

- [24] Tan Y.S., Baskaran A., Nallathamby N., Influence of customized cooking methods on the phenolic contents and antioxidant activities of selected species of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.), *Journal of Food Science and Technology*, 2015, 52(5), s. 3058–3064.
- [25] Kusznierevicz B., Bartoszek-Pączkowska A., Wolska L., Namieśnik J., Rozdział 10.2. Metody oznaczania właściwości przeciwutleniających próbek żywności, [w:] *Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*, W. Grajek (red.), WNT, Warszawa 2007, s. 532–550.
- [26] Santos-Sanchez N., Salas-Coronado R., Villanueva-Canongo C., Hernández-Carlos B., *Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism*, [w:] E. Shalaby, *Antioxidants*, IntechOpen, London 2019, s. 23–51.
- [27] Matsuda M., Shimomura I., Increased oxidative stress in obesity: implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer, *Obesity Research and Clinical Practice*, 2013, 7(5), s. 330–41.
- [28] Ichiishi E., Li X.-K., Iorio E.L., *Oxidative stress and diseases: clinical trials and approaches*, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, s. 1–3.
- [29] Sharma N., *Free Radicals, Antioxidants and Disease*, *Biology and Medicine*, 2014, 6(3), s. 2–6.
- [30] Álvarez R., Araya H., Navarro-Lisboa R., Lopez de Dicastillo C., Evaluation of Polyphenols and Antioxidant Capacity of Fruits and Vegetables Using a Modified Enzymatic Extraction Method, *Food Technology and Biotechnology*, 2016, 54(4), s. 462–467.
- [31] Ozturk I., Caliskan O., Tornuk F., Sagdic O., Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home-made Turkish vinegars, *Food Science and Technology*, 2015, (63), s. 144–151.
- [32] Yucel I., Gulden S., Berna K., Ozturk I., Screening physicochemical, microbiological and bioactive properties of fruit vinegars produced from various raw materials, *Food Science and Biotechnology*, 2020, 29(3), s. 401–408.
- [33] Ozen M., Ozdemir N., Filiz B.E., Budak N., Kok-Taş T., Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) vinegars produced from fresh fruit or juice concentrate: Bioactive compounds, volatile aroma compounds and antioxidant capacities, *Food Chemistry*, 2020, 309, s. 125664.
- [34] Bakir S., Toydemir G., Boyacioglu D., Beekwilder J., Capanoglu E., Fruit antioxidants during vinegar processing: Changes in content and in vitro bio-accessibility, *International Journal of Molecular Sciences*, 2016, 17(10), s. 1658.
- [35] Budak H.B., Guzel-Seydim Z.B., Antioxidant activity and phenolic content of wine vinegars produced by two different techniques, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010, 9(12), s. 2021–2026.
- [36] Ochwanowska E., Chmielewski J., Laba S., Zeber-Dzikowska I., Liofilizowane owoce jagodowe – właściwości antyoksydacyjne, *Przemysł Spożywczy*, 2017, 71(12), s. 23–26.
- [37] Gramza-Michałowska A., Sidor A., Czarny bez *Sambucus nigra* w dietoterapii chorób cywilizacyjnych, *Przemysł Spożywczy*, 2015, 69(1), s. 38–41.
- [38] Gryszczyńska B., Iskra M., Gryszczyńska A., Budzyń M., Aktywność przeciwutleniająca wybranych owoców jagodowych, *Postępy Fitoterapii*, 2011, 4, s. 265–274.

Do cytowania:

Uram-Dudek A., Wajs I., Paradowska K., Analiza właściwości antyoksydacyjnych fermentowanych żywych octów owocowych, *Herbalism*, 2023, 1(9), s. 111–124.

