

Liście jabłoni jako źródło składników bioaktywnych

Apple leaves as a source of bioactive compounds

Małgorzata Tabaszewska^{1,2}, Radosława Skoczeń-Słupska¹, Patrycja Wójcik⁴,
Grzegorz Tokarczyk³

¹ Katedra Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywnienia, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: malgorzata.tabaszewska@urk.edu.pl

² Katedra Żywnienia Człowieka i Metabolomiki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Rybacka 1, 70-204 Szczecin

³ Katedra Technologii Rybnej, Roślinnej i Gastronomicznej, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin

⁴ Absolwentka kierunku technologia żywności i żywienie człowieka, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Słowa kluczowe: liście jabłoni, 'Idared', 'Oliwka Inflancka', składniki bioaktywne

Keywords: apple leaves, 'Idared', 'Oliwka Inflancka', bioactive compounds

Streszczenie

Malus domestica L. należy do najpopularniejszych roślin sadowniczych w strefie klimatu umiarkowanego. Celem niniejszej pracy była ocena liści jabłoni dwóch odmian: 'Idared' i 'Oliwka Inflancka' zebranych w trzech terminach (wiosna, lato, jesień), jako potencjalnego źródła związków bioaktywnych z możliwością zastosowania w produkcji kosmetyków. W liściach oznaczono zawartość polifenoli ogółem, fenylopropanoidów, flawonoli, antocyjanów, a także oznaczono aktywność przeciwutleniającą względem rodnika ABTS oraz zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP). Liście jabłoni odmiany 'Idared' na ogół zawierały większą liczbę oznaczanych składników bioaktywnych oraz cechowały się większą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu do liści jabłoni odmiany 'Oliwka Inflancka'. Liście pozyskane jesienią na ogół były zasobniejsze w oznaczane składniki bioaktywne i cechowały się większą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu do liści pozyskanych w pozostałych porach roku.

Summary

Malus domestica L. is one of the most popular fruit plants in the temperate climate zone. The aim of this study was to evaluate the leaves of two apple varieties: 'Idared' and 'Oliwka Inflancka' collected in three periods (spring, summer, autumn) as a potential source of

bioactive compounds with the possibility of use in the production of cosmetics. The content of total polyphenols, phenylpropanoids, flavonols, anthocyanins was determined in the leaves, as well as the antioxidant activity against the ABTS radical and the ability to reduce iron ions (FRAP). The leaves of the 'Idared' apple variety generally contained a greater amount of the determined bioactive components and were characterized by greater antioxidant activity compared to the leaves of the 'Oliwka Inflancka' apple variety. The leaves collected in autumn were generally richer in the assayed bioactive components and were characterized by greater antioxidant activity compared to the leaves collected in other seasons.

Wprowadzenie

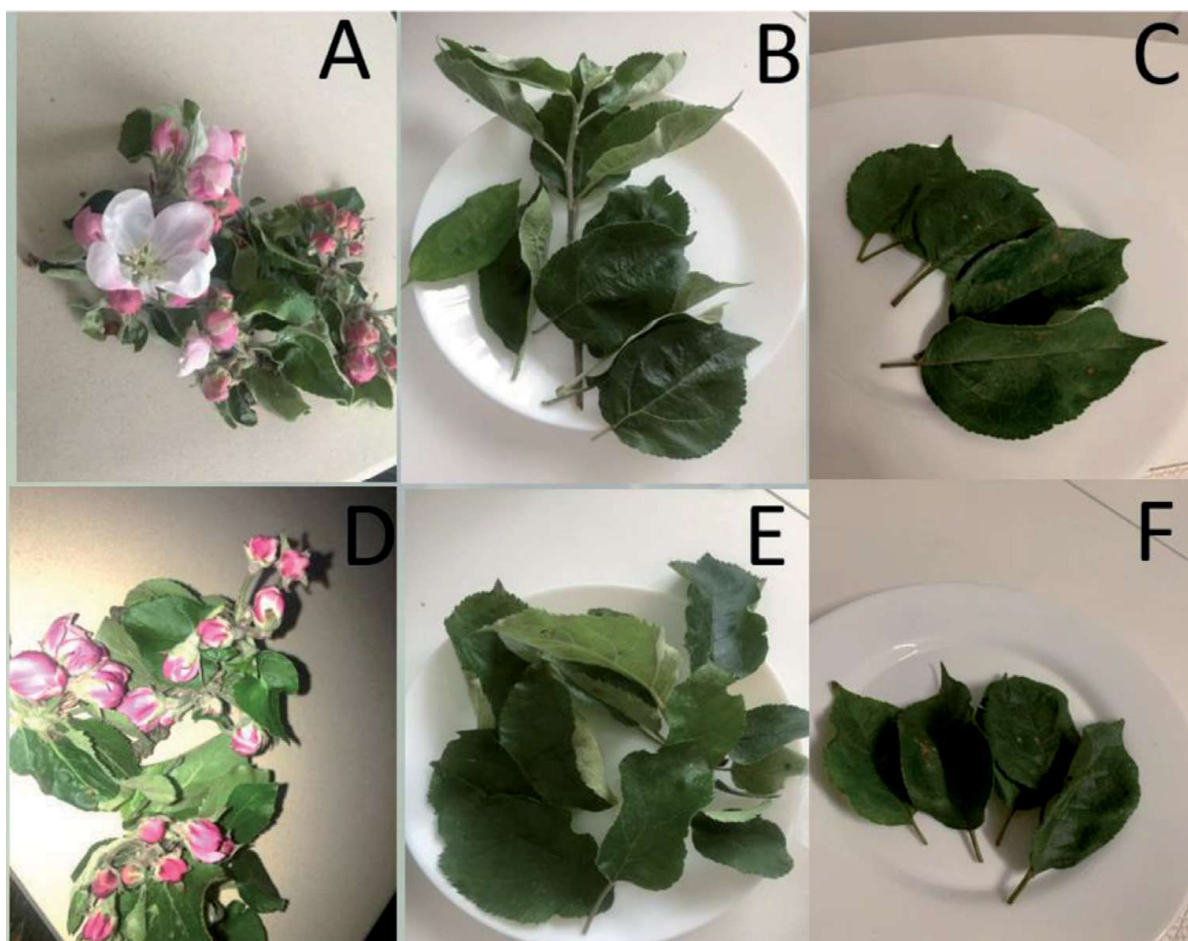
Liście wielu roślin wykorzystywane były przez człowieka w różny sposób, m.in. stanowiły pożywienie ludzi i zwierząt, surowiec w medycynie naturalnej do zapobiegania i leczenia licznych chorób, także do wytwarzania używek czy w kosmetologii w celu dbania o prawidłową kondycję skóry. Liście roślin użytkowych są tematem licznych prac badawczych związanych z ich korzystnym oddziaływaniem na organizmy żywe [1–3]. Udowodniono, m.in., że ekstrakty z liści aronii wykazywały działanie przeciwzapalne i przeciwnowotworowe na linii komórkowej SK-Hep1 i Raw 264.7 [4] czy przeciwbiałaczkowe wobec linii komórkowych HL60 [5]. Z kolei ekstrakty z liści pigwy wykazywały korzystne działanie m.in. na profil lipidowy krwi królików [6]. Natomiast ekstrakt z liści morwy czarnej wykazywał działanie przeciwnowotworowe wobec linii komórkowej HeLa [7].

