

OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TRAWY JĘCZMIENNEJ (*HORDEUM VULGARE* L.) ODMIAN JARYCH I OZIMYCH JAKO SKŁADNIKA ZBOŻOWYCH PRODUKTÓW FUNKCJONALNYCH

Streszczenie

W trakcie przeprowadzonych badań oceniono możliwości wykorzystania trawy jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) jako wzbogacającego składnika przekąskowych produktów funkcjonalnych. Zmieloną trawę z 4 odmian rośliny wykorzystano jako składnik recepturowy funkcjonalnych kulek zbożowych i oceniono pod kątem zawartości polifenoli i chlorofilu oraz potencjału antyoksydacyjnego. Wykazano, że odmiana młodego jęczmienia charakteryzuje się różną zawartością związków polifenolowych ogółem oraz chlorofilu. Młody jęczmień wykazuje aktywność przeciwutleniającą funkcjonalnych produktów zbożowych. Odmiana jęczmienia decyduje o składzie i o właściwościach funkcjonalnych przekąskowych kulek zbożowych. Najkorzystniejsze efekty, stwierdzono w próbach z udziałem trawy jęczmiennej odmian Zenek i Iron.

Słowa kluczowe: młody jęczmień, trawa jęczmienna, *Hordeum vulgare* L., kulki zbożowe funkcjonalne, polifenole, antyoksydanty, chlorofil, ABTS, DPPH

Wstęp

Młody jęczmień (*Hordeum vulgare* L.) jest rośliną uprawianą głównie z ziaren odmian jarych i zbieraną po 7-10 dniach wzrostu, gdy trawa osiągnie wysokość do 20-30 cm. Następnie ścięte źdźbła jęczmienia w procesie technologicznym są suszone, rozdrabniane, ewentualnie ekstrahowane lub tłoczone [1]. Młody jęczmień jest uznany za element żywności funkcjonalnej z uwagi na zawartość wielu składników bioaktywnych. Trawa jęczmienna oprócz chlorofilu zawiera wiele składników mineralnych takich jak: wapń, miedź, żelazo, magnez, potas, cynk, a także witaminy B1, B2, B3, B6, B7, C, E, K oraz przeciwutleniacze. Trawa zawiera także białka, enzymy, karotenoidy i polifenole [2]. Zidentyfikowano w niej również wiele związków, które wpływają na wartość prozdrowotną jęczmienia. Należą do nich m.in.: kwas 3-O-feruloilochinowy, isoorientyna-7-O- rutynozy, luteolina-6, C-arabinozyd-8-C-glukozyd, kwas ferulowy, isowitexina-7-O-glukozyd apigenina-6- C-arabinozyd- 8-C-glukozyd saponaryna, isoorientyna-7-O- [6-feruloilowe]- glukozyd-4'-O-glukozyd, isowitexin - 7-O- rutynozy, izoskoparyna -7-O-glukozyd, isoorientyna-7-O-[6-feruloilowe]- glukozyd [1, 3]. W literaturze przedmiotu dostępne są liczne doniesienia na temat korzystnego oddziaływania jęczmienia w układach biologicznych. Stwierdzono, że młode liście jęczmienia wykazują aktywność fizjologiczną, która obejmuje działanie hipolipidemiczne, antywrzodzeniowe przez jego działanie antyoksydacyjne. Na rynku spożywczym pojawiło się wiele nowych produktów z zawartością trawy jęczmiennej, m.in. sok z jęczmienia, baton z nasionami chia i młodym jęczmieniem, herbata ekspresowa ze sproszkowanymi liśćmi oraz susz jęczmienny [2, 4]. Obserwuje się wzrost popytu na żywność funkcjonalną, będący efektem rosnącej świadomości zdrowotno-żywnościowej konsumentów, ale także wsparcia jednostek przemysłu spożywczego przez zaplecze naukowo-badawcze. Powszechną i modną praktyką stała się także suplementacja diety, jednak zainteresowanie suplementami przez ogół konsumentów w kraju nie jest skorelowane ze

wzrostem poziomu wiedzy specjalistycznej, znaczną poprawą zdrowia czy zmianą nawyków żywieniowych.