Ocena zawartości żelaza w wybranych płatkach owsianych

Evaluation of the iron content of selected oat flakes

Aleksandra Dmitrowicz¹, Iwona Mystkowska², Ewa Plażuk¹, Jakub Targoński¹

¹ EKO-AGRO-TECH Regionalne Centrum Badań Środowiska, Rolnictwa i Technologii Innowacyjnych, Akademia Bialska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 107, 21-500 Biała Podlaska

² Wydział Nauk o Zdrowiu, Zakład Dietetyki, Akademia Bialska Nauk Stosowanych Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, ul Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

Słowa kluczowe: żelazo, mikroelement, płatki owsiane, błyskawiczne płatki owsiane

Keywords: iron, micronutrient, oatmeal, instant oatmeal

Streszczenie

Niedobór żelaza (Fe) stanowi jeden z najczęstszych i najbardziej rozpowszechnionych niedoborów składnika odżywczego. Niewystarczająca ilość żelaza, a zatem taka, która nie pozwala na utrzymanie funkcji fizjologicznych, może objawiać się zawrotami głowy, zmęczeniem, bladością i suchością skóry czy też nieregularnym biciem serca. Brak tego mikroelementu może mieć niekorzystne skutki na długoterminowy rozwój neurologiczny i zachowanie u dzieci. Zaspokojenie zapotrzebowania na składnik odżywczy u osób w danym wieku i płci powinien opierać się w głównej mierze na średnim dziennym spożyciu zalecanych ilości żelaza. Płatki owsiane są źródłem wielu składników mineralnych, takich jak białko, potas, magnez, witamina B₆, a także żelazo. Wyróżniamy trzy rodzaje płatków owsianych: klasyczne, błyskawiczne oraz górskie. Produkty różnią się procesem przetwarzania, stopniem rozdrobnienia i granulacją ziarna. Celem pracy było określenie różnic w zawartości żelaza w płatkach owsianych ze względu na rodzaj tego produktu spożywczego. Najwyższą zawartością Fe charakteryzowały się klasyczne płatki owsiane, cechujące się najmniejszym stopniem przetworzenia – 34,494 mg·kg⁻¹. Niewiele mniejszą zawartość pierwiastka, na poziomie 33,967 mg·kg⁻¹, stwierdzono w płatkach górskich, natomiast płatki błyskawiczne, poddane obróbce w największym stopniu, zawierały 31,470 mg·kg⁻¹ mikroelementu.

Summary

Iron deficiency is one of the most common and widespread deficiencies of the nutrient. Insufficient amounts of iron necessary to maintain physiological functions can manifest as dizziness, fatigue, pale and dry skin, or irregular heartbeat. Lack of the micronutrient can have adverse effects on long-term neurological development and behavior in children. Satisfaction of nutrient requirements for a given age and gender should be based primarily on the average daily intake of recommended amounts of iron. Oatmeal is a source of many minerals, such as protein, potassium, magnesium, vitamin B₆, as well as iron. There are three types of oat flakes – classic flakes, instant flakes and mountain flakes. The products differ in processing, degree of grinding and granulation of the grain. The purpose of this study was to determine the differences in iron content in oat flakes due to the types of the food product. The highest Fe content was found in classic oat flakes characterized by the lowest level of processing – 34.494 mg·kg⁻¹. A slightly lower content of the element, at 33.967 mg·kg⁻¹, was found in mountain flakes, while instant flakes, characterized by the highest level of processing, contained 31.470 mg·kg⁻¹ of the micronutrient.