Jabłoń domowa (*Malus domestica* L.), należąca do rodziny różowate (Rosaceae), jest najpopularniejszą rośliną sadowniczą w strefie klimatu umiarkowanego. Roślina ta jest niewysokim (5–12 m) drzewem o liściach długości od 5 do 12 cm i szerokości od 3 do 6 cm, owalnych lub jajowatych, piłkowanych, o owłosionym spodzie. Kwiaty, koloru blad różowego, osadzone na skróconych pędach rozkwitają wiosną równocześnie z pączkowaniem liści [8]. Na świecie w uprawie występuje około 10 tys. odmian tej rośliny [8]. W Polsce dominują odmiany: 'Red Jonaprince', 'Idared', 'Golden Delicious', 'Gala', 'Szampion', 'Ligoł', bardzo popularna jest również wczesna odmiana jabłoni 'Oliwka Inflancka' [9]. Jabłonie, oprócz cennego spożywczego surowca, którym są jabłka (wykorzystywane zarówno do bezpośredniej konsumpcji, jak i przetwórstwa), mogą dostarczać również liście zasobne w składniki bioaktywne. Zawartość składników w roślinach zależy od wielu czynników, które związane są m.in. z uprawą, warunkami klimatyczno-glebowymi, odmianą, ale również z czasem wegetacji rośliny [10]. Liście jabłoni zasobne są w liczne związki bioaktywne, przede wszystkim w związki fenolowe, a zwłaszcza floretynę i procyanidynę. Liście jabłoni wykazują większą aktywność przeciwutleniającą oraz zawierają większą ilość związków fenolowych niż ich owoce [3, 11].

Celem niniejszej pracy była ocena liści jabłoni dwóch odmian: ‘Idared’ i ‘Oliwka Inflancka’, zebranych w trzech terminach (wiosną, latem, jesienią), jako potencjalnego źródła związków bioaktywnych z możliwością zastosowania przy produkcji kosmetyków.

Materiał

Badanym materiałem były liście dwóch odmian jabłoni: ‘Oliwka Inflancka’ (Papierówka) oraz ‘Idared’ (Rysunek 1) zebrane na terenie Mielca (50°17’13”N, 21°25’26”E) w słoneczny dzień. Liście pozyskano w trzech porach wegetacji roślin: wiosną – 20 kwietnia 2020 r. (Rysunki 1A i 1D), latem – 3 lipca 2020 r. (Rysunki 1B i 1E) i jesienią – 10 października 2020 r. (Rysunki 1C i 1F). Po zebraniu materiał badawczy został utrwalony przez proces mrożenia i przechowywany w temperaturze $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ do momentu przeprowadzenia analiz.



Rysunek 1. Liście odmiany ‘Oliwka Inflancka’ A – wiosna; B – lato; C – jesień; liście odmiany ‘Idared’ D – wiosna; E – lato; F – jesień (fot. Patrycja Wójcik)

Figure 1. Leaves of the ‘Oliwka Inflancka’ variety: A – spring; B – summer; C – autumn; leaves of the ‘Idared’ variety: D – spring; E – summer; E – autumn (photo Patrycja Wójcik)

Metody

Przygotowanie ekstraktów

Zamrożone liście rozdrobniono z wykorzystaniem wysokoobrotowego homogenizatora nożowego Microtron MB 550 (Kinematica AG, Switzerland) z wodą destylowaną w stosunku liście do wody 1:2. Z tak przygotowanego homogenatu odważono po 10 g próby, które następnie ekstrahowano 80% alkoholem etylowym (v/v) na gorąco pod chłodnicą zwrotną w czasie 30 min. Po ochłodzeniu próby zostały przesączone przez sączki o średniej twardości i przełane do kolb miarowych o pojemności 50 ml. Tak przygotowane ekstrakty zostały wykorzystane do przeprowadzenia analiz spektrofotometrycznych.

Analizy spektrofotometryczne wykonano przy użyciu dwuwiązkowego spektrofotometru UV-Vis typu 160A marki Shimadzu (Shimadzu Europe GmbH).

Zawartość polifenoli ogółem

Zawartość polifenoli ogółem oznaczono metodą opisaną przez Singleton i in. [12] z użyciem odczynnika Folina-Ciocalteu. Do odpowiedniej ilości supernatantu, tak aby uzyskany odczyt absorbancji mieścił się w przedziale 0,3–0,8, dodano 25% (w/v) węglan sodu i wymieszano przy użyciu urządzenia vortex laboratoryjny Labnet (Edison, NJ, USA), a następnie dodano odczynnik Folina-Ciocalteu i wymieszano ponownie. Tak przygotowane próby odstawiono w ciemne miejsce o temp. pokojowej $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ na 60 min. Po tym czasie zmierzono absorbancję przy długości fali 675 nm. Zawartość polifenoli ogółem odczytano z krzywej standardowej sporządzonej dla (+) – katechiny.

Profil związków fenolowych

Zawartość wybranych grup związków fenolowych oznaczono metodą opisaną przez Fukumoto i Mazza [13]. Do odpowiedniej ilości supernatantu, tak aby uzyskany odczyt absorbancji mieścił się w przedziale 0,3–0,8, dodano 0,1% kwas solny w 96% etanolu (v/v) i wymieszano za pomocą urządzenia vortex laboratoryjny Labnet (Edison, NJ, USA). Następnie do prób dodano 2% kwasu solnego (v/v) i ponownie wymieszano. Pomiary przeprowadzono przy długościach fal: 280 nm, 320 nm, 360 nm i 520 nm w odniesieniu do próby odczynnikowej. Wyniki przeliczono, wykorzystując absorbancję molową (ϵ) odpowiednich standardów: kwasu chlorogenowego ($0,264 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$) dla związków fenolowych, kwasu kawowego ($0,887 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$) dla fenylopropanoidów, kwercetyny ($0,513 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$) dla flawonoli i cyjanidyno-3-glukozydu ($0,645 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$) dla antocyjanów.

Zdolność redukcji jonów żelaza

Zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) określono zgodnie z metodą opisaną przez Benzie i Strain [14]. Do odpowiedniej ilości supernatantu, tak aby uzyskany odczyt absorbancji mieścił się w przedziale 0,3–0,8, dodano roztwór TPTZ (2,4,6-Tris-(2-pyridyl)-s-triazine), następnie próby wymieszano za pomocą urządzenia vortex laboratoryjny Labnet (Edison, NJ, USA). Tak przygotowane próby inkubowano w temp. 37°C przez 10 min. Po tym czasie mierzono absorbancję przy długości fali 595 nm względem próby ślepej (odczynnika). Wartość FRAP odczytano z krzywej i wyrażono jako $\mu\text{mol Fe}^{2+}$.