Celem badań była ocena możliwości zastosowania wybranych odmian jęczmienia jarego i ozimego - w postaci zmielonych młodych źdźbeł - jako surowca, który jest składnikiem funkcjonalnych zbożowych produktów przekąskowych.

Materiał badawczy

Mielona trawa jęczmienna

Do badań wykorzystano 4 odmiany jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.), w tym 2 jare (*Nagradowicki* i *Iron*) oraz 2 ozime (*Holmes* i *Zenek*). Nasiona pochodziły z Poznańskiej Hodowli Roślin (PHR) oraz z Zakładu Hodowli Roślin DANKO. Nasiona uprawiano w kielkownicy, w temperaturze 22°C i nawodnieniu *ad libitum*. Po 10 dniach wzrostu źdźbła ścięto na wysokości 1 cm od podłoża i zamrażano w temperaturze -35°C, a następnie liofilizowano w liofilizatorze marki CHRIST 1-4 LSC. Temperatura kondensacji w liofilizatorze wynosiła -48°C, temperatura na półce liofilizatora: -20°C, temperatura produktu: -4°C. Proces odbywał się pod zmniejszonym ciśnieniem w czasie 24 h. Liofilizat rozdrobniono w młynku Retsch (Haan, Germany) przez 15 sekund, przy prędkości obrotowej 5000 min⁻¹, w temperaturze 21°C do rozmiaru frakcji w zakresie od 0,5 do 0,9 mm. Liofilizat przechowywano w temperaturze chłodniczej bez dostępu światła przez 48 godzin do czasu wykonania prób technologicznych.

Próby technologiczne - przekąski zbożowe

Przekąski zbożowe funkcjonalne przygotowano przez wygniatanie aż do uzyskania jednolitej konsystencji następujących składników recepturowych: zaparzona mąka z płatków owsianych (60%), miód wielokwiatowy (5%), wiórki kokosowe (5%), mąka z dyni (*Cucurbita pepo*) (12%), olej kokosowy (8%), mielone migdały (5%), siemię lniane (5%). Porcje uformowano w postaci kulek o gramaturze 20 g (rys. 1).

Próby z dodatkiem jęczmienia w ilości 2% w stosunku do masy bazowej oznaczono następująco: N (próba z trawą jęczmienia odmiany *Nagradowicki*), IR (próba z trawą jęczmienia odmiany *Iron*), H (próba z trawą jęczmienia odmiany *Holmes*), Z (próba z trawą jęczmienia odmiany *Zenek*). Próbę kontrolną K stanowiła przekąska funkcjonalna bez dodatku jęczmienia.



Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 1. Trawa jęczmienna oraz kulki zbożowe z trawą jęczmienną

Fig 1. Barley grass and cereal balls with barley grass

Przygotowanie ekstraktów z prób kulek zbożowych

Badane próby kulek zbożowych wysuszono w suszarce w temperaturze 60°C do stałej masy, a następnie zmielono w młynku laboratoryjnym Retsch GM200 przy prędkości obrotowej 5000 min⁻¹, pulsacyjnie przez 10 s. Tak przygotowane próby poddano trzykrotnej ekstrakcji: najpierw z 60% metanolem w temperaturze 20°C, a następnie dwukrotnie wodą destylowaną w temperaturze 85°C, po czym próby sączone próżniowo przy użyciu lejka Büchnera. Po sączeniu otrzymane ekstrakty przechowywano szczelnie zamknięte bez dostępu światła aż do czasu dalszych oznaczeń.

Metody badań

Ogólna zawartość związków fenolowych

Oznaczenie związków fenolowych wykonano w oparciu o metodę spektrofotometryczną [5]. Zasada tej metody polegała na spektrofotometrycznym (Metertek SP-830, Tajwan) pomiarze absorbancji barwnego kompleksu, powstałego w wyniku reakcji grup fenolowych w danym ekstrakcie z reagentem - odczynnikiem Folina-Ciocalteu, przy długości fali 765 nm. Wyniki przedstawiono jako ekwiwalent stężenia kwercetyny w mg/g s.m. ekstraktu lub liści.