Wstęp

Mikroelementy to składniki, które występują w organizmie w śladowych ilościach [1, 2]. Mimo ich niewielkiej zawartości w organizmie są one niezbędne do jego prawidłowego funkcjonowania [3–5]. Do jednych z ważniejszych należy żelazo, które występuje w organizmie w dwóch przedziałach – magazynowym i funkcjonalnym. Większość żelaza występuje we krwi w postaci dwuwartościowego jonu związanego z hemoglobina, której funkcją jest transport tlenu z płuc do tkanek [4–6]. Pierwiastek ten występuje również w szpiku kostnym, gdzie bierze udział w procesie powstania erytrocytów, czyli krwinek czerwonych [5]. Mikroelement jest wykorzystywany również w procesach metabolicznych ze względu na obecność w składzie enzymów – stanowi składnik mioglobiny występującej w mięśniach. Rola żelaza związana jest także z działaniem przeciwutleniającym i wspomaganiami pracy układu odpornościowego. Dodatkowo pierwiastek ten sprzyja detoksykacji szkodliwych substancji obecnych w wątrobie, a także wpływa na metabolizm cholesterolu [6]. Ocenia się zatem, że żelazo uczestniczy w prawidłowym funkcjonowaniu układu krwionośnego, nerwowego oraz sercowo-naczyniowego. W organizmie obecna jest również hemosyderyna, która stanowi nieaktywny zapas żelaza [7]. Zasoby tego pierwiastka niezbędne do pracy tkanek i narządów są w ciągłym obiegu wewnętrznym. Mikroelement ten jest w większości odzyskiwany ze zniszczonych krwinek czerwonych, natomiast 20% zasobów dostarczane jest przez pożywienie. Wskazano jednak, że żelazo jest wchłaniane z posiłków zaledwie w 10% [3]. Rzeczywisty

Ocena zawartości żelaza w wybranych płatkach owsianych

niedobór żelaza jest definiowany jako zmniejszenie się zapasów mikroelementu w organizmie [8]. Zawartość i zapotrzebowanie na żelazo jest zależne od płci oraz wieku, a także innych okoliczności, takich jak menstruacja czy ciąża (Tabela 1).

Tabela 1. Średnie zapotrzebowanie na żelazo ze względu na wiek oraz płeć.

Table 1. Average iron requirements by age and gender.

Wiek/płeć	Średnie zapotrzebowanie na żelazo [mg/kg masy ciała]
6–24 miesięcy	11
1.–3. rok życia	5,8–9
4.–8. rok życia	6,1–10
10.–13. rok życia	8–11
Dziewczyny w 13.–18. roku życia	15
Chłopcy w 13.–18. roku życia	12
Kobiety po 18. roku życia	18
Mężczyźni po 18. roku życia	10
Kobiety w ciąży	27

Źródło: [9, 10].

Jedną z głównych przyczyn utraty tego składnika odżywczego przez organizm jest krwawienie. Zwraca się zatem uwagę, że grupą szczególnie narażoną na niedobór żelaza są kobiety – ze względu na krwawienie menstruacyjne czy wystąpienie chorób dróg rodnych, do których należą endometrioza i mięśniaki macicy [11]. Duże zapotrzebowanie na żelazo przypada na czas ciąży, a także okres poporodowy. Przyjmowanie odpowiednich ilości tego pierwiastka jest bardzo ważne u dzieci między 6. a 24. miesiącem życia ze względu na jego wpływ na proces rozwoju dziecka – uczenia się i zapamiętywania [12]. W okresie tym następuje szybkie różnicowanie się tkanek, a także rozwój ośrodkowego układu nerwowego i układu psychomotorycznego. Na wysokie straty tego mikroelementu narażeni są również dawcy krwi. Jednorazowe oddanie krwi prowadzi do utraty około 230 mg żelaza [12]. Uzupełnienie tego niedoboru może trwać nawet 5–6 miesięcy [13]. Inną grupą, która w szczególny sposób powinna zadbać o zapewnienie odpowiednio wysokiej podaży żelaza, są osoby aktywne, trenujące sporty wytrzymałościowe. Wystąpienie niedoboru żelaza może powodować stany chorobowe, takie jak anemia [14]. Anemię

definiuje się jako niedokrwistość, czyli zmniejszenie liczby czerwonych krwinek, lub jako stan patologiczny, w którym liczba erytrocytów jest niewystarczająca do zaspokojenia potrzeb fizjologicznych [15, 16]. Anemia charakteryzuje się obniżeniem poziomu hemoglobiny we krwi, co skutkuje zmniejszeniem zdolności przenoszenia tlenu. Objawia się zmęczeniem, zawrotami głowy i trudnościami w oddychaniu [17]. Innymi objawami niedoboru żelaza są bladość skóry oraz osłabienie włosów i paznokci, a także zmniejszony apetyt [18].

Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) prawie 3,7 mld ludzi ma niedobór żelaza, co powoduje anemię u 2 mld ludzi [19]. Oszacowano, że 40% stanowią kobiety niebędące w ciąży, a 50% kobiety w ciąży. Stwierdzono również, że 31% dzieci w wieku poniżej 5 lat ma anemię, głównie niedokrwistość z niedoboru żelaza [19]. Niedobór tego mikroelementu u dzieci może wpłynąć również na zaburzenia zachowania i funkcjonowanie pamięci [20]. Przestrzeganie wartości zalecanego przyjmowania tego mikroelementu w pożywieniu pozwala uniknąć objawów jego niedoboru.

W dietetyce wyróżnia się dwie formy żelaza – hemową, uznawaną za lepiej przyswajalne żelazo pochodzenia zwierzęcego, oraz niehemową, pochodzenia roślinnego [21]. Do produktów bogatych w ten pierwiastek zaliczane są najczęściej różnego rodzaju podroby, wątróbka, wołowina czy wieprzowina.

Tabela 2. Wybrane źródła żelaza w formie hemowej, pochodzenia zwierzęcego.

Table 2. Selected sources of iron in heme form, of animal origin.

Produkty zwierzęce	Zawartość żelaza [mg/100 g produktu]
Wątroba wieprzowa	18,7
Podroby drobiowe	9,5
Salceson czarny	7,5
Kiełbasa myśliwska	2,5
Wołowina	2,3

Źródło: [22].

Często zwraca się uwagę, iż efektem diet wegetariańskiej i wegańskiej, eliminujących produkty odzwierzęce, jest niedobór tego składnika [23–25]. Wegetarianom zalecane jest zwiększenie spożycia żelaza poprzez spożywanie różnorodnych pokarmów roślinnych bogatych w ten mikroelement [26].

Ocena zawartości żelaza w wybranych płatkach owsianych

Tabela 3. Wybrane źródła żelaza pochodzenia roślinnego.

Table 3. Selected sources of iron from plant sources.

Produkty roślinne	Zawartość żelaza [mg/100 g produktu]
Pestki dyni	15,0
Fasola biała	6,9
Kasza jaglana	4,8
Groch	4,7
Migdały	3

Źródło: [22].

Najpopularniejszymi strategiami zapobiegania niedoborowi mikroelementów jest suplementacja preparatami farmaceutycznymi i wzbogacenie żywności. Dodawanie żelaza do produktów spożywczych dotyczy przede wszystkim grup społecznych najbardziej narażonych na wystąpienie niedoboru żelaza, takich jak dzieci w wieku szkolnym i kobiety w ciąży [27]. Żelazo jest jednak uznawane za jeden z trudniejszych składników mineralnych, ponieważ blokuje ono działanie niektórych składników diety [28].

Płatki owsiane

Owies ma unikalny skład chemiczny oraz niezwykle wysoką wartość fizjologiczną i odżywczą [29]. Płatki owsiane są produkowane z mielonych, ciętych lub walcowanych ziaren owsa, a niektóre produkty owsiane są również wzbogacane żelazem i witaminami z grupy B [30]. Zawierają znaczne ilości błonnika pokarmowego i węglowodanów. Podane w różnej formie są uznawane za element zdrowej diety ze względu na wpływ β -glukanu na obniżenie stężenia w osoczu LDL cholesterolu [31]. Warto zauważyć, że β -glukan, czyli rozpuszczalny błonnik, posiada właściwości fizjologiczne i bioaktywne, które mogą przyczynić się do poprawy poziomu lipidów we krwi, a także obniżenia poziomu glukozy we krwi i cholesterolu [32, 33]. Potwierdzono również, że płatki owsiane obniżają poziom glukozy we krwi u osób z cukrzycą typu 2 [34]. Produkty te są bogate w składniki mineralne. Według badań konsumenci płatków owsianych cechują się wyższym spożyciem błonnika, wapnia, żelaza, magnezu oraz witamin A i E niż osoby spożywające inne rodzaje śniadań [35]. W płatkach owsianych można wyróżnić mikroelementy takie jak miedź, cynk czy żelazo. Zgodnie z danymi „Wartości odżywczych wybranych produktów spożywczych i typowych potraw” płatki owsiane zawierają 3,9 mg żelaza na 100 g produktu [22].