Aktywność przeciwutleniająca względem kationorodnika ABTS

Aktywność przeciwutleniającą względem kationorodnika ABTS oznaczono metodą z użyciem wolnego rodniaka ABTS (2,2'-azino-bis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowy kwas) o naziwe sól diamonowa, opisaną przez Re i in. [15]. Absorbancję mierzono 10 min po dodaniu 2 ml roztworu wolnych rodniaków do próby przy długości fali 734 nm. Aktywność antyoksydacyjną wyrażono jako ekwiwalent troloksu odczytany z krzywej kalibracyjnej sporządzonej dla tego związku organicznego.

Analiza statystyczna

Wyniki poddano statystycznej analizie danych z użyciem programu komputerowego STATISTICA 13.1 i wyrażono jako średnią $\pm$ odchylenie standardowe. Zastosowano wielo- i jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi określono testem Duncana przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Liście analizowanych odmian jabłoni były zasobne w związki fenolowe oraz charakteryzowały się dużą aktywnością przeciwutleniającą. Istotnie wyższą zawartością sumy flawanoli oraz fenylopropanoidów, a także istotnie większą zdolnością redukcji jonów żelaza cechowały się liście odmiany 'Oliwka Inflancka' w porównaniu do liści odmiany 'Idared'. Zawartość pozostałych oznaczanych związków oraz aktywność przeciwutleniająca względem rodniaka ABTS była na podobnym poziomie niezależnie od odmiany (Tabela 1). Liście zebrane jesienią charakteryzowały się na ogół największą zawartością oznaczanych związków i największą aktywnością przeciwutleniającą, z wyjątkiem zawartości sumy fenoli, których największą ilość oznaczono w liściach pozyskanych wiosną (Tabela 1).

Tabela 1. Średnia najmniejszych kwadratów zawartości związków bioaktywnych i aktywność przeciwutleniająca liści jabłoni w zależności od odmiany i pory roku zbioru.

Table 1. Least squares mean content of bioactive compounds and antioxidant activity of apple leaves depending on the variety and harvest season.

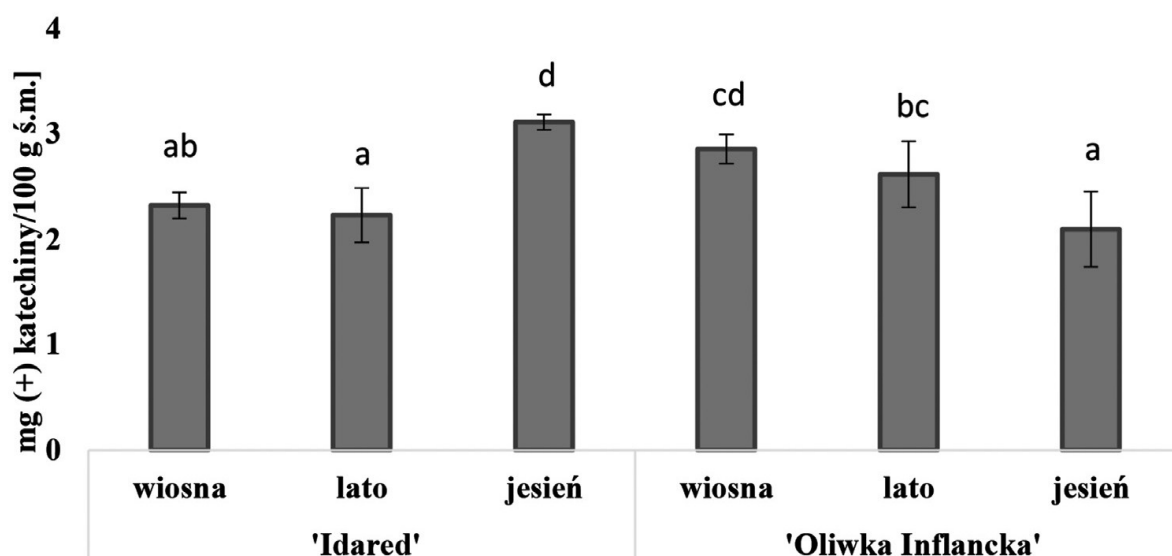
Czynnik	Polifenole ogółem [mg (+) - katechiny]	Suma flawonoli [mg kwercetyny]	Suma fenylopropanoidów [mg kwasu cynamonowego]	Suma fenoli [mg kwasu chlorogenowego]	Suma antocyjanów [mg cyjanidyny]	FRAP [μmolFe2+]	ABTS [mmol Trolox eq]
w 100 g ś.m.							
Odmiana jabłoni							
Oliwka Inflancka	2,52 a	64,08 a	58,55 a	339,31 a	1,31 a	461,92 a	2,52 a
Idared	2,56 a	57,20 b	53,65 b	334,00 a	1,50 a	421,03 b	2,56 a
Pora roku							
Wiosna	2,59 a	63,33 a	58,69 a	351,13 a	1,45 ab	420,17 b	2,59 a
Lato	2,42 a	50,31 b	50,39 b	329,94 a	1,11 b	431,91 b	2,42 a
Jesień	2,60 a	68,27 a	59,22 a	328,90 a	1,66 a	472,35 a	2,60 a

Te same litery w kolumnach dla danego czynnika oznaczają brak istotnych różnic przy $p < 0,05$.

The same letters in the columns for a given factor indicate no significant differences at $p < 0.05$.

Źródło: badanie własne.