Zawartość chlorofili

Zawartość barwników chlorofilowych określono metodą ekstrakcyjno-spektrofotometryczną [6]. Dla chlorofilu α pomiar absorbancji ekstraktu wykonano przy długości fali 663 nm, dla chlorofilu β przy długości fali 645 nm. Ilość chlorofilu α i β oraz sumy chlorofilu wyliczono za pomocą wzorów: chlorofil $\alpha = (12,7 \times A_{663} - 2,7 \times A_{645}) \times V \times (1000 \times W)^{-1}$; chlorofil $\beta = (22,9 \times A_{645} - 4,7 \times A_{663}) \times V \times (1000 \times W)^{-1}$; chlorofil $\alpha + \beta = (20,2 \times A_{645} + 8,02 \times A_{663}) \times V \times (1000 \times W)^{-1}$, gdzie: A - absorbancja przy danej długości fali, V - całkowita objętość ekstraktu (ml), W - masa próbki (g).

Właściwości chelatujące

Metoda polegała na tworzeniu kompleksu przeciwutleniaacza z żelazem (Fe²⁺) przez przyłączenie przez cząsteczkę przeciwutleniaacza, zawierającą wolną parę elektronów, jonu

metalu za pomocą wiązania koordynacyjnego [7]. Zmianę barwy układu reakcyjnego rejestrowano spektrofotometrycznie przy długości fali 562 nm. Wyniki wyrażono w procentach [%].

Aktywność przeciwutleniająca z wykorzystaniem rodnika DPPH

Ekstrakty z trawy jęczmienia oceniano metodą z wykorzystaniem rodnika DPPH w celu oceny potencjału zmiatania wolnych rodników [8]. Stopień odbarwienia roztworu wskazywał na aktywność zmiatającą rodniki przez ekstrakt. Jeden mililitr roztworu ekstraktu uzupełniono 2 ml CH₃OH, a następnie 0,25 ml 1 mM etanolowego roztworu DPPH. Mieszaninę mieszano przez ~ 60 sekund i pozostawiono na 20 minut w temperaturze pokojowej bez dostępu światła. Absorbancję rejestrowano przy $\lambda = 517$ nm (Meterek SP 830, Tajwan). Próbkę odniesienia stanowił czysty metanol. Krzywą kalibracyjną przygotowano na podstawie wzorca, jakim był Trolox (TE) w stężeniach 0,5; 1,0; 1,5 i 2,0 mg/ml. Wyniki wyrażono w mg ekwiwalentu Trolox / g s.m. ekstraktu.

Aktywność przeciwutleniająca z wykorzystaniem rodnika ABTS

Oznaczenie wykonano w oparciu o metodę spektrofotometryczną, która posłużyła do pomiaru całkowitej pojemności przeciwutleniającej ekstraktów [9]. Badany roztwór wprowadzono do środowiska reakcyjnego zawierającego wcześniej wygenerowany kationorodnik ABTS [2,2'-azyno-bis-(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian)]. Obecność przeciwutleniaczy powodowała redukcję jego niebieskozielonej barwy, a spadek jej intensywności był proporcjonalny do aktywności przeciwutleniaczy. Jednocześnie, w celu sporządzenia krzywej kalibracji, prowadzono równoległe pomiar absorbancji przy długości fali 735 nm dla próbek zawierających odpowiednie stężenia substancji wzorcowej - Troloxu, a wyniki wyrażono w jego równoważnikach. Zdolność zmiatania kationorodnika ABTS wyrażono na podstawie krzywej wzorcowej, którą otrzymano z etanolowo-wodnych rozcieńczeń stężeń Troloxu: 2,0; 1,5; 1,0; 0,5 mg/ml.

Wyniki i dyskusja

Polifenole są składnikami roślin wpływającymi na szereg reakcji chemicznych i biochemicznych zachodzących w tkance roślinnej. Jako składniki surowców roślinnych wykorzystywanych w żywieniu człowieka wpływają na ich walory sensoryczne i aktywność biologiczną. Polifenole są zatem odpowiedzialne za smak, barwę, a także za aktywność antyoksydacyjną i działanie prozdrowotne [2]. Wykazano, że odmiana jęczmienia miała istotny wpływ na zawartość polifenoli ogółem w kulkach przekąskowych. Najwięcej polifenoli stwierdzono w próbie Z i IR, a najmniej w próbie kontrolnej K (tab. 1). Chlorofile i karotenoidy w tkankach roślinnych występują w formie związanej, np. z białkami czy fosfolipidami, co powoduje, że barwa zielona roślin jest stabilna [10]. Procesy takie jak: suszenie, maceracja, ogrzewanie, odwadnianie, kontakt z rozpuszczalnikami i enzymami, powodują zniszczenie tkanki, a tym samym struktury chlorofili. Dodatek młodego jęczmienia do produktów zbożowych zwiększył udział chlorofilu α oraz β , natomiast odmiana jęczmienia nie wpływała na zróżnicowanie tych prób pod względem zawartości oznaczanych frakcji chlorofilu.