W sklepach spożywczych można znaleźć różne odmiany płatków owsianych. Dostępne są klasyczne płatki owsiane, ale również błyskawiczne oraz górskie. Zwykle płatki owsiane cechują się najniższym poziomem przetworzenia i powstają przez zgniecenie ziarna. Płatki błyskawiczne charakteryzują się natomiast tym, że są przygotowywane szybciej w porównaniu do ich formy klasycznej. Rozluźniona i rozmięczona struktura ziaren sprawia, że zalanie produktu gorącą wodą lub mlekiem umożliwia natychmiastowe przyrządzenie posiłku. Podobnie jest w płatkach górskich, w przypadku których następuje dodatkowy proces podczas przetwarzania produktu. Ziarna są bowiem dodatkowo rozdrabniane przed etapem zgniatania, co nadaje drobniejszą formę uzyskanemu produktowi.

Różnice w stopniu przetworzenia produktu spożywczego mogą mieć wpływ na zawartość składników odżywczych w jego ostatecznej formie. Podczas procesu produkcji i obróbki płatki owsiane mogą tracić pewne wartości mikroelementów. Celem pracy było określenie, czy zróżnicowana forma przetwarzania płatków owsianych wpływa na zawartość żelaza w tym produkcie spożywczym.

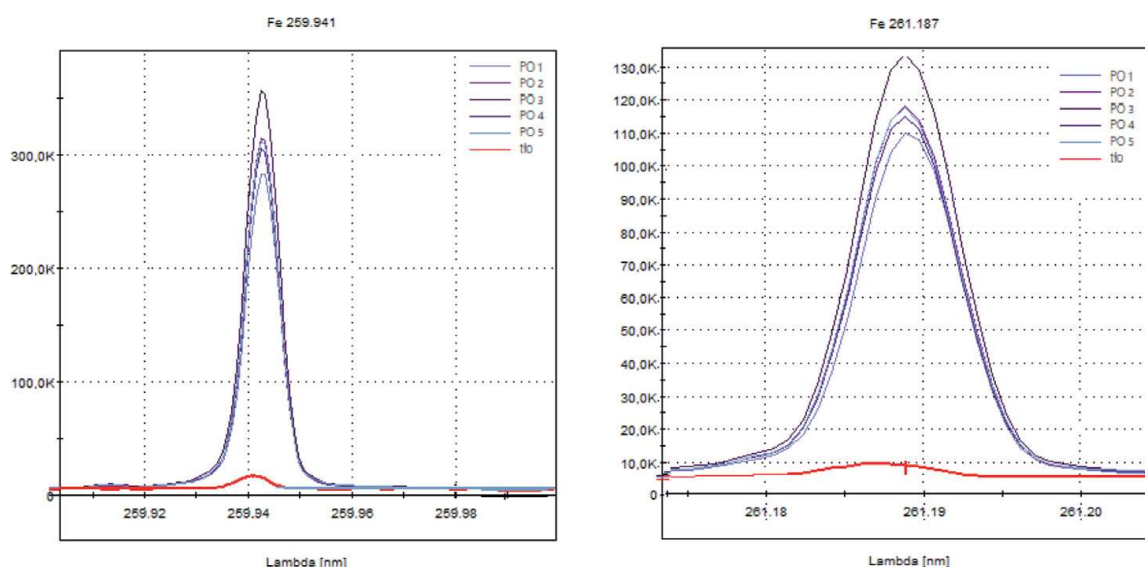
Materiał i metody

Do analizy przygotowano pięć opakowań płatków owsianych kupionych w sklepach spożywczych w Białej Podlaskiej. Wszystkie zostały wyprodukowane na terenie województwa podlaskiego. Produkty pochodziły z trzech zakładów: Podlaskich Zakładów Zbożowych S.A. (ul. Elewatorska 14, 15-959 Białystok), BioLife Sp. z o.o. (ul. Miodowa 17, 17-100 Bielsk Podlaski) oraz Naura Merkury S.A. (ul. Sejneńska 16, 15-399 Białystok). Badane produkty stanowiły: trzy opakowania klasycznych płatków owsianych (PO1, PO2, PO3), jedno opakowanie płatków owsianych błyskawicznych (PO4) i jedno opakowanie płatków owsianych górskich (PO5). Z każdego opakowania produktu pobrano około 10 g produktu i suszono w temp. 105°C przez 24 h do ustabilizowania się wagi. Wsuszone próby rozdrobniono za pomocą młynka wibracyjnego (Fritsch Analysette 3) do uzyskania drobnego proszku. Z każdej z pięciu próbek (PO1, PO2, PO3, PO4, PO5) pobrano po 3 próbki pomiarowe o masie 0,5 g. Sproszkowane próbki przeniesiono do naczyń teflonowych, poddano trawieniu za pomocą 1 ml 35–38% kwasu chlorowodorowego (Chempur) i 6 ml 65% kwasu azotowego (POCH Basic) i ogrzewano w piecu mikrofalowym (Anton Paar). W układzie trawienia mikrofalowego ustawiono program przeznaczony do roztwarzania mikrofalowego produktów zbożowych (temp. 110°C przez 5 min, 220°C przez 20 min i 70°C przez 25 min). Zawartość naczyń do mineralizacji przefiltrowano na sączkach jakościowych o średnicy 150 mm i gramaturze 80 (Chemland), przelewając ją do falkonów, a następnie rozcieńczono do 50 ml za pomocą wody destylowanej. Uzyskany rozwór badano za pomocą spektrometru ICP-OES

(Spectroblue). Pierwiastek oznaczono ilościowo przez odniesienie do krzywej kalibracyjnej wielopierwiastkowego roztworu wzorcowego (VHG, Standard, LGC) w jej liniowym zakresie. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy MS Excel metodą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Różnice przyjęto jako statystycznie istotne przy poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusje

Badanie dotyczące oznaczenia zawartości żelaza przeprowadzono na podstawie natężenia sygnału linii na dwóch liniach Fe – 259,941 nm i 261,187 nm (Rysunek 1). Na ich podstawie wykonano oznaczenie pierwiastka śladowego w odniesieniu do standardu (VHG, Standard, LGC).

