

ANNA FLIS-KACZYKOWSKA, PRZEMYSŁAW DMOWSKI

OCENA WYBRANYCH WYRÓŻNIKÓW JAKOŚCI OWOCÓW CYTRUSOWYCH

Streszczenie

Owoce cytrusowe stanowią bogate źródło substancji przeciwutleniających. Zawarte w nich przeciwutleniacze, zwłaszcza apigenina i naringenina, są niezwykle istotne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego. Wspierają m.in. profilaktykę chorób układu krążenia oraz chorób nowotworowych. Regularne spożywanie owoców cytrusowych może mieć korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Ze względu na parametry fizykochemiczne, cenne właściwości żywieniowe oraz walory sensoryczne owoce cytrusowe są dość często spożywane przez polskich konsumentów. Na polskim rynku wciąż pojawiają się dotychczas nieznanym polskim konsumentom owoce cytrusowe. Ich przykładem są owoce kumkwatu charakteryzujące się dobrymi właściwościami przeciwutleniającymi.

Celem pracy było porównanie właściwości przeciwutleniających owoców pomelo i kumkwatu z owocami pomarańczy i klementynek. W pracy oznaczono całkowitą zawartość związków polifenolowych [mg GAE/100 g] oraz aktywność przeciwutleniającą [%]. Dodatkowo oznaczono zawartość ekstraktu ogólnego [%] i zawartość cukrów redukujących [%]. Na podstawie analizy uzyskanych wyników stwierdzono, że owoce kumkwatu w porównaniu z pozostałymi badanymi owocami zawierały najwięcej związków polifenolowych ogółem (52,82 mg GAE/100 g) oraz charakteryzowały się najwyższą aktywnością przeciwutleniającą (60,03 %), a jednocześnie – małą zawartością cukrów bezpośrednio redukujących (10,93 %), co czyniło je najbardziej wartościowymi pod względem żywieniowym.

Słowa kluczowe: owoce cytrusowe, kumkwat, związki polifenolowe, aktywność przeciwutleniająca, cukry redukujące, ekstrakt ogólny

Wprowadzenie

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego [4] w 2017 roku spożycie świeżych owoców w Polsce wynosiło 54,0 kg/osobę i było wyższe o 18,52 % aniżeli w latach 2010 - 2013. Aż 20,5 % (12 kg/osobę) ogólnego spożycia owoców stanowiły owoce cytrusowe. Obserwuje się stały wzrost spożycia świeżych owoców, w tym

Mgr inż. A. Flis-Kaczykowska, dr hab. inż. P. Dmowski, Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Wydz. Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Morska 81-87, 81-225 Gdynia. Kontakt: a.flis-kaczykowska@wpit.umg.edu.pl

głównie cytrusów i bananów, przy jednoczesnym zmniejszeniu spożycia rodzimych owoców, tj. jabłek i śliwek. Przyczynił się do tego wzrost handlu międzynarodowego oraz ogólna globalizacja rynków, co niewątpliwie wzbogaciło różnorodność dostępnych dla polskich konsumentów gatunków owoców [10].

Do najczęściej spożywanych owoców cytrusowych w Polsce zalicza się m.in. pomarańcze i klementynki. W 2017 roku Polska importowała 165531,3 ton pomarańczy, głównie z Hiszpanii (47 %), co stanowiło 32,96 % wszystkich importowanych do Polski owoców cytrusowych (502217,2 ton) [6]. W roku 2012 pomarańcze stanowiły ok. 70 % produkcji owoców cytrusowych na świecie, a w 2013 odnotowano zbiór tych owoców na poziomie 71,4 mln ton (ok. 72 % światowej produkcji owoców cytrusowych) [21].

Wyróżnia się sześć gatunków pomarańczy, które w przeszłości stanowiły podstawę do mutacji genetycznych, w wyniku których powstały klementynki, pomelo i kumkwaty. Wszystkie gatunki pomarańczy uprawia się w klimacie tropikalnym i subtropikalnym, gdyż wymagają one dużego nasłonecznienia oraz znacznej ilości wody do prawidłowego wzrostu. Największa produkcja pomarańczy na świecie ma miejsce w Hiszpanii (24 %), Afryce Południowej (16 %), Stanach Zjednoczonych (14 %) oraz w Egipcie (12 %) [20]. Do zbioru pomarańcze muszą być w pełni dojrzałe, gdyż nie dojrzewają podczas transportu. Miąższ dojrzałych owoców drzewa pomarańczowego stanowi źródło witamin, w tym głównie witaminy C. Charakteryzuje się słodko-kwaśnym smakiem i intensywnym zapachem. Pomarańcze najczęściej spożywa się w formie świeżej lub przetworzone w postaci soku [7].