Tab. 1. Zawartość polifenoli i chlorofilu oraz aktywność przeciwutleniająca kulek zbożowych z trawą jęczmienną
Table 1. Contents of polyphenols and chlorophylls and antioxidant activity of cereal balls with barley grass

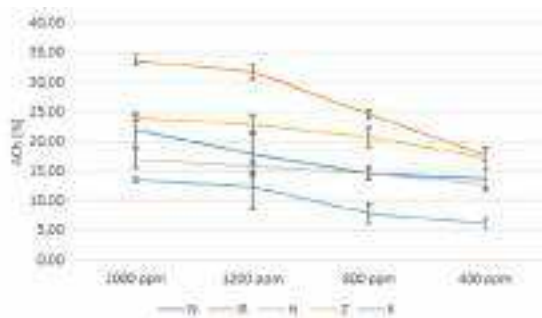
Próba	Polifenole ogółem [mg/100 g]	Chlorofil α [mg/g s.m.]	Chlorofil β [mg/g]	Chlorofil α+β [mg/g]	DPPH [mg Tx/g s.m.]	ABTS [mg Tx/g s.m.]
N	54,17 ^a ±0,02	0,11 ^b ±0,02	0,14 ^b ±0,01	0,25 ^b ±0,01	1,76 ^c ±0,05	12,54 ^d ±0,77
IR	76,55 ^a ±0,01	0,12 ^b ±0,01	0,15 ^b ±0,02	0,27 ^b ±0,01	2,76 ^b ±0,07	15,65 ^c ±0,76
H	43,18 ^b ±0,01	0,13 ^b ±0,01	0,15 ^b ±0,01	0,28 ^b ±0,02	0,83 ^b ±0,02	8,87 ^b ±0,54
Z	62,65 ^a ±0,02	0,12 ^b ±0,02	0,14 ^b ±0,02	0,26 ^b ±0,02	1,45 ^b ±0,05	10,66 ^c ±1,21
K	37,61 ^a ±0,01	0,03 ^a ±0,01	0,04 ^a ±0,01	0,07 ^a ±0,02	0,52 ^a ±0,03	6,76 ^a ±1,21

Oznaczenie prób z udziałem odmian jęczmienia: N (Nagradowicki), IR (Iron), H (Holmes), Z (Zenek), K - kontrola.

Dane przedstawiają wartości średnie z trzech powtórzeń oraz odchylenie standardowe. Wartości średnie oznaczone różnymi dużymi literami w tej samej kolumnie świadczą o istotności różnic ($p \leq 0,05$).

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Badane ekstrakty oceniono też pod względem aktywności przeciwrodnikowej. Najwyższą zdolność zmiatania rodnika DPPH wykazano dla próby z trawą odmiany Iron (2,76 mg Trolox/g s. m.), a najniższą dla Holmes (0,83 mg Trolox/g s.m.). Podobne zależności stwierdzono dla aktywności mierzony z kationorodnikiem ABTS. Jony metali są ważnymi katalizatorami reakcji utleniania lipidów. Ich obecność odgrywa znaczącą rolę w procesach oksydacyjnych prowadzących do powstawania anionorodników ponadtlenkowych i tlenu singletowego podczas reakcji Fentona [10]. Dlatego poszukiwanie związków o aktywności chelatującej ma istotne znaczenie nie tylko w ujęciu żywności prozdrowotnej, ale także w poszukiwaniach związków przeciwutleniających opóźniających zmiany we facji lipidowej. Na rys. 2 przedstawiono wyniki oceny aktywności chelatującej ekstraktów z kulek funkcjonalnych z jęczmieniem. Stwierdzono, że aktywność ta zależała od odmiany jęczmienia użytego jako składnika kulek zbożowych funkcjonalnych. Najwyższą aktywność chelatującą stwierdzono dla prób z jęczmieniem odmian Iron i Zenek.