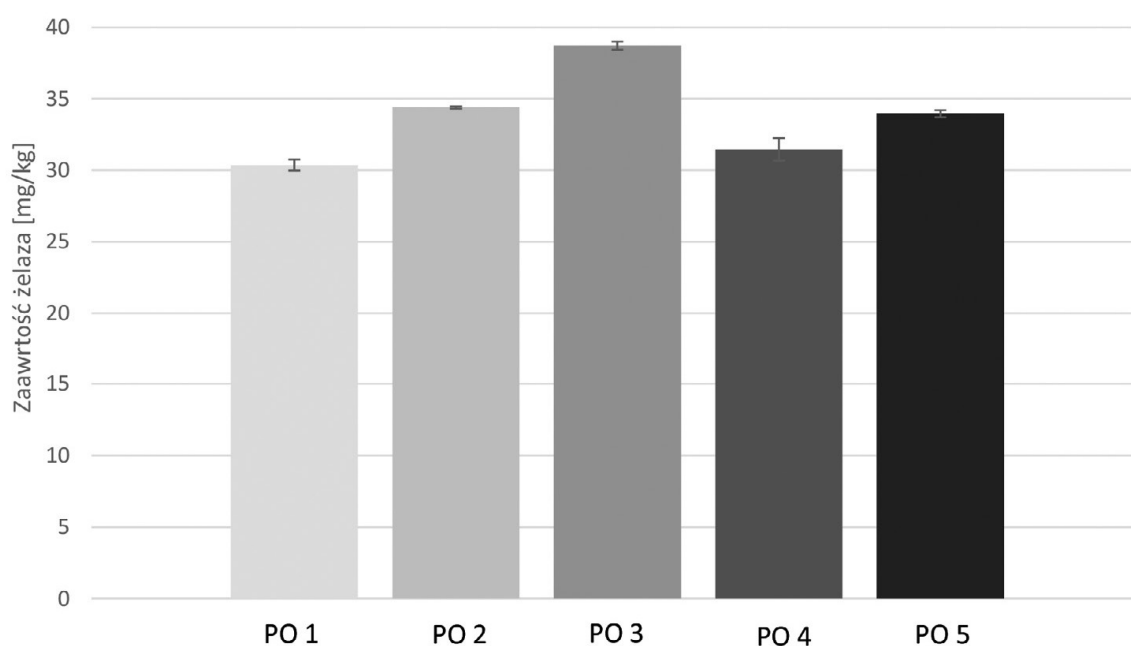


Rysunek 1. Sygnały badanych próbek pięciu opakowań płatków owsianych i sygnał tła na dwóch długościach linii: 259,941 nm i 261,187 nm, charakterystycznych dla pierwiastka Fe.

Figure 1. Signals of tested samples of five oatmeal packages and background signal at two line lengths of 259.941 nm and 261.187 nm characteristic of the element Fe.

Źródło: badanie własne.

Wyniki pokazują różnice w stężeniach żelaza pomiędzy opakowaniami płatków owsianych różnych marek i odmian. Stężenia pierwiastka w badanych próbkach wahały się od 30,367 do 38,720 mg·kg⁻¹ (Rysunek 2).



Rysunek 2. Średnie stężenia żelaza \pm błędy standardowe w płatkach owsianych pięciu różnych marek i trzech odmian: PO1, PO2, PO3 – klasyczne płatki owsiane, PO4 – płatki owsiane błyskawiczne i PO5 – płatki owsiane górskie.

Figure 2. Mean iron concentrations \pm standard errors in oat flakes of five different brands and three varieties – PO1, PO2, PO3 – classic oat flakes, PO4 – instant oat flakes and PO5 – mountain oat flakes.

Źródło: badanie własne.

Średnia zawartość żelaza w klasycznych płatkach owsianych z trzech różnych opakowań wyniosła $34,494 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Błyskawiczne płatki owsiane charakteryzowały się najniższą zawartością mikroelementu – na poziomie $31,470 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Górskie płatki owsiane miały natomiast $33,967 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ Fe}$ w składzie.

Podsumowanie

Celem pracy była ocena zawartości żelaza w wybranych płatkach owsianych. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że stopień przetworzenia produktu spożywczego wpływa na zawartość występującego w nim składnika odżywczego. Wykazano, że najmniej przetworzone, niepoddane dodatkowej obróbce płatki owsiane cechują się najwyższym poziomem mikroelementu ($34,49450 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Płatki górskie, łatwe i szybkie w przygotowaniu, są wciąż bogate w wartości odżywcze i zawierają $33,967 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ żelaza. Najniższy poziom żelaza ($31,470 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) cechuje płatki błyskawiczne. Ze względu na wygodę późniejszego przyrządzania ziarna owsa na etapie produkcji są dodatkowo rozbijane i poddawane hydratacji, co powoduje obniżenie wartości odżywczej produktu. Procesy technologiczne i zabiegi, którym poddawane są ziarna w celu otrzymania płatków owsianych, przyczyniają się do obniżenia zawartości żelaza w gotowym produkcie.

