyphenols was also determined by a spectrophotometric method. The reducing ability of beers produced with added 10 % of unmalted amaranth seeds or flakes was higher compared to the beers manufactured solely from barley malt. Compared to the beers manufactured wholly from malt, the antiradical activity of beers did not decrease where any form of quinoa was used to substitute the amount of 10 % of malt. The application of unmalted polyphenols-rich pseudocereals as a substitute for malt did not cause the content of those compounds in the final beer to increase. In the case the amaranth or quinoa seeds substituted 30 % of the barley malt, it was found that the reducing potential of the produced beers significantly decreased compared to beers produced with 10 % of pseudocereals added and to beers produced exclusively from barley malt. The completed research study has not given a clear-cut answer whether or not the quinoa or amaranth cause the antioxidant activity of beers produced with them to increase, and, consequently, the shelf life of those beers to become longer. More research on this subject is indispensable including, among other things, the analysis of fatty acids added to beer along with pseudocereals.

Key words: barley malt, pseudocereals, beer, antioxidant activity, polyphenols ☒