Oznaczenie prób z udziałem odmian jęczmienia: N (Nagradowicki), IR (Iron), H (Holmes), Z (Zenek), K - kontrola.

Źródło: opracowanie własne / Source: own study

Rys. 2. Aktywność chelatująca kulek zbożowych z trawą jęczmienną

Fig. 2. Chelating activity of cereal balls with barley grass

Podsumowanie

Jęczmień młody jest źródłem związków bioaktywnych i wykazuje aktywność przeciwutleniającą. Zawiera polifenole o właściwościach przeciwutleniających, a ich zawartość i akty-

wność zależy od odmiany jęczmienia. Zastosowanie trawy jęczmiennej jako składnika recepturowego umożliwia otrzymanie przekąsek zbożowych o właściwościach przeciwutleniających. Najkorzystniejszy efekt pod względem ocenianych właściwości stwierdzono dla odmian jęczmienia Iron i Zenek.

Bibliografia

- [1] Thatiparthi J., Dodoala S., Koganti B., Prasad K.: Barley grass juice (*Hordeum vulgare* L.) inhibits obesity and improves lipid profile in high fat diet-induced rat model. *Journal of Ethnopharmacology*, 2019, 238:111843.
- [2] Kobus-Cisowska J., Szulc P., Szczepaniak O., Dziedziński M., Szymanowska D., Szymandera-Buszka K., Goryńska-Goldmann E., Gazdecki M., Telichowska A., Ligaj M.: Variability of *Hordeum vulgare* L. Cultivars in yield, antioxidant potential, and cholinesterase inhibitory activity. *Sustainability*, 2020, 12, 1938.
- [3] Kiewlicz J.: Evaluation of Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of the Water Extract of the Powdered Barley Grass (*Hordeum vulgare* L.). *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 2016, 2:29-37.
- [4] Yu Y.M., Wu C.H., Tseng Y.T., Tsai C.E., Chang W.: Antioxidative and Hypolipidemic Effects of Barley Leaf Essence in a Rabbit Model of Atherosclerosis. *The Japanese Journal of Pharmacology*, 2002, 89: 142-148.
- [5] Cheung L.M.; Cheung P.C.K.; Ooi V.E.C.: Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry*, 2003, 81, 249-255.
- [6] Abou-Arab A.E., Abou-Arab A.A., Abu-Salem F.M.: Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviolides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science*, 2010, 4 (5): 269-281.
- [7] Tang S.Z., Kerry J.P., Sheddian D., Buckley D.J.: Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat system. *Food Chemistry*, 2020, 75: 45-51.
- [8] Amarowicz R., Pegg R.B.: Content of proanthocyanidins in selected plant extracts as determined via n-butanol/HCl hydrolysis and a colorimetric assay or by HPLC. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2006, 3: 319-322.
- [9] Re R, Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, 9-10: 1231-1237.
- [10] Hasan K., Scampicchio M., Ferrentino G., Kongi M., Hansen L.D.: Thermodynamics and kinetics of the Fenton reaction in foods. *Thermochimica Acta*, 2019, 682: 178420.

Assessment of the possibility of using barley grass (*Hordeum vulgare* L.) of spring and winter varieties as an ingredient of functional cereal products

Summary

The paper assesses the possibilities of using barley grass (*Hordeum vulgare* L.) as an enriching component of functional snack products - cereal balls with barley grass. Ground grass from 4 cultivars of the plant was used as a recipe component of cereal balls and assessed in terms of antioxidant potential and the content of polyphenols and chlorophylls. It was shown that young barley cultivar influences the antioxidant activity as well as the content of polyphenols in functional products. It was found that the barley variety from which the barley grass was produced influenced the functional properties of cereal balls. In terms of the functional properties of cereal balls, the best results were obtained for barley grass of the Zenek and Iron varieties.

Key words: young barley, barley grass, *Hordeum vulgare* L., functional cereal balls, polyphenols, antioxidants, chlorophyll, ABTS, DPPH