

Wpływ właściwości genetycznych na zawartość wybranych składników mineralnych w bulwach *Helianthus tuberosus* L.

The influence of the genetic properties and the content of selected minerals in tubers of *Helianthus tuberosus* L.

Dominika Skiba, Barbara Sawicka

Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, e-mail: dominika.skiba@up.lublin.pl

Słowa kluczowe: słonecznik bulwiasty, makroelementy, odmiana
Keywords: Jerusalem artichoke, macroelements, cultivar

Streszczenie

Badania nad *Helianthus tuberosus* L. oparto na doświadczeniu polowym, przeprowadzonym w latach 2006–2008, w Parczewie, na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żytniego słabego, klasy bonitacyjnej IVb. Czynnikiem eksperymentu były: odmiany słonecznika bulwiastego Albik, Rubik i Violet de Rennes. Przeciętna zawartość makroskładników w bulwach *Helianthus tuberosus* można uszeregować malejąco: potas (26,29 g·kg⁻¹ s.m.) > fosfor (2,92 g·kg⁻¹ s.m.) > wapń (1,45 g·kg⁻¹ s.m.) > magnez (0,81 g·kg⁻¹ s.m.). Polowa uprawa słonecznika bulwiastego daje szansę na powrót rośliny, która jest gatunkiem ciekawym dla gospodarstw agroturystycznych, a jednocześnie daje możliwość wielokierunkowego wykorzystania, co może zapewnić podstawę surowcową dla przemysłu przetwórczego. Wydaje się celowe rozpowszechnianie uprawy *Helianthus tuberosus* w Polsce, ponieważ pozwoli ona na zapewnienie źródła surowców do produkcji żywności probiotycznej, pasz, inuliny, fruktooligosacharydów, witamin oraz surowca do produkcji biopaliw.

Summary

Studies of *Helianthus tuberosus* L. based on a field experiment conducted in 2006–2008, in Parczewo, soil formed from clay sands light, weak rye complex, class IVb. The factors of the experiment were: artichoke varieties Albik, Rubik and Violet de Rennes. Mean contents of macroelements in *Helianthus tuberosus* tubers can high to low sort: potassium (26.29 g·kg⁻¹ DM) > phosphorus (2.92 g·kg⁻¹ DM) > calcium (1.45 g·kg⁻¹ DM) > magnesium (0.81 g·kg⁻¹ DM). Field of Jerusalem artichoke cultivation gives chance to go back the plant, which is a species interesting for tourist farms, and at the same time makes it possible to multidirectional usage, which can provide the basis of raw materials for the processing industry. It seems reasonable distribution of crops *Helianthus tuberosus* in Poland, because it will allow: provide a source of raw materials for production: probiotic foods, forage, inulin, fructo-oligosaccharides, vitamins, as well as providing the raw material for the production of biofuels.

Wstęp

Gatunek *Helianthus tuberosus* w naszym kraju jest zwany również słonecznikiem bulwiastym, bulwą, bulwikiem ogrodowym, jabłkiem polnym, gruszką polną, ziemniakiem piasków, karczochem jerozolimskim oraz topinamburem [1, 2, 3, 4]. Pochodzenie tego gatunku nie jest do końca wyjaśnione. Według badań Pavlović i Cvetković [5], pochodzi on z Ameryki Południowej. Jednak większość autorów, jako ośrodek pochodzenia słonecznika bulwiastego wskazuje Amerykę Północną [1, 6, 7]. Do Europy gatunek ten dotarł prawdopodobnie w XVII wieku [1], a do Polski – w XVIII wieku [2].

Słonecznik bulwiasty należy do roślin nasiennych – *Spermatophyta*; klasy dwuliściennych – *Magnoliophytina*, rzędu – astrowce – *Asterales*, podrzędu rurkokwiatowe – *Asteridae*, astrowce – *Asterales*; rodziny – *Asteraceae*, podrodziny jęczyzkowate – *Asteroideae*, plemienia – *Heliantheae*, rodzaju – *Helianthus* i jest blisko spokrewniony ze słonecznikiem zwyczajnym (*Helianthus annuus* L.) [6, 8]. Bulwy tego gatunku są bardziej soczyste i słodsze niż bulwy ziemniaka, ponadto cechują się wysoką wartością odżywczą i energetyczną [9, 10]. Głównym materiałem zapasowym tej rośliny jest inulina, podobnie jak skrobia w ziemniakach, która jednak inaczej ulega przyswajaniu przez organizm tak ludzki, jak i zwierzęcy. Pod względem chemicznym inulina jest fruktooligosacharydem i zaliczana jest do składników żywności określanych mianem prebiotyków. Nie ulegają one trawieniu przez enzymy wydzielane do jelita cienkiego i w formie nienaruszonej docierają do jelita grubego, gdzie selektywnie stymulują wzrost lub/i aktywność ograniczonej liczby bakterii [11]. Stąd też bulwy tego gatunku są polecane jako urozmaicenie w żywieniu ludzi i zwierząt, jak również w diecie diabetyków [10, 12]. Bulwy *Helianthus tuberosus* uważane są w Europie Zachodniej za bardzo smaczne, soczyste, delikatne i słodkawe, przypominające w smaku karczochy, szparagi lub bulwy bata [10, 13]. Czerni [9] zwraca uwagę, iż nie powinno się traktować ich jako substytut ziemniaka lecz jako wykwintną, poszukiwaną ze względu na charakterystyczny smak, jarzynę. Do spożycia przeznaczają się bulwy *Helianthus tuberosus* zaraz po wykopaniu, ponieważ dość szybko się starzeją i wtedy nabierają niezbyt przyjemnego smaku. Są one doskonałym uzupełnieniem diety osób z owrzodzeniem żołądka i dwunastnicy oraz w początkowym stadium cukrzycy i fenylketonurii [1, 10, 14]. Bulwy tego gatunku mogą być cennym surowcem dla przetwórstwa spożywczego i przemysłu farmaceutycznego. Jest to możliwe dzięki zawartości w nich cennych składników mineralnych (żelaza, magnezu, fosforu, potasu) i odżywczych (białko, kwasy organiczne, witaminy, związki fenolowe) [1, 12, 14].