Liście jabłoni jako źródło składników bioaktywnych

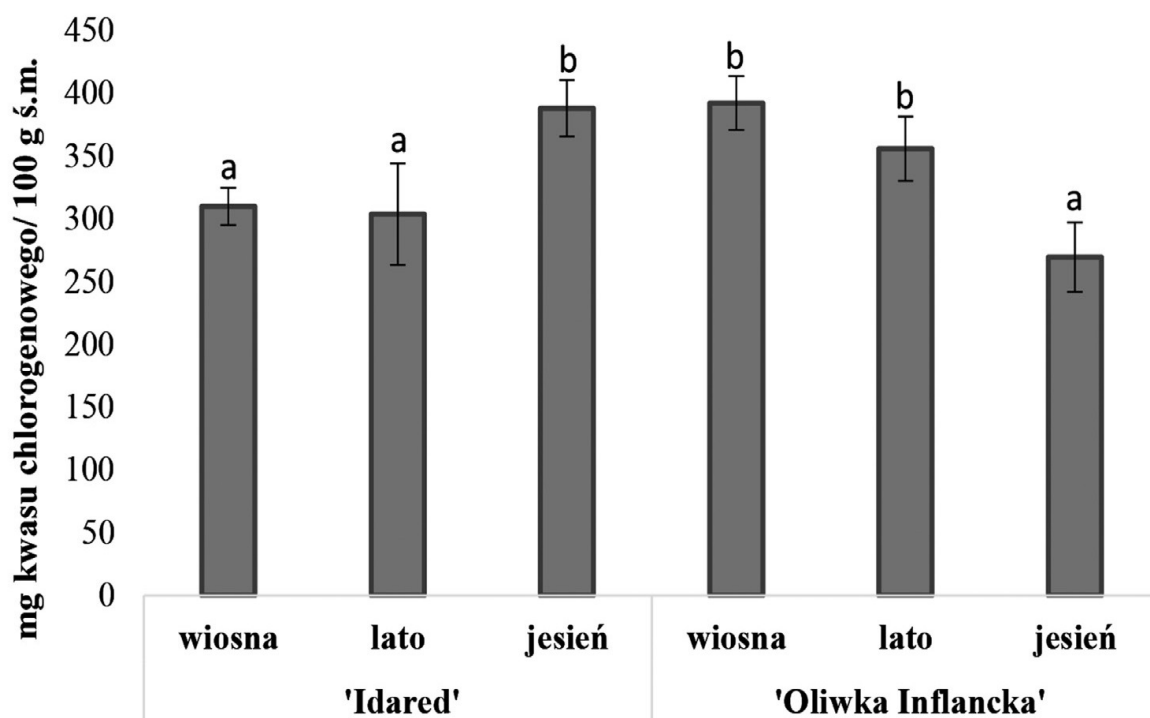


Wykres 1. Zawartość polifenoli ogółem w mg (+) katechiny w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 1. Content of total polyphenols in mg (+) catechin in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

Zawartość polifenoli ogółem (Wykres 1) w liściach analizowanych odmian jabłoni zależna była od pory roku. Nie zaobserwowano istotnych różnic w zawartości polifenoli ogółem w liściach pozyskanych wiosną i latem – niezależnie od odmiany. Z kolei w liściach zebranych jesienią zaobserwowano istotny wzrost tych związków w przypadku odmiany 'Idared' – o 36%, natomiast istotny spadek w przypadku odmiany 'Oliwka Inflancka' – o 24%. Rana i in. [16] oznaczyli zawartość polifenoli ogółem w suszonych liściach jabłoni, uzyskując wartość od 12 do 30 mg kwasu galusowego/g s.m. w zależności od zastosowanej metody ekstrakcji. Natomiast Wojdyło i Oszmiański [17], badający liście jabłoni odmiany 'Ozark Gold', wykazali, że liście te zawierały od 150 do 161 g polifenoli na kg suchej masy liści, przy czym zawartość tych związków nieznacznie różniła się między poszczególnymi terminami zbioru od lipca do października. Z kolei Teleszko i Wojdyło [18], którzy oznaczali w liściach jabłoni zawartość polifenoli gółem, odnotowali wartość średnio 9,5 g/100 g s.m., przy czym istotnie większą zawartością polifenoli ogółem, wynoszącą 11,6 g/100g s.m., charakteryzowały się liście jabłoni odmiany 'Ozark Gold' w porównaniu z liśćmi odmiany 'Szampion', zawierającymi 7,3 g/100 g s.m. polifenoli ogółem. W ekstraktach wodnych i etanolowych uzyskanych z liści jabłoni Efenberger-Szmechtyk i in. [19] zidentyfikowali związki fenolowe należące do kwasów fenolowych, flawan-3-ole, flawonole oraz chalkony, których oznaczono największą ilość [19].



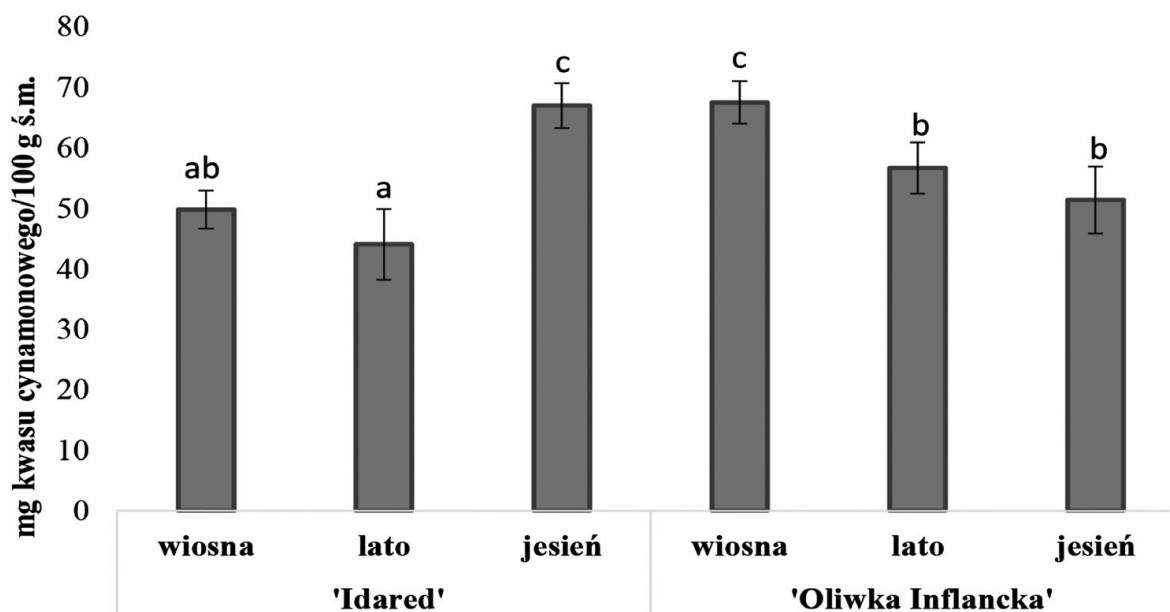
Wykres 2. Zawartość sumy fenoli w mg kwasu chlorogenowego w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 2. Content of total phenols in mg chlorogenic acid in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