Literatura

- [1] Macioszczyk A., Hydrogeochemia, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987, s. 97–99.
- [2] Murray R., Granner D., Mayes P., Rodwell V., Biochemia Harpera, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1995 (wyd. III).
- [3] Orlicz-Szczęśna G., Żelazowska-Posiej J., Kucharska K., Niedokrwistość z niedoboru żelaza, *Current Problems of Psychiatry*, 2011, 12(4), s. 590–594.
- [4] Sherry B., Mei Z., Yip R., Continuation of the decline in prevalence of anemia in low-income infants and children in five states, *Pediatrics*, 2001, 107(4), s. 677–682.
- [5] Sheftel A.D., Mason A.B., Ponka P., The long history of iron in the Universe and in health and disease, *Biochimica et Biophysica Acta*, 2012, 1820, s. 161–187.
- [6] Higdon J., Pauling L., Iron, Micronutrient Information Center, Linus Pauling Institute, Oregon State University, Corvallis (Oregon) 2001, <https://lpi.oregonstate.edu/mic/minerals/iron> (dostęp 21.03.2023).
- [7] Weir M.P., Sharp G.A., Peters T.J., Electron microscopic studies of human haemosiderin and ferritin, *Journal of Clinical Pathology*, 1985, 38(8), s. 915–918.
- [8] Lipiński P., Starzyński R.R., Styś A., Staroń R., Gajowiak A., Niedokrwistość na tle niedoboru żelaza w diecie, *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*, 2014, 63(3), s. 373–379.
- [9] Chmielewska A., Dryl R., Niedobór żelaza bez niedokrwistości u dzieci: aktualny stan wiedzy, *Pediatrica Polska*, 2016, 91, s. 52–58.
- [10] Żelazo – rola w organizmie, objawy niedoboru i dawkowanie, 2021 <https://www.medi-store.com.pl/a/zdrowie/zelazo> (dostęp 20.03.2023).
- [11] Beard J., Why Iron Deficiency Is Important in Infant Development, *Journal Nutrition*, 2008, 138(12), s. 2534–2536.
- [12] Fretham S., Carlson E., Georgieff M., The Role of Iron in Learning and Memory, *American Society for Nutrition, Advances in Nutrition*, 2011, 2, s. 112–121.
- [13] Oznaczenie stężenia ferrytyny w grupie wielokrotnych honorowych dawców krwi, 2018, krwiodawcy.org/tag/zelazo (dostęp 20.03.2023).
- [14] Beutler E., Hoffbrand A.V., Cook J. D., Iron Deficiency and Overload, *Hematology American Society Hematology Education Program*, 2003, s. 40–61.
- [15] World Health Organization, Haemoglobin Concentrations for the Diagnosis of Anemia and Assessment of Severity, 2011.
- [16] Beutler E., Waalen J., The definition of anemia: what is the lower limit of normal of the blood hemoglobin concentration?, *Blood*, 2006, 107, s. 1747–1750.
- [17] Hillman R.S., Ault K.A., Leporrier M., Rinder H.M., Clinical approach to anemia. In *Hematology in Clinical Practice*, *Hematology in Clinical Practice*, 2001, 5e, s. 29.
- [18] Juul S.E., Derman R.J., Auerbach M., Perinatal iron deficiency: implications for mothers and infants, *Neonatology*, 2019, 115(3), s. 269–274.
- [19] Gregorio G.B., Senadhira D., Htut T., Improving iron and zinc value of rice for human nutrients, *Agriculture et Developoement*, 1999, 23(9) s. 68–87.
- [20] Pleskaczyńska A., Dobrzańska A., Profilaktyka niedoboru żelaza u dzieci – standard postępowania, *Standardy Medyczne, Pediatrya*, 2011, 8, s. 100–106.
- [21] Schonfeldt H., Hall N.G., Determining iron bio-availability with a constant heme iron value, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2011, 24, s. 738–740.
- [22] Kunahowicz H., Nadolna I., Iwanow A., Przygoda B., Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2012.