Materiały i metody

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2011–2013 w Stacji Doświadczalnej w Parczewie należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (woj. lubelskie). Eksperyment założono metodą podwójnie rozszczeplonych jednostek eksperymentalnych (split-split-plot) w trzech powtórzeniach. Czynnikiem były odmiany: Albik, Rubik i Violet de Rennes. Bulwy sadzono, co 40 cm w rzędzie, zaś odległość między rzędami wynosiła 62,5 cm. Zastosowane w eksperymencie odmiany słonecznika bulwiastego były zróżnicowane pod względem morfologicznym i fizjologicznym:

Albik – to odmiana polska, wyhodowana przez prof. Stanisława Górala, a zarejestrowana na liście odmian uprawnych w 1997 roku. Cechuje się średnio rozpięchłym pokrojem, łodygą o wysokości do 3 m, średniej grubości, liściach owalno-sercowatych, bardzo zaokrąglonych, barwy zielonej i ogonkach liściowych średniej długości, brzegi blaszki liściowej ząbkowane; kwiatostan osadzony na wierzchołkach rozgałęzień łodyg; kwiaty żółtawe; bulwy owalno-podługne do maczugowatych, wąskie, krótkie do średniej długości, skórka bulw kremowa, bulwy osadzone na krótkich stolonach są skupione i trudno oddzielają się od karpki. Odmiana ta wydaje plon bulw od 24 t ha^{-1} na glebach IV klasy bonitacyjnej do 34 t ha^{-1} – na glebach III klasy, a plony zielonej masy tej odmiany są dwukrotnie wyższe od masy bulw [16, 17].

Rubik – odmiana polska, której twórcą był prof. Stanisław Góral, zarejestrowana na liście odmian uprawnych w 1997 roku. Odznacza się, średnio rozpięchłym pokrojem, posiada łodygi ok. 3 m wysokości; kształt liści owalno-sercowaty z zaokrąglonymi końcami, barwa liści zielona; ogonek liściowy – długi, brzegi blaszki liściowej – ząbkowane; kwiatostan osadzony na wierzchołkach rozgałęzień łodyg; kwiaty barwy żółtej. Na zakończeniach stolonów wytwarza bladoczerwone bulwy o wyrównanym, jajowatym kształcie. Jest to odmiana o plonie bulw na poziomie $23\text{--}30 \text{ t ha}^{-1}$, a w bardzo dobrych warunkach – nawet 40 t ha^{-1} [16, 17].

Violet de Rennes – to odmiana francuska, wyhodowana w 1985 roku przez dr F. Le Cohec w La Station d'Amelioration des Plantes Ecole Nationale de Rennes INRA. Cechuje się długim okresem wegetacji, trwającym od 220 do 250 dni. Osiąga wysokość do 2,5 m. Bulwy barwy purpurowej, fioletowej, kształtu gruszkowatego. Bulwy formują się w ciągu 14–16 tygodni między lipcem a drugą połową listopada. Kwitnie w połowie września, po czym rośliny zamierają. Bulwy są w pełni uformowane w połowie listopada. Można je zbierać zimą, jeżeli gleba nie jest zmarznięta [12].

We wszystkich latach badań przedplonem słonecznika bulwiastego był rzepak ozimy, po zbiorze, którego wykonano podorywkę połączoną z bronowaniem a przed zimą – orkę przedzimową, połączoną z przyoraniem obornika, który wniesiono w dawce $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wiosną wykonano kultywatorowanie i bronowanie oraz zastosowano nawożenie mineralne. Nawozy fosforowe aplikowano w formie superfosfatu potrójnego (48%), w ilości $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, potasowe – formie soli potasowej 60%, w ilości $150 \text{ K}_2\text{O ha}^{-1}$, nawożenie azotem – w formie mocznika (46%) 100 kg N ha^{-1} .

W suchej masie bulw oznaczono zawartość: fosforu, potasu, magnezu, wapnia. Zawartość potasu, fosforu, wapnia, magnezu oznaczano w roztworze podstawowym, otrzymanym po mineralizacji bulw „na sucho” w piecu muflowym w temperaturze 450°C . Oznaczono stężenie fosforu kolorymetrycznie, metodą wanadowo-molibdenową, potasu – metodą fotometrii płomieniowej [18] oraz zawartość magnezu, wapnia – metodą ASA [19].

Statystyczne opracowanie wyników wykonano głównie za pomocą analizy wariancji, korelacji prostej i regresji wielomianowej. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora. Istotność różnic pomiędzy średnimi charakteryzującymi badane czynniki oszacowano za pomocą testu Tuckey’a na poziomie istotności $\alpha \leq 0,005$.

Wyniki badań i dyskusja

Bulwy *Helianthus tuberosus* charakteryzują się wysoką zawartością składników mineralnych działających zasadotwórczo. Poziom pierwiastków, takich jak: potas, wapń w bulwach tego gatunku jest wyższy niż w bulwach ziemniaka, korzeniach marchwi i buraka cukrowego, papryce, cebuli czy jabłkach [20, 21]. Skład popiołu części podziemnych słonecznika bulwiastego jest porównywalny do składu bulw ziemniaka, przy czym Cieślak [22] odnotowała trzykrotnie wyższą zawartość żelaza w bulwach *Helianthus tuberosus*. Zaprzeczają temu jednak badania Ekholm i wsp. [20], gdzie poziom tego pierwiastka w bulwach był prawie dwa razy niższy niż w ziemniaku. Sawicka [10, 23] wykazała, że zawartość popiołu całkowitego nie przekracza 2% świeżej masy bulw. Zasobniejsze w popiół są małe bulwy [15]. Porównywalne ilości popiołu stwierdzono w bulwach tego gatunku zbieranych jesienią ($5,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$) i wiosną ($5,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.m.}$) [15].

Przeciętna zawartość makroskładników w bulwach badanych odmian *Helianthus tuberosus* można uszeregować malejąco: potas > fosfor > wapń > magnez (Tabela 2). W suchej masie bulw *Helianthus tuberosus* wg innych autorów znajduje się przeciętnie 3210 mg potasu, 280 mg fosforu, 1120 mg magnezu, 89 mg wapnia [20, 24].

Spośród badanych odmian Rubik charakteryzowała się najkorzystniejszą zawartością mineralnym, z uwagi na najwyższą zawartość w bulwach: fosforu, potasu i magnezu, najmniej zaś – odmiana Albik ze względu na najniższą akumulację w bulwach: fosforu, potasu, wapnia i magnezu. Odmiana Violet de Rennes wyróżniała się spośród pozostałych najwyższą zawartością wapnia. Ponadto zawartość fosforu i magnezu w bulwach wszystkich odmian okazała się homologiczna, z uwagi na wartość tych cech (Tabela 1).

Tabela 1. Zawartość makropierwiastków w bulwach *Helianthus tuberosus* [gkg⁻¹ s.m.]

Table 1. Content macroelements in tubers *Helianthus tuberosus* [gkg⁻¹ s.m.]

| Czynniki eksperymentu Experimental factors | | Makropierwiastki Macroelements | | | |
|---|--|-----------------------------------|----------------|---------------|-----------------|
| | | P Phosphorus | K Potassium | Ca Calcium | Mg Magnesium |
| Odmiany Cultivars | Albik | 2,75 | 24,02 | 1,33 | 0,76 |
| | Rubik | 3,11 | 28,64 | 1,40 | 0,87 |
| | Violet de Rennes | 2,89 | 26,20 | 1,62 | 0,81 |
| | NIR _{$\alpha \leq 0,05$} | n | 0,66 | 0,06 | n |

* – nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,00$; źródło: badania własne

Tabela 2. Statystyczna charakterystyka składników chemicznych

Table 2. Descriptive statistics chemistry

| Cecha Trait | Średnia \pm odchylenie standardowe Mean \pm standard deviation | Współczynnik zmienności The coefficient of variability |
|----------------------|---|---|
| | [gkg ⁻¹ s.m.] | [%] |
| Fosfor Phosphorus | 2,92 \pm 0,18 | 6,22 |
| Potas Potassium | 26,29 \pm 2,31 | 8,79 |
| Wapń Calcium | 1,45 \pm 0,15 | 10,44 |
| Magnez Magnesium | 0,81 \pm 0,06 | 6,77 |

Skład mineralny bulw zależał, zarówno od nawożenia, jak i cech genetycznych słonecznika bulwiastego. Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Sawickiej i Kalebasy [24, 25]. Wg Sawickiej i Kalebasy [25] koncentracja składników mineralnych w bulwach kształtuje się na poziomie: potas od 27,41 do 29,30 gkg⁻¹, fosfor od 3,16 do 3,42 gkg⁻¹, wapń od 1,58 do 1,80 gkg⁻¹ i magnez od 0,82 do 0,86 gkg⁻¹ w suchej masie. Badane odmiany, w większości przypadków, istotnie różniły się pod względem zawartości makropierwiastków. I tak odmiana Albik istotnie najmniej zgromadziła wapnia i potasu, odmiana Rubik akumulowała więcej potasu, zaś Violet de

Rennes – wapnia. Sawicka [10], Seiler i Campbell [26], Sawicka i wsp. [4], Danilčenko i wsp. [27], Izsáki i Kádi [28] oraz Sawicka i Kalembasa [24] podkreślają znaczenie właściwości odmianowych jako czynnika modyfikującego zawartość składników odżywczych w różnych organach roślin.

Fosfor i potas są głównymi składnikami odżywczymi potrzebnymi do zwiększenia plonu słonecznika bulwiastego. Fosfor, podobnie jak azot, bierze udział we wszystkich procesach życiowych zachodzących w roślinie, jest on niezbędny do prawidłowego przebiegu fotosyntezy, oddychania, przemiany materii, a szczególnie niezbędny jest przy powstawaniu białek i substancji zapasowych [30, 29, 31]. Jego niedobór powoduje poważne zakłócenia w podstawowych funkcjach życiowych roślin, czego wynikiem jest osłabienie rozwoju i funkcjonowania poszczególnych organów, a zwłaszcza systemu korzeniowego. Pierwiastek ten jest krytyczny w bilansowaniu potrzeb pokarmowych, rośliny dobrze nim odżywione są bardziej wytrzymałe na stres, mniej podatne na choroby i lepiej plonują; lepiej też tolerują niskie temperatury, wykazują większą tolerancję na niedobory wody i niski odczyn gleby [29, 30]. Zasobność bulw topinamburu w fosfor była dość wysoka i kształtowała się na poziomie $2,92 \text{ g kg}^{-1}$ suchej masy. Największą zasobnością w ten pierwiastek odznaczała się odmiana Rubik, a najmniejszą – Albik; przy czym wszystkie odmiany okazały się homologiczne pod względem tej cechy (Tabela 1). Wartość tej cechy okazała się najbardziej stabilna ze wszystkich badanych cech ($V = 6,22\%$) (Tabela 2).

Potas ze względu na swoje specyficzne funkcje w metabolizmie roślin ma istotny wpływ na jakość plonu. Jedną z podstawowych funkcji jest udział we wzroście komórek merystematycznych poprzez regulację osmotyczną [30]. W komórkach roślinnych potas występuje zarówno w cytoplazmie, jak i w soku komórkowym, głównie w wakuoli. W cytoplazmie spełnia rolę aktywatora około 80 enzymów oraz równoważu ujemny ładunek wielu anionów nieorganicznych oraz organicznych. W soku komórkowym spełnia rolę kationu towarzyszącego w transporcie azotanów i cukrów, jak również reguluje turgor komórek, co pośrednio, w przypadku komórek aparatów szparkowych, wpływa na cały proces wymiany gazowej liści roślin. Wysokich stężeń potasu wymaga także synteza białek zachodząca w rybosomach komórkowych. Zaburzenia tego procesu prowadzą do nagromadzania w roślinach rozpuszczalnych związków azotu w postaci azotanów i amin, w tym toksycznej putrescyny [31].

Rola potasu w procesie fotosyntezy i gospodarki wodnej roślin jest niezbędna głównie dla wzrostu i tworzenia plonu. Są też inne ważne funkcje potasu, takie jak: utrzymanie równowagi kationowo-anionowej, funkcja za-

ładunku/rozładunku łyka, transport i przyswajanie minerałów [30, 31]. Potas utrzymuje turgor komórek roślinnych, stąd też jest to ważne w okresach suszy, w czasie wegetacji; zwiększa powierzchnię liści i zawartość w nich chlorofilu, opóźnia starzenie się liści i przyczynia się do większej fotosyntezy czaszy. Ponadto zwiększa odporność roślin *H. tuberosus* na wyleganie i choroby, stymuluje tworzenie się korzeni, zmniejszając straty wody, zmniejsza stresy środowiskowe spowodowane przez temperaturę, wilgotność, transpirację i oddychanie, wiatr, warunki solenia. Chroni też rośliny przed suszą i przymrozkami. Niedobór potasu może być jedną z przyczyn wczesnego zakwitania, ponieważ obniżony jest wzrost kambium w łodygach słonecznika bulwiastego [29, 30, 31]. W bulwach badanych odmianach *Helianthus tuberosus* zawartość tego pierwiastka wynosiła przeciętnie $26,29 \text{ g kg}^{-1}$ s.m., ze współczynnikiem zmienności $V = 8,79\%$, co świadczy o wysokiej stabilności tej cechy.

Bardzo ważnym składnikiem, zwłaszcza dla słonecznika bulwiastego, jest wapń, ale ważny jest nie tylko sam ten pierwiastek, ale również stosunek jego aktywności w roztworze glebowym do sumy aktywności w roztworze glebowym Ca, Mg, K. Pobrany z roztworu glebowego wapń transportowany jest do części nadziemnej ksylemem. Natomiast w transport na małe odległości zaangażowane są liczne białka transportowe, tzw.: kanały, pompy i nośniki jonowe [32]. Jest to pierwiastek nieprzemieszczający się w roślinie we floemie, co oznacza, że jego niedobór nie może być uzupełniony przez redystrybucję ze starszych do młodszych liści lub z liści do rozwijających się bulw [4, 31]. Niedobór wapnia powoduje zniekształcenie młodych liści, zamieranie pąków wierzchołkowych, kwiatowych, stożków wzrostu korzeni, gdyż wapń bardzo słabo przemieszcza się w roślinie. Ponadto powoduje wiele chorób fizjologicznych. Dlatego istotną sprawą jest stała obecność łatwo przyswajalnego wapnia w strefie systemu korzeniowego. Niedobór wapnia jest również przyczyną wzrostu porażenia rośliny przez pasożyty [30, 31, 32]. Na plantacjach produkcyjnych słonecznika bulwiastego szczególnie ważna jest rola wapnia, gdyż pierwiastek ten decyduje o równowadze składników pokarmowych w żywności i paszy [4]. Wapń jest jednym z podstawowych składników pokarmowych roślin. Pełni on zarówno rolę strukturalną, jak i funkcję uniwersalnego przekaznika informacji. Uczestniczy on w licznych procesach, od podziałów komórkowych począwszy do odpowiedzi na szeroką gamę czynników wewnętrznych i zewnętrznych, odgrywając przy tym rolę od mediatora do stymulatora odpowiedzi [32]. Wapń wywiera duży wpływ na stan koloidów, ponieważ zwiększa lepkość, zmniejsza hydrofilność cytoplazmy, co wpływa na przepuszczalność błon komórkowych. W tkankach pozbawionych wystar-

czających ilości wapnia w reakcji na szok hypoosmotyczny (wzrost wilgotności, opadów deszczu) obserwuje się pęknięcie łodyg słonecznika bulwiastego, które jest rezultatem osłabienia ścian komórkowych [32]. Średnia zawartość wapnia, stanowiła przeciętnie 1,45 suchej masy bulw topinamburu. Współczynnik zmienności tej cechy wynosił $V=10,44\%$, co świadczy o wysokiej stabilności tej cechy (Tabela 2). Najwyższą zasobnością bulw w wapń odznaczała się odmiana Rubik, najniższą zaś Albik (Tabela 1).

Magnez jest pobierany przez rośliny w dużych ilościach. Stanowi centralny atom chlorofilu, decydując o zabarwieniu liści, warunkuje przebieg przemiany materii, wpływa na rozpuszczalność fosforu w glebie. W wyniku jego niedoboru żółknie tkanka pomiędzy użyłkowaniem liści (tzw. chloroza międzyżyłkowa), z czasem tkanka ta zamiera, co prowadzi do zahamowania wzrostu, a nawet zasychania całych roślin [29, 33]. Niedobór magnezu w pierwszej kolejności można zaobserwować na starszych liściach, dzieje się tak w skutek łatwego przemieszczania się magnezu we floemie, czyli redystrybucji ze starszych do młodszych liści lub z liści do rozwijających się bulw [31]. Najpewniejszym sposobem na jednoczesną poprawę zasobności gleby w magnez przyswajalny dla roślin i poprawę jej odczynu jest zastosowanie wapna magnezowego [33]. Wielkość stosunku potasu do magnezu ma istotne znaczenie w procesie fotosyntezy, wpływa bowiem na otwieranie się aparatów szparkowych, co wiąże się z właściwą wymianą gazową i wydajnością fotosyntezy. Antagonistyczne działanie potasu w stosunku do magnezu powoduje zanikanie w glebie przyswajalnych jego form [30, 31]. Średnia zawartość magnezu wynosiła przeciętnie $0,81 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, w suchej masie bulw, a współczynnik zmienności wyniósł $6,77\%$ (Tabela 1, 2). Cechy genetyczne badanych odmian nie miały istotnego wpływu na zawartość tego pierwiastka.

Wnioski

1. Cechy genetyczne badanych odmian wpłynęły istotnie na zawartość potasu i wapnia w bulwach *Helianthus tuberosus*.
2. Odmiana Rubik charakteryzowała się najwyższą zawartością fosforu, potasu i magnezu, zaś najniższą zawartość wapnia zaobserwowano w bulwach odmiany Albik.
3. Właściwości badanych odmian topinamburu mają wpływ na zawartość składników mineralnych, które mogą znacznie poprawić stan odżywienia zarówno ludzi, jak i zwierząt oraz zmniejszyć ich problemy żywieniowe i zdrowotne.

Literatura

- [1] Cieślak E., Filipiak-Florkiewicz A., Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) – możliwości wykorzystywania do produkcji żywności funkcjonalnej, *Żywność*, 2000, 1(22), s. 71–81.
- [2] Góral S., Wartość użytkowa topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.), *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2000, 468, s. 17–30.
- [3] Kalembara D., Ilość i skład chemiczny popiołu z biomasy roślin energetycznych, *Acta Agrophysica*, 2006, 7 (4), s. 909–914.
- [4] Sawicka B., Michałek W., Skiba D., Sprawność pierwotnych reakcji fotosyntezy a produktywność roślin *Helianthus tuberosus* L., *Mat. Kon. Nauk. nt.: „Uprawa roślin energetycznych a wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce”*, Puławy, 4–5 czerwca, 2008, s. 55–56.
- [5] Pavlović V., Cvetković D., Uperedna ispitivanja hemijskih karakteristika nekih sorti topinambura (*Helianthus tuberosus* L.), *Asteraceae*, *Bulletin of the Chemists and Technologists of Macedonia*, 1990, 9, s. 69–74.
- [6] Pignatelli V., Alfano V., Correnti A., Farneti A. An Innovative Project for the Production of Biogas by Co-digestion of the OFMSW and Topinambur at the Landfill of Cupinoro (Bracciano, Rm), *Proceedings of the 3RD International Symposium on Energy from Biomass and Waste*, Venice, Italy 8–11 November, 2010, s. 87–97.
- [7] Żołnierz L., Klocek I., Pruchniewicz D., Rozwój skupień inwazyjnego słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) i ich wpływ na roślinność siedlisk antropogenicznych, [w:] Kącki J., Stefańska-Krzaczek E. (red.). *Synantropizacja w dobie zmian różnorodności biologicznej*, *Acta Botanica Silesiaca*, 2011, 6, s. 213–227.
- [8] Kays S.J., Nottingham S.F., *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke Helianthus tuberosus L.*, CRC Press Taylor & Francis Group, Broken Sound Parkway NW, 2008.
- [9] Czerni A., *Warzywa rzadko spotykane*, Wyd. Watra, Warszawa, 1986.
- [10] Sawicka B., Możliwość wykorzystania słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) jako warzywa, *Proceedings of the VIII Scientific Horticulture Plant Breeding Symposium, Horticulture Plant Breeding to start with XXI century*, Lublin, 1999, 04-05.02., s. 95–98.
- [11] Sobolewska S., Greła E.R., Skomial J., Inulina i jej oddziaływanie u ludzi i zwierząt [w:] *The use of flax and inulin in nutrition and food production*, (red.) A. Czech, R. Klebaniuk, *Wyd. Stowarzyszenie Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS”*, Lublin, 2012, s. 65–88.
- [12] Chekroun M.B., Amzile J., Mokhtari A., Haloui N.E.E., Prevost J., Fontanillas R., Comparison of fructose production by 37 cultivars of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 1996, 24, s. 115–120.
- [13] Sawicka B., Skiba D., Zmienność ciemnienia miąższu bulw surowych i gotowanych słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.), *Annales UMCS, sec. E.*, 2009, 64 (2), s. 15–22.
- [14] Zıyan E., Pekyardımcı Ş., Characterization of polyphenol oxidase from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), *Turkish Journal of Chemistry*, 2003 27, s. 217–225.
- [15] Florkiewicz A., Cieślak E., Filipiak-Florkiewicz A., Wpływ odmiany i terminu zbioru na skład chemiczny bulw topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.), *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 3 (52), s. 71–81.
- [16] Gacek E., *Lista odmian roślin rolniczych*, (red.) Gacek E., COBORU, Słupia Wielka, 1998.
- [17] Ałtasik W., Topinambur, *Częstochowska Gazeta Rolnicza*, 10/2001. http://www.czwa.odr.net.pl/archiwum_artykul.php?id=157.

Wpływ właściwości genetycznych na zawartość wybranych...

- [18] Krełowska-Kulas M., Badanie jakości produktów spożywczych, PWE, Warszawa, 1993, s. 558.
- [19] AOAC 2006. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 18th Edition. AOAC Intl, Edited by Horwitz J.W., Latimer G.W., Publisher: Aoac Intl. Current Through Revision 1, http://cobio.iamb.it/share/img_bibliografia/1_cobio.pdf, 2006.
- [20] Ekholm P., Reinivuo H., Mattila P., Pakkala H., Koponen J., Happonen A., Hellström J., Ovaskainen M.L., Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007, 20, s. 487–495.
- [21] Sawicka B., Michałek W., Skiba D., Wrażliwość roślin *Helianthus tuberosus* L. na chlorażon, *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2007, 47 (1), s. 363–370.
- [22] Cieślik E., Zawartość składników mineralnych w bulwach nowych odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.), *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie*, 1998, 342, s. 23–30.
- [23] Sawicka B., Jakość bulw *Helianthus tuberosus* w warunkach stosowania herbicydów, *Annales UMCS, E-49(3)*, 2004, s. 1245–1257.
- [24] Sawicka B., Kalembasa S., Fluctuation of protein nitrogen level in tubers of *Helianthus tuberosus* L. caused by varying levels of nitrogen fertilization, *Ecological Chemistry and Engineering*, 2013, 20(2), s. 213–223.
- [25] Sawicka B., Kalembasa D., Zmienność zawartości makroelementów w bulwach *Helianthus tuberosus* L. pod działaniem zróżnicowanego nawożenia azotem, *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 2008, 7(1), s. 67–82.
- [26] Seiler G. J., Campbell L.G., Genetic Variability for Mineral Concentration in the Forage of Jerusalem artichoke Cultivars, *Euphytica*, 2006, 150, s. 281–288.
- [27] Danilčenko H., Jariénė E., Gajewski M., Cerniauskiene, J., Sawicka B., Aleknavičienė P. Accumulation Of Elements in Some Organically Grown Alternative Horticultural Crops in Lithuania., *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 2011, 10(2), s. 23–31.
- [28] Izsáki Z., Kádi G.N. Biomass Accumulation and Nutrient Uptake of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), *American Journal of Plant Sciences*, 2013, 4, s. 1629–1640.
- [29] Starck Z., Fizjologiczne podstawy produktywności roślin, [w:] *Podstawy fizjologii roślin*, (red.) J. Kopcewicz i S. Lewak, PWN Warszawa, 1998, s. 634–662.
- [30] Grzebisz W., Szczepaniak W., Systemy nawożenia, *Journal of Elementology*, 2003, 8(3), s. 95–107.
- [31] Fotyma M., Testy glebowe potasu łatwo dostępnego dla roślin, *Nawozy i Nawożenie*, 2011, 44, s. 6–16.
- [32] Wińska-Krysiak M., Białka transportujące wapń w roślinie, *Acta Agrophysica*, 2006, 7(3), s. 751–762.
- [33] Gosek S., Wpływ wapnowania na zdrowotność roślin, *Nasza Rola*, 2010, 27, s. 29–31.

Do cytowania:

Skiba D., Sawicka B., Wpływ właściwości genetycznych na zawartość wybranych składników mineralnych w bulwach *Helianthus tuberosum* L., *Herbalism*, 2016, 1 (2), s. 128–137.

Możliwości wykorzystania ziarna owsa w diecie człowieka **The possibility of the use of oats in the human diet**

*Renata Tobiasz-Salach, **Barbara Krochmal-Marczak

*Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Produkcji Roślinnej, ul. Zelw-
erowicza 4 35-601 Rzeszów, e-mail: rentobsal@wp.pl; **Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im.
Stanisława Pigońa w Krośnie, Zakład Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich ul. Dmochowskie-
go 12, 38-400 Krosno

Słowa kluczowe: owies nieoplewiony, wartość odżywcza, makroelementy, mikroelementy
Keywords: naked oat, nutritional value, macroelements, microelements

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania ziarna owsa w diecie człowieka. Ana-
lizowano skład chemiczny i zawartość makro- i mikroelementów w ziarnie dwóch form
owsa oplewionego i nieoplewionego. Na podstawie przeprowadzonej analizy wykazano, że
ziarno owsa nieoplewionego charakteryzowało się bardziej korzystnym składem chemicz-
nym niż ziarno owsa oplewionego. Posiadało wyższą zawartość białka, tłuszczu a także
bezażotowych związków wyciągowych. Owies nieoplewiony charakteryzował się wyższą
zawartością potasu, wapnia, magnezu i sodu, natomiast owies oplewiony zawierał więcej
potasu i żelaza

Summary

The paper presents possible uses of oats in human diet. It analyses the chemical compo-
sition and the content of macro- and microelements in grains of hulled and unhulled oats.
Based on the analysis, it was proven that unhulled oat has a more advantageous chemical
composition than hulled oat. It contains more protein, fat and nitrogen-free extracts. Un-
hulled oat is characterised by a higher potassium, calcium, magnesium and sodium con-
tent, whereas hulled oat contains more potassium and iron.

Wstęp

Jednym z problemów, które stoją przed współczesną cywilizacją są niewąt-
pliwie zagadnienia, dotyczące konieczności zwiększania w diecie człowie-
ka produktów, które będą miały działanie profilaktyczne, w tym antycho-
lesterolowe. Jednym z takich produktów są przetwory owsiane, zaliczane
do żywności funkcjonalnej. Do niedawna ziarno owsa wykorzystywane
było jako pasza dla koni, a tylko niewielkie ilości stosowano w żywieniu

człowieka. Aktualnie znaczenie konsumpcyjne tego zboża znacznie wzrosło, co wynika z jego wysokich wartości fizjologiczno-żywnościowych. Ziarno owsa charakteryzuje się wysoką zawartością białka o korzystnym składzie aminokwasowym, znaczną zawartością tłuszczu, w tym nienasyconych kwasów tłuszczowych, wysoką zawartością rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego z dużym udziałem β -glukanów oraz obecnością związków fenolowych o właściwościach antyoksydacyjnych [1]. W obłuszczonej ziarnie owsa ilość białka waha się w granicach 15–20%. Ponadto aminokwasy egzogenne: lizyna, treonina i metionina występują w owsie w większej ilości niż u pozostałych zbóż [2]. Ziarno owsa jest również bogate w makroelementy (K, Ca, Mg) i mikroelementy (Cu, Zn, Fe, Mn, Bo, Mo, Co, Se). Spożywanie produktów pochodzenia owsianego ma działanie hipocholesterolemiczne [1, 3, 4] i hipotensyjne, wyrównuje poziom glukozy we krwi i prowadzi do eliminowania wolnych rodników. Występujące w owsie rozpuszczalne β -glukany korzystnie wpływają na poposiłkowe stężenie glukozy we krwi, zwiększają odporność na infekcje bakteryjne, obniżają ryzyko występowania chorób krążenia. Lange [4] podaje, że wprowadzenie produktów owsianych do diety człowieka ma korzystny wpływ na gospodarkę lipidową i węglowodanową. Wspomaga dietoterapię nadciśnienia tętniczego oraz zmniejsza ryzyko występowania niektórych nowotworów. Owies jest zbożem bezglutenowym, dlatego jego produkty są bezpieczne dla większości osób chorych na celiakię [5]. Inne prozdrowotne właściwości owsa to poprawa koncentracji i nastroju, działanie pobudzające i przeciwpróchnicze, antyalergiczne i antyastmatyczne. Bogate w rozpuszczalne składniki błonnika pokarmowego przetwory owsiane mogą być również istotnym elementem wspomagania dietoterapii nadciśnienia tętniczego i dietoprofilaktyki nowotworów jelita grubego [3]. Aktualnie w uprawie występują dwie formy owsa, *Avena sativa* (owies oplewiony) i *Avena nuda* (owies nieoplewiony). W rejestrze COBORU (2015 r.) zarejestrowanych było 25 odmian oplewionych i 5 nieoplewionych owsa. Biorąc pod uwagę wymienione właściwości dietetyczne owsa, podjęto badania, które mają na celu porównanie składu chemicznego dwóch form owsa oplewionego i nieoplewionego. Ziarno tych odmian może być wykorzystane jako dodatek do produktów prozdrowotnych i mąk z innych zbóż glutenowych.

W badaniach przyjęto hipotezę badawczą, która zakłada, że ziarno owsa nieoplewionego charakteryzuje się korzystniejszymi cechami żywieniowymi niż ziarno owsa oplewionego. W celu weryfikacji tej hipotezy przeprowadzono analizę zawartości składników podstawowych (białko ogólne,

tłuszcz surowy, popiół surowy, włókno surowe i BZW) oraz wybranych składników mineralnych (potas, fosfor, wapń magnez i sód, żelazo, mangan i cynk) w ziarnie odmian owsa oplewionego i nieoplewionego.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na ziarnie owsa zebranych w latach 2010–2012 ze Stacji Oceny Odmian w Dukli. Doświadczenie założono na kompleksie zbożowym górskim. Była to gleba ciężka – mazoregion Beskid Niski (49°55'N, 21°68'E). W założonym doświadczeniu jednoczynnikowym, w czterech powtórzeniach oceniano plonowanie i skład chemiczny 4 odmian owsa: odmiany nieoplewione (Maczo i Siwek) i oplewione (Bingo i Krezus). Materiał siewny został zaprawiony preparatem Baytan Universal 094 FS w dawce 400 ml na 100 kg ziarna. Agrotechnika nie odbiegała od powszechnie przyjętych zasad dotyczących roślin zbożowych. Nawożenie PK było stałe i wynosiło: 80 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 100 kg·ha⁻¹ K₂O. Nawożenie azotem w formie saletry amonowej wynosiło 80 kg·ha⁻¹ i stosowane było dwukrotnie po wschodach i na początku strzelania w źdźbło. Przedplonem dla owsa było pszenżyto ozime (2010 r.) i rzepak jary (w latach 2011 i 2012). Siew owsa w latach badań wykonano siewnikiem zbożowym w rzędy co 12,5 cm w I dekadzie kwietnia. Zakładana obsada roślin wynosiła 550 szt·m⁻¹. Zabiegi ochrony roślin przeprowadzono według zaleceń Instytutu Ochrony Roślin. Zbioru ziarna w latach badań dokonano kombajnem poletkowym w II dekadzie sierpnia. Ziarno z każdego poletka ważono oraz pobrano próby do oznaczenia wilgotności, masy 1000 ziaren oraz składu chemicznego ziarna.

Podstawowy skład chemiczny ziarna wykonano następującymi metodami: zawartość białka ogółem – metodą Kjeldahla, które obliczono na podstawie zawartości azotu ogółem i przelicznika 6,25 [6], tłuszczu surowego – metodą Soxhleta, włókna surowego – metodą Henneberga – Stohmana w modyfikacji Pruszyńskiego, popiołu surowego – spalając materiał w temperaturze 600oC, wilgotność ziarna oznaczono metodą suszarkowo-wagową. Matematycznie wyliczono zawartość związków bezazotowych wyciągowych (BZW). W ziarnie oznaczono zawartość: makroelementów (ogólne formy), po uprzedniej mineralizacji w temperaturze 220°C w mieszaninie HNO₃:HClO₄:H₂O₄ w stosunku 20:5:1; P – metodą wanadowo-molibdenową, K i Na – metodą fotometrii płomieniowej, mikroelementów: Fe, Mn, Cu, Zn – metodą AAS. Zawartość pierwiastków w ziarnie wyrażono w odniesieniu do suchej masy.

Wyniki uzyskane opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, stosując test Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że ziarno owsa nieoplewionego (odmian Maczo i Siwek) pod względem składu chemicznego było bardziej wartościowe niż owsa oplewionego (Tabela 1). Zawierało ono więcej białka i tłuszczu, a także bezazotowych związków wyciągowych. Z kolei ziarno owsa oplewionego (odmiany Bingo i Krezus) posiadało więcej włókna i popiołu. Zależność taka wystąpiła w każdym roku badań i była potwierdzona statystycznie. Wykazano także wpływ warunków klimatyczno-glebowych na skład chemiczny ziarna. Więcej białka i mniej tłuszczu gromadził owies w ziarnie w suchym 2012 roku w porównaniu do mokrego 2010 roku. Przeprowadzone badania są zgodne z wynikami innych autorów, według których, zawartość białka ogółem w ziarnie obłuszczonej wynosi średnio od 15 do 20% i jest o 10–25% większa niż w innych zbożach [1]. Korzystną cechą owsa jest to, iż posiada wysoką zawartość aminokwasów egzogennych których organizm nie jest w stanie sobie sam wytworzyć [7, 8, 9, 10, 11]. Zawartość tłuszczu w ziarnie owsa jest to cecha genetyczna, jednak silnie modyfikowana przez czynniki środowiskowe i agrotechniczne. Gąsiorowski [9, 10, 11] podaje, że zawartość tłuszczu w owsie krajowym wynosi 5,35%, przy zmienności 2,3% – 9,2%. Badania Kawki [5] wykazały, iż zawartość ta kształtuje się od 5,8 do 6,4%, zaś Brown i Craddock [12] stwierdzili, że zawartość tłuszczu w obłuszczonych ziarniakach owsa waha się w granicach od 3% do 11,6% i zależy od warunków klimatyczno-glebowych. Ziarniaki owsa nieoplewionego charakteryzują się wyższą jego zawartością niż oplewione [11, 13, 14, 15, 16]. W badaniach własnych zawartość tłuszczu w ziarnie owsa wynosiła 5,8% (Tabela 1), czyli mieściła się w przedziale podanym przez autorów. Odmiany nieoplewione Maczo i Siwek zgromadziły prawie dwukrotnie więcej tłuszczu niż odmiany Krezus i Bingo, co spowodowane było głównie ich cechą genetyczną, o czym donosi również Nita [17], a także wysokimi opadami w czasie wypełniania ziarna (szczególnie w 2010 roku), co zdaniem Bartnikowskiej i wsp. [18, 19] jest warunkiem uzyskania wysokich plonów tłuszczu o dobrej jakości.

Tabela 1. Zawartość składników organicznych i popiołu w ziarnie odmian owsa w latach 2010–2012a.
Table 1. Organic components and ash of grain oats (mean for 2010–2012)

| | Białko ogólne Crude protein | | | | Tłuszcz surowy Crude fat | | | | Włókno surowe Crude fibre | | | | Popiół surowy Crude ash | | | | BZWN-free ekstrakt | | | |
|---|--------------------------------|------------|------------|------------|-----------------------------|-------------|-------------|-----------|------------------------------|-----------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|------------|------------|------------|
| | 2010-2011 | | 2010-2012 | | 2010-2011 | | 2010-2012 | | 2010-2011 | | 2010-2012 | | 2010-2011 | | 2010-2012 | | 2010-2011 | | 2010-2012 | |
| | g·kg ⁻¹ s. m. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Odmiany Cultivars | 2010 | 2011 | 2012 | 2010-2012 | 2010 | 2011 | 2012 | 2010-2012 | 2010 | 2011 | 2012 | 2010-2012 | 2010 | 2011 | 2012 | 2010-2012 | 2010 | 2011 | 2012 | 2010-2012 |
| Maczo* | 168 | 159 | 134 | 154 | 74,8 | 69,8 | 71,9 | 72 | 29,8 | 30,1 | 32,9 | 30,93 | 20,1 | 23 | 19,8 | 21,0 | 707 | 718 | 741 | 722 |
| Siwek* | 158 | 149 | 156 | 154 | 69,9 | 66,8 | 70,1 | 69 | 29,8 | 36,9 | 39,1 | 35,27 | 22,6 | 23,4 | 21,5 | 22,5 | 720 | 724 | 713 | 719 |
| Bingo | 106 | 123 | 134 | 121 | 39,8 | 41,2 | 42,1 | 41 | 112 | 121 | 132 | 121,67 | 19,7 | 23,6 | 25,6 | 23,0 | 723 | 691 | 666 | 693 |
| Krezus | 112 | 116 | 99 | 109 | 40,2 | 42,3 | 45,1 | 43 | 123 | 124 | 139 | 128,67 | 25,9 | 26,7 | 29,8 | 27,5 | 699 | 691 | 687 | 692 |
| średnia | 136 | 137 | 131 | 135 | 56,1 | 55,0 | 57,3 | 56 | 73,6 | 78 | 85,7 | 79,1 | 22,1 | 24,2 | 24,7 | 23,5 | 712 | 706 | 702 | 707 |
| NIR/ LSD _{amb05} | 4,26 | 3,74 | 6,43 | 11,5 | 2,55 | 2,45 | 2,20 | 5,28 | 6,32 | 5,82 | 8,32 | 9,31 | r. n | 1,45 | 6,21 | 3,65 | 14,3 | 16,7 | 26,5 | 10,4 |
| NIR /LSD _{amb05} Lata/ Years | - | - | - | 3,21 | - | - | 0,17 | 2,35 | - | - | - | 2,80 | - | - | - | 2,80 | - | - | - | 4,45 |

*formy nieoplewione

Możliwości wykorzystania ziarna owsa w diecie człowieka

Owies obok prosa jest zbożem o wysokiej zawartości składników mineralnych. Ziarno owsa nagoziarnistego zawiera mniej włókna w porównaniu z owsem oplewionym [20, 21], co wykazano także w badaniach własnych (Tabela 2). Zawartość popiołu w ziarnie owsa jest cechą odmianową i waha się w granicach od 2,7 do 3,7% (obłuszczone jest o ok. 50% uboższe w potas). Pisulewska i wsp. [16] podają zawartość popiołu w ziarnie, jako średnią dla owsa europejskiego – 3,61% i 3,91% dla amerykańskiego. Największy udział w popiele ma fosfor, który stanowi prawie 50%, następnie potas (około 33%) i magnez (12–13%). Owies góruje nad innymi zbożami zawartością wapnia, żelaza, cynku, miedzi i manganu. Zawartość związków mineralnych wykazuje dużą zmienność w zależności od rodzaju i zasobności gleby w przyswajalne składniki mineralne, stosowanych zabiegów agrotechnicznych, nawożenia, a także przebiegu warunków pogodowych w okresie wegetacji [10, 11], co potwierdziły także badania własne (Tabela 1, 2). Formy nieoplewione owsa posiadały większą zawartość fosforu, wapnia, magnezu i sodu, a mniej potasu niż formy oplewione. Z analizowanych mikroelementów owies nieoplewiony górował nad oplewionym pod względem zawartości Cu, Mn i Zn (Tabela 2).