Zawartość sumy fenoli w liściach jabłoni odmiany 'Idared' była wyraźnie wyższa w materiale pozyskanym jesienią w porównaniu do liści zebranych w pozostałych porach roku. Zaobserwowano wzrost zawartości omawianych związków o około 26%. Z kolei w liściach jabłoni odmiany 'Oliwka Inflancka' zaobserwowano istotnie większą zawartość sumy fenoli w materiale pozyskanym wiosną i latem w porównaniu z liśćmi zebranymi jesienią. Zaobserwowano, że wraz z czasem wegetacji rośliny zmniejszała się ilość fenoli w liściach jabłoni tej odmiany (Wykres 2). Rana i in. [16] w liściach jabłoni oznaczyli pięć związków fenolowych, tj. florydzynę, epikatechinę, kwercetyno-3-O-glukozyd, floretynę oraz kwercytrynę. Z kolei Liaudanskas i in. [10] w etanolowych ekstraktach z liści jabłoni odmian 'Aldas', 'Auksis', 'Ligol' i 'Lodel' zidentyfikowali floretynę, florydzynę, katechinę, kwercytrynę, izokwercytrynę, kwas chlorogenowy, kwas kawowy, hiperozyd oraz awikularynę. Wojdyło i Oszmiański [17] w liściach odmiany 'Ozark Gold' zidentyfikowali 18 związków fenolowych, spośród których w największej ilości występowała floretyna. Natomiast Efenberger-Szmechtyk i in. [19] przy użyciu metody LC-MS zidentyfikowali w różnych ekstraktach z liści jabłoni 12 związków fenolowych, przy czym największą

ilość, niezależnie od zastosowanego ekstrahenta i jego stężenia, oznaczono florydzy. Z kolei Teleszko i Wojdyło [18] przy użyciu metody LC-MS zidentyfikowali w liściach jabłoni odmian ‘Szampion’ oraz ‘Ozark Gold’ piętnaście związków fenolowych, przy czym największą koncentrację stanowiły związki fenolowe z grupy dihydrochalkony, w tym istotnie więcej tych związków wykryto w liściach odmiany ‘Ozark Gold’ (niecałe 9 g/100 g s.m.).

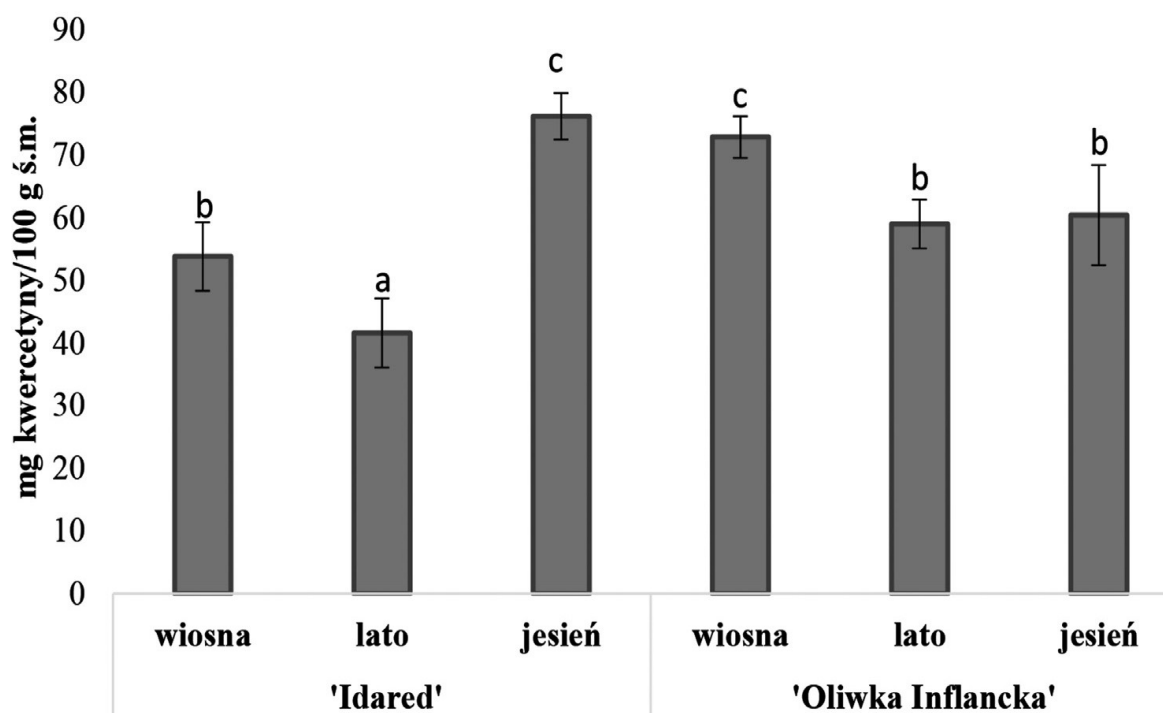


Wykres 3. Zawartość sumy fenylopropanoidów w mg kwasu cynamonowego w 100 g s.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 3. Content of total phenylpropanoids in mg cinnamic acid in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

Kształtowanie zawartości sumy fenylopropanoidów w liściach podczas różnych pór roku zależna była od odmiany jabłoni. Liście jabłoni odmiany ‘Idared’ zebrane jesienią miały istotnie większą zawartość fenylopropanoidów w porównaniu z liśćmi pozyskanymi w innych porach roku (Wykres 3). Z kolei istotnie większą zawartość sumy fenylopropanoidów w liściach odmiany ‘Oliwka Inflancka’ oznaczono w materiale pozyskanym wiosną w porównaniu z liśćmi zebranymi w pozostałych porach roku. Podobną zależność zaobserwowano w przypadku zawartości sumy fenoli (Wykres 2). Również Wojdyło i Oszmiański [17] oznaczyli fenylopropanoidy w liściach jabłoni odmiany ‘Ozark Gold’ w każdej porze zbioru, przy czym ich ilość w porównaniu z innymi związkami fenolowymi była znacznie mniejsza. Podobnie Teleszko i Wojdyło [18] oznaczyli związki fenolowe z tej grupy w liściach jabłoni odmian ‘Ozark Gold’ i ‘Szampion’.



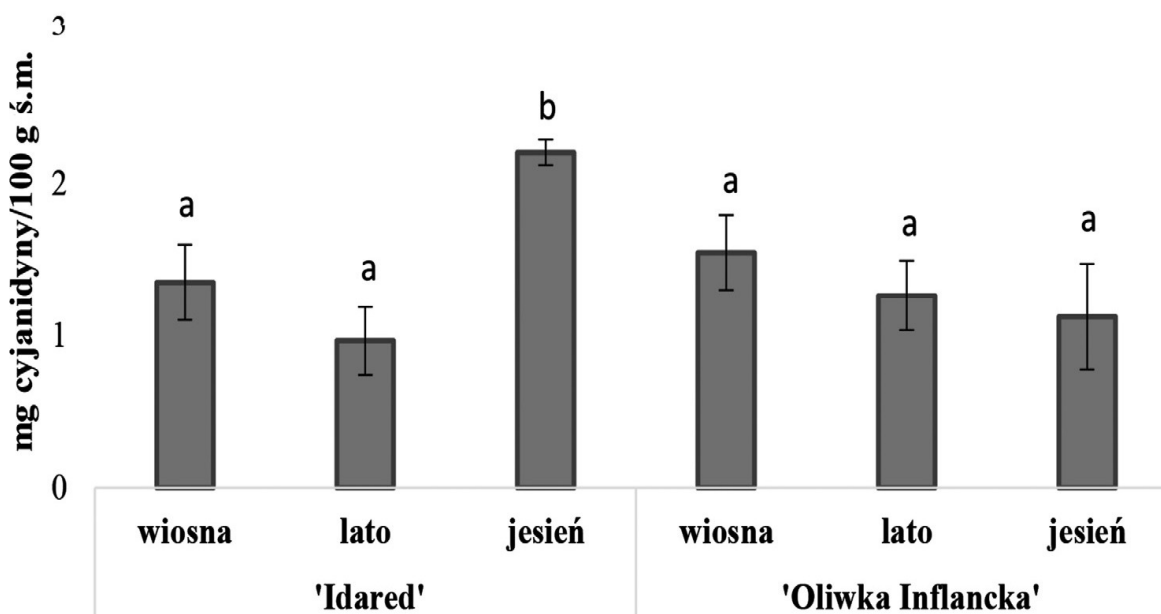
Wykres 4. Zawartość sumy flawonoli w mg kwercetyny w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 4. Content of total flavonols in mg quercetin in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

W liściach jabłoni odmiany 'Idared' zebranych jesienią oraz w liściach jabłoni odmiany 'Oliwka Inflancka' zebranych wiosną zaobserwowano większą sumę flawonoli w porównaniu z liśćmi pozyskanymi w pozostałych porach roku (Wykres 4). W liściach odmiany 'Idared' zebranych jesienią zaobserwowano wyższą o około 30% zawartość sumy flawonoli w porównaniu z liśćmi tej odmiany zebranymi wiosną, natomiast w liściach odmiany 'Oliwka Inflancka' zebranymi jesienią stwierdzono niższą o około 20% zawartość sumy flawonoli w porównaniu z liśćmi tej odmiany zebranymi wiosną. Podobne zależności zaobserwowano w odniesieniu zawartości sumy fenoli (Wykres 2) oraz sumy fenylopropanopidów (Wykres 3). Różnice w zawartości flawonoli w liściach jabłoni w zależności od odmiany zaobserwowali Teleszko i Wojdyło [18], którzy w liściach odmiany 'Szampion' stwierdzili istotnie większą zawartość flawonoli (2,3 g /100 g s.m.) w porównaniu z zawartością tych związków w liściach odmiany 'Ozark Gold' (1,5 g/100 g s.m.) [18]. Rana i in. [16] oznaczyli w liściach jabłoni znacznie większą zawartość flawonoli w przeliczeniu na suchą masę w porównaniu do naszych badań, co mogło być spowodowane zastosowaniem odmiennego ekstrahenta. Natomiast Efenberger-Szmechtyk i in. [19]

zidentyfikowali w ekstraktach wodnych i etanolowych z liści jabłoni przy użyciu metody HPLC dwa flawonole (kwercetyno-pentozyd oraz kwercetyno-ramnozyd), natomiast przy zastosowaniu metody LC-MS dodatkowo jeszcze kwercetyno-heksozyd, przy czym największa ich ilość oznaczona została w ekstraktach z wykorzystaniem 60% alkoholu etylowego.

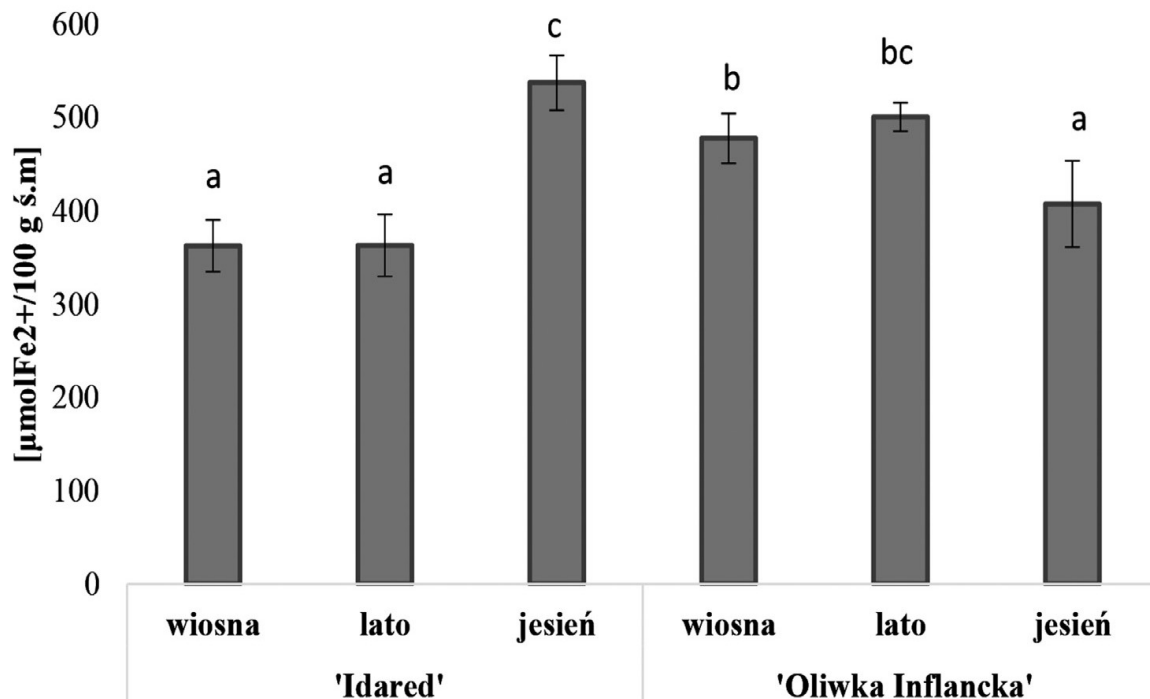


Wykres 5. Zawartość sumy antocyjanów w mg cyjanidyny w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 5. Content of total anthocyanins in mg cyanidins in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

W liściach jabłoni zawartość sumy antocyjanów była nieznaczna i na podobnym poziomie niezależnie od czasu wegetacji jabłoni i jej odmiany, z wyjątkiem istotnie statystycznie większej zawartości omawianych związków w liściach pozyskanych jesienią z jabłoni odmiany 'Idared' (Wykres 5). Podobną tendencję dotyczącą zawartości antocyjanów można zaobserwować w przypadku pozostałych oznaczanych związków fenolowych (Wykresy 2–4). W liściach odmiany 'Ozark Gold' niezależnie od czasu pozyskania materiału badawczego (materiał zbierano od lipca do października) nie stwierdzono cyjanidyno-3-glukozydu [17]. Również Teleszko i Wojdyło [18] nie oznaczyli antocyjanów w liściach jabłoni odmiany 'Ozark Gold' i 'Szampion', co mogło być spowodowane odmiennymi metodami analizy tych związków. Natomiast Wojdyło i in. [20], badający liście jabłoni odmiany 'Szampion', 'Florina' i 'Empire', oznaczyli antocyjany na poziomie



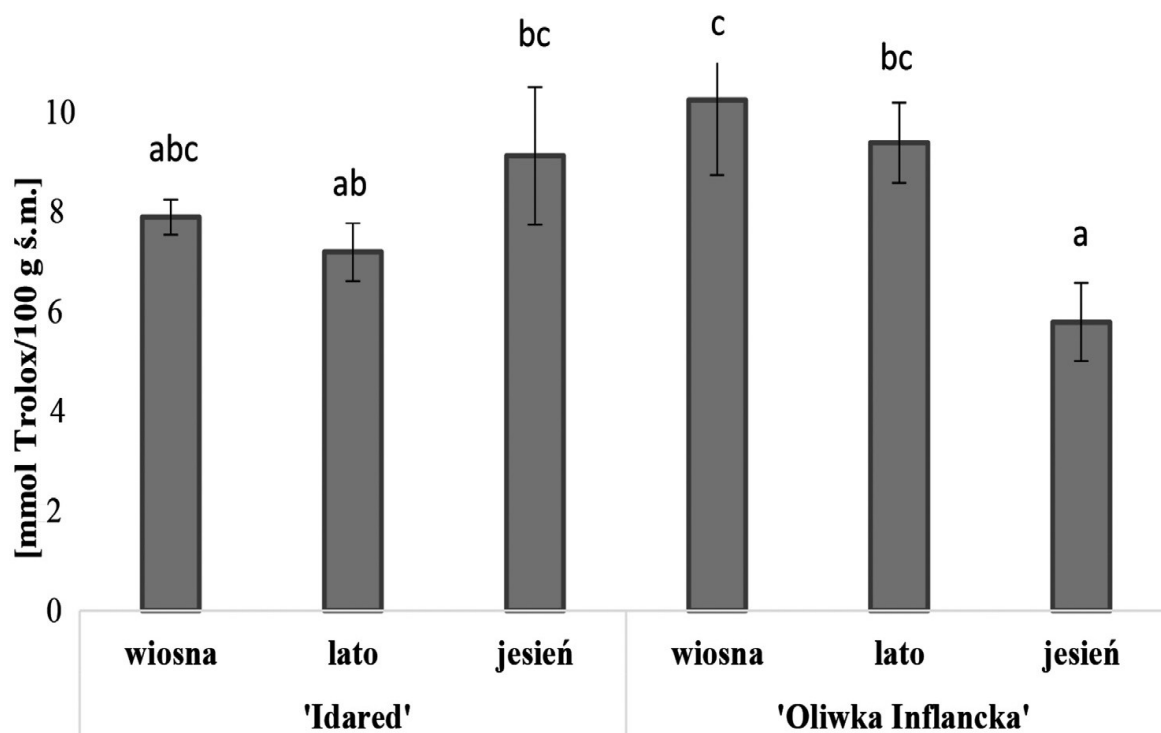
Wykres 6. Zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) w $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 6. FRAP in $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

Zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) liści jabłoni odmiany 'Idared' w pierwszych dwóch okresach wegetacji (wiosna, lato) była na podobnym poziomie, jesienią natomiast zaobserwowano istotny wzrost tego parametru – o około 33%. Odmienne zależności stwierdzono w odniesieniu do zdolności redukcji jonów żelaza w liściach odmiany 'Oliwka Inflancka' – wyższy poziom tego parametru odnotowano w liściach zebranych wiosną i latem, a następnie jesienią zaobserwowano istotny – o około 20% – spadek zdolności redukcji jonów żelaza w porównaniu do wcześniejszych okresów wegetacji jabłoni (Wykres 6). Wyniki te są zbieżne z wynikami uzyskanymi dla związków fenolowych w analizowanych liściach jabłoni (Wykresy 1–5). W badaniach Liaudanskas i in. [10] zdolność redukcji jonów żelaza (FRAP) w etanolowych ekstraktach z liści jabłoni czterech odmian zależna była od odmiany, podobnie jak w prezentowanych badaniach. Najmniejszą zdolność redukcji jonów żelaza oznaczono dla odmiany 'Auksis' – na poziomie 250 μmol troloksu/g s.m., a największą dla odmiany 'Aldas' – ponad 350 μmol troloksu/g s.m. [10]. Również Teleszko i Wojdyło [18] wykazali istotny wpływ odmiany jabłoni na zdolność redukcji jonów żelaza przez jej liście. Liście odmiany 'Szampion' cechowały się istotnie większą zdolnością

Liście jabłoni jako źródło składników bioaktywnych



Wykres 7. Aktywność przeciwutleniająca względem kationorodnika ABTS w mmol troloksu w 100 g ś.m. w liściach jabłoni w zależności od pory roku oraz odmiany. Średnia $\pm$ SD, te same litery nad słupkami oznaczają brak różnic istotnych statystycznie pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$.

Graph 7. Antioxidant activity against cation radical ABTS in mmol Trolox in 100 g f.m. in apple leaves depending on the season and variety. Mean $\pm$ SD, the same letters above the bars mean no statistically significant differences between the mean values at $p < 0.05$.

Źródło: badania własne.

Aktywność przeciwutleniająca względem rodnika ABTS liści jabłoni wykazała podobną tendencję do zdolności redukcji jonów żelaza (FRAP), z tym że były one istotne jedynie dla odmiany 'Oliwka Inflancka' (Wykres 7). W przypadku odmiany 'Oliwka Inflancka' zaobserwowano zmniejszenie aktywności przeciwutleniającej o prawie 50% w liściach jesiennych w porównaniu do liści pozyskanych wiosną. Wojdyło i Oszmiański [17] oznaczyli aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z liści jabłoni odmiany 'Ozark Gold' od 17,5 mmol troloksu/g s.m. w liściach pozyskanych w lipcu do 19,9 mmol troloksu/g s.m. w materiale pozyskanym w sierpniu. Z kolei Teleszko i Wojdyło [18] wykazali, że aktywność przeciwutleniająca liści jabłoni istotnie zależała od odmiany – większą aktywnością wygaszania wolnego rodnika ABTS charakteryzowały się liście odmiany 'Ozark Gold' (38,3 mmol Tx/100 g s.m.) w porównaniu z liśćmi jabłoni odmiany 'Szampion' (33,6 mmol Tx/100 g s.m.). Natomiast Liaudanskas i in. [10] w etanolowych ekstraktach z liści jabłoni odmian 'Aldas', 'Auksis', 'Ligol' i 'Lodel' oznaczyli zdolność redukcji katio-

norodniaka ABTS na poziomie 210 do 280 μmol troloksu/g s.m.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że jesienne liście jabłoni odmiany 'Idared' odznaczały się największą zawartością badanych związków oraz największą aktywnością przeciwutleniającą. Z kolei liście odmiany 'Oliwka Inflancka' zebrane wiosną i latem cechowały się dużą ilością oznaczanych związków i wysoką aktywnością przeciwutleniającą. Liście czy ekstrakty pozyskane z wymienionych odmian jabłoni ze względu na potencjalne właściwości prozdrowotne mogą znaleźć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, w tym spożywczego, suplementów diety czy kosmetycznego.

Literatura

- [1] Ivanova T., Popova V., Mazova N., Stoyanova A., i Damyanova S., Extracts from physalis leaves (*Physalis peruviana* L.) for prospective application in medicine and cosmetics, Ukrainian Food Journal, 2019, 8(1), s. 34–44.
- [2] Ziemlewska A., Zagórska-Dziok M., i Nizioł-Łukaszewska Z., Assessment of cytotoxicity and antioxidant properties of berry leaves as by-products with potential application in cosmetic and pharmaceutical products, Scientific Reports, 2021, 11(1), s. 3240.
- [3] Wojdyło A., Nowicka P., Turkiewicz I.P., Tkacz K., i Hernandez F., Comparison of bioactive compounds and health promoting properties of fruits and leaves of apple, pear and quince, Scientific Reports, 2021, 11(1), s. 20253.
- [4] Do Thi N., Hwang E.S., Anti-cancer and anti-inflammatory activities of aronia (*Aronia melanocarpa*) leaves, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2018, 8(12), s. 586–592.
- [5] Skupień K., Kostrzewa-Nowak D., Oszmiański J., i Tarasiuk J., *In vitro* antileukaemic activity of extracts from chokeberry (*Aronia melanocarpa* [Michx] Elliott) and mulberry (*Morus alba* L.) leaves against sensitive and multidrug resistant HL60 cells, Phytotherapy Research, 2008, 22, s. 689–694.
- [6] Khademi F., Danesh B., Mohammad Nejad D., Ghorbani M., Soleimani Rad J., Effects of quince leaf extract on biochemical markers and coronary histopathological changes in rabbits, Arya Atherosclerosis, 2013, 9(4), s. 223–231.
- [7] Qadir M.I., Ali M., Ibrahim Z., Anti-cancer activity of *Morus nigra* leaves extract, Bangladesh Journal of Pharmacology, 2014, 9(4), s. 496–97.
- [8] Starzec A., Raj D., Fecka I., Właściwości prozdrowotne owoców jabłoni domowej w świetle najnowszych badań naukowych (*Malus x domestica* Borkh.), Farmacja Polska, 2020, 76(3), s. 137–148.
- [9] Sałyga S., Jakie odmiany jabłek dominują w polskich chłodniach?, 2023, sadyogrody.pl (dostęp 25.09.24).
- [10] Liaudanskas M., Viškelis P., Raudonis R., Kviklys D., Uselis N., Janulis V., Phenolic composition and antioxidant activity of *Malus domestica* leaves, The Scientific World

- Journal, 2014, 1, s. 306217.
- [11] Sobhy R., Öz F., Lorenzo J.M., Bakry A.M., Mohamed A., Bioactive components and health promoting effect of berry by-products, In Berry Bioactive Compound By-Products, 2023, s. 73–95.
 - [12] Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M., Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, [w:] Methods in Enzymology, 1999, 299, s. 152–178.
 - [13] Fukumoto L.R., Mazza G., Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(8), s. 3597–3604.
 - [14] Benzie I.F., Strain J.J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay., Analytical Biochemistry, 1996, 239(1), s. 70–76.
 - [15] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., i Rice-Evans C., Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, Free Radical Biology and Medicine, 1999, 26(9–10), s. 1231–1237.
 - [16] Rana S., Kumar S., Rana A., Sharma V., Katoch P., Padwad Y., Bhushan S., Phenolic constituents from apple tree leaves and their *in vitro* biological activity, Industrial Crops and Products, 2016, 90, s. 118–125.
 - [17] Wojdyło A., Oszmiański J., Antioxidant activity modulated by polyphenol contents in apple and leaves during fruit development and ripening, Antioxidants, 2020, 9(7), s. 567.
 - [18] Teleszko M., Wojdyło A., Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves, Journal of Functional Foods, 2015, 14, s. 736–746.
 - [19] Efenberger-Szmeczyk M., Nowak A., I Czyżowska A., Aktywność przeciwbakteryjna ekstraktów polifenolowych pozyskanych z liści jabłoni, Rola Procesów Technologicznych w Kształtowaniu Jakości Żywności, 2016, 68.
 - [20] Wojdyło A., Nowicka P., Turkiewicz I.P., Tkacz K., Hernandez F., Comparison of bioactive compounds and health promoting properties of fruits and leaves of apple, pear and quince, Scientific Reports, 2021, 11(1), s. 20253.

Cenne właściwości czosnku pospolitego (*Allium sativum* L.)

Valuable properties of common garlic (*Allium sativum* L.)

Agnieszka Ginter¹, Krystyna Zarzecka¹, Iwona Mystkowska²

¹ Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: agnieszka.ginter@uws.edu.pl

² Zakład Dietetyki, Akademia Bialska im. Jana Pawła II, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

Słowa kluczowe: czosnek zwyczajny, allicyna, właściwości prozdrowotne, zdrowie człowieka
Keywords: *Allium sativum* L., allicin, health-promoting qualities, human health

Streszczenie

Allium sativum L. jest rośliną znaną od stuleci i bardzo cenioną ze względu na zawartość substancji czynnych, które mają działanie nie tylko lecznicze, ale i profilaktyczne. Związki siarkowe, tj. alliina, rozkładana do allicyny, zawarte w tym warzywie stanowią o jego cennych właściwościach prozdrowotnych. Czosnek zwyczajny ma działanie przeciwdrobnoustrojowe, przeciwwirusowe, przeciwgrzybicze, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe oraz immunostymulujące. Z badań wynika, iż czosnek i zawarte w nim olejki eteryczne wpływają korzystnie na przemianę materii. Spożywanie czosnku jest nie tylko skuteczne w ograniczaniu chorób, ale i bezpieczne – ze względu na brak skutków ubocznych (w odróżnieniu od antybiotykoterapii). Celem publikacji było omówienie pochodzenia czosnku, przedstawienie jego uprawy oraz ukazanie cennych właściwości prozdrowotnych tej rośliny.

Summary

Allium sativum L. is a plant that has been known for centuries and is highly valued for its content of active substances that have not only medicinal but also preventive effects. The sulphur compounds, i.e. alliin, which is broken down to allicin, contained in this vegetable constitute its valuable health-promoting properties. Garlic has antimicrobial, antiviral, antifungal, anti-inflammatory, anti-cancer and immunostimulating properties. Studies show that garlic and the essential oils it contains have a beneficial effect on the metabolism. Garlic consumption is not only effective in reducing disease, but also safe, due to its lack of side effects (especially compared to antibiotic therapy). The aim of this publication was to present and discuss the origin of garlic, its cultivation and to show its valuable health-promoting properties.