Klementynki stanowią jedną z odmian mandarynek. Import tych owoców do Polski w 2017 r. wyniósł 54349,8 ton, co stanowiło 10,82 % ogólnego importu owoców cytrusowych [5]. Klementynka powstała poprzez nieumyślne skrzyżowanie mandarynki z gorzką pomarańczą. Największe uprawy klementynki zlokalizowane są we Włoszech, Hiszpanii, Turcji, Izraelu i w Libanie. Owoce charakteryzują się kulistym, nieco spłaszczonym kształtem, dzięki czemu można w łatwy sposób odróżnić ją od mandarynek. Odznaczają się skórką o barwie ciemnopomarańczowej do czerwonej, która bardzo łatwo odchodzi od owocu. Klementynki nie dojrzewają podczas przechowywania, dlatego należy je składować w temperaturze pokojowej [8].

Pomelo, które należy do grupy mniej popularnych owoców cytrusowych, pochodzi z Azji Południowo-Wschodniej, Malezji i Indonezji, rośnie też dziko na wyspie Fidzi. Dzisiaj pomelo jest uprawiane przede wszystkim w Indiach, Chinach, Tajlandii i w Izraelu. Pomelo jest znane głównie jako przodek grejpfruta, który stanowi krzyżówkę pomelo z chińską pomarańczą. Z tego powodu w handlu międzynarodowym pomelo oraz grejpfruta stanowią jedną grupę towarową. Import tych owoców do Polski w 2017 r. wyniósł 49922,2 ton, co stanowiło 9,94 % ogólnego importu owoców cytrusowych [6].

Owoce pomelo charakteryzują się największym rozmiarem w grupie owoców cytrusowych. Ich masa może dochodzić nawet do 2 kg, a średnica do 20 cm. W zależności od gatunku mają żółtą, żółtozieloną lub różową grubą skórkę (nawet do 5 cm grubości), naturalnie pokrytą woskiem. Miąższ owocu jest różowy bądź żółtawy, podzielony na segmenty, z licznymi nasionami wewnątrz. Wydaje się, że owoce pomelo są podobne w smaku do grejpfruta, jednak cechują się one brakiem goryczki i mniejszą soczystością [8]. Roślina pomelo charakteryzuje się zróżnicowaną aktywnością biologiczną. W Azji Południowo-Wschodniej wywaru z liści i kwiatów pomelo używa się jako środka uspokajającego przy epilepsji, płasawicy i silnych atakach kaszlu, natomiast gorący wywar z liści używany jest jako lek na opuchlizny i zranienia. Dzięki dużej zawartości olejków eterycznych kwiaty pomelo wykorzystywane są do produkcji perfum [12].

Szczególnymi owocami wśród cytrusów są kumkwaty, które stosunkowo niedawno pojawiły się na polskim rynku. Są one określane klejnotem w rodzinie cytrusowej, często zwane złotymi pomarańczami. Nazwę tę można powiązać ze złotopomarańczową barwą dojrzałych owoców. Słowo kumkwat wywodzi się z dwóch kantońskich wyrazów: *kam* i *kquat*, gdzie *kam* oznacza złoto, a *kquat* pomarańczę. Kumkwaty w dużej mierze pochodzą z górskich lasów południowych Chin, jednak od kilku wieków uprawiane są również w innych krajach azjatyckich, jak Japonia, Korea czy Tajwan. Do Europy dotarły w pierwszej połowie XIX wieku i do dziś są uprawiane w krajach śródziemnomorskich. Na polskim rynku jest to produkt wciąż trudno dostępny. Według danych Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii import kumkwatów oraz bergamotki, małych zielonych cytryn i cedratów do Polski w 2017 r. wyniósł 475,9 ton, co stanowiło jedynie 0,095 % ogólnego importu owoców cytrusowych [6]. Import wymienionych gatunków jest niewielki w porównaniu z pozostałymi owocami cytrusowymi.

Owoce kumkwatu, jako