Tabela 2. Zawartość składników mineralnych w ziarnie odmian owsa (średnia 2010–2012)

Table 2. Chemical composition of grain oats (mean 2010–2012)

| Odmiany Cultivars | Makroelementy Macroelements | | | | Mikroelementy Microelements | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | g·kg ⁻¹ s. m. | | | | mg kg ⁻¹ s. m. | | | | |
| | P | K | Ca | Mg | Na | Cu | Fe | Mn | Zn |
| Maczo* | 3,65 | 4,03 | 0,49 | 1,32 | 0,021 | 3,83 | 46,8 | 48,6 | 33,6 |
| Siwek* | 3,73 | 3,97 | 0,48 | 1,46 | 0,023 | 3,91 | 43,6 | 43,6 | 35,6 |
| Bingo | 3,21 | 4,52 | 0,42 | 1,08 | 0,019 | 3,52 | 69,8 | 33,9 | 25,6 |
| Krezus | 3,26 | 4,39 | 0,47 | 1,09 | 0,018 | 3,62 | 73,9 | 32,6 | 21,3 |
| Średnia | 3,46 | 4,23 | 0,47 | 1,24 | 0,020 | 3,72 | 58,53 | 39,68 | 29,03 |
| NIR/LSD <small>α=0,05</small> | 0,39 | 0,29 | r. n. | 0,19 | r. n. | 0,23 | 15,3 | 9,3 | 2,36 |

*formy nieoplewione

Wnioski

1. Ziarno badanych odmian owsa nieoplewionego charakteryzowało się bardziej korzystnym składem chemicznym niż ziarno owsa oplewionego. Posiadało wyższą zawartość białka, tłuszczu, a także bezazotowych związków wyciągowych.
2. Z analizowanych składników mineralnych, owies nieoplewiony charakteryzował się wyższą zawartością potasu, wapnia, magnezu i sodu.
3. Pod względem zawartości mikroelementów odmiany nieoplewione owsa zawierały więcej miedzi, manganu i żelaza w porównaniu do owsa oplewionego.
4. Owies oplewiony zawierał więcej potasu.

Literatura

- [1] Prażak R., Romanowicz A., Wykorzystanie postępu biologicznego w uprawie owsa w Polsce, *Polish Journal of Agronomy*, 2014, 17, s. 30–37.
- [2] Czubaszek A., Wybrane cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna kilku odmian owsa, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2003, 229, s. 307–315.
- [3] Gibiński M., Gambuś H., Nowakowski K., Mickowska B., Pastuszka D., Augustyn G., Sabat R., Wykorzystanie mąki owsianej – produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa – w piekarstwie, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 3 (70), s. 56–75.
- [4] Lange E., Wpływ ekstrudowanych przetworów z owsa nagoziarnistego na zawartość tłuszczu w żołądku i lipemię poposiłkową u szczurów, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2003, 229, s. 247–261.
- [5] Kawka A., Współczesne trendy w produkcji piekarskiej – wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 3(79), s. 25–43.
- [6] PN-EN-ISO-5983-1: 2005. Pasze. Oznaczanie zawartości azotu i obliczanie zawartości białka ogólnego. Część I. Metoda Kjeldahla, Wyd. PKN, Warszawa.
- [7] Fabijańska M., Kosieradzka I., Sokół J., Bekta M., Bobel B., Polskie odmiany zbóż w żywieniu zwierząt, *Zesz. Nauk. PTZ, Przegląd Hodowlany*, 2002, 60, s. 197–210.
- [8] Fabijańska M., Kosieradzka J., Atuty odmian nagich, *Nowoczesne rolnictwo*, 1995, s. 3, 1–20.
- [9] Gąsiorowski H., Współczesne poglądy na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, supl. 1999, 1(18), s. 193–195.
- [10] Gąsiorowski H., Wartość fizjologiczno-żywnościowa owsa, *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2003a, 3, s. 26–28.
- [11] Gąsiorowski H., Owies w żywieniu człowieka, *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2003b, 4, s. 2–4.
- [12] Brown C., Craddock J., Oil content and oat weight of entries in the world, *Oat Collection, Crop Science*, 1972, 12, s. 145–148.

Możliwości wykorzystania ziarna owsa w diecie człowieka

- [13] Biel W., Petkov K., Maciorowski R., Nita Z., Jaskowska I., Ocena jakości ziarna różnych form owsa na podstawie składu chemicznego, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2006, 239, s. 205–211.
- [14] Biel W., Bobko K., Maciorowski R., Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain, *Journal of Cereal Science.*, 2009, 49, s. 413–418.
- [15] Biel W., Maciorowski R., Bobko K., Jaskowska I., Chemical composition and energy value of dwarf oats grain, *Italian Journal of Food Science*, vol. 2011, 23 ISS. 2, s. 180–187.
- [16] Pisulewska E., Klima K., Witkowicz R., Borowiec F., Plon, zawartość oraz skład kwasów tłuszczowych owsa odmiany Dukat w zależności od udziału wsiewki wyki jarej, *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, supl. 1999, 1(18), s. 246–252.
- [17] Nita Z., Współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli owsa w Polsce, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików*, 2003, 229, s. 13–20.
- [18] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M., Ziarno owsa, niedocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2000a, 215, s. 209–221.
- [19] Bartnikowska E. Lange E., Rakowska M., Ziarno owsa, niedocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 2000b, 215, s. 223–237.
- [20] Petkov K., Piech M., Lubowicki R., Łukaszewski Z., Jaskowska I., Biel W., Ocena wartości pokarmowej ziarna owsa nieoplewionego i oplewionego w żywieniu trzody chlewnej, *Roczniki Naukowe Zootechnika*, 2001, 28 (2), s. 165–173.
- [21] Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowiecka A., Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, supl. 1999, 1(18), s. 246–252.

Do cytowania:

Tobiasz-Salach R., Krochmal-Marczak B., Możliwości wykorzystania ziarna owsa w diecie człowieka, *Herbalism*, 2016, 1 (2), s. 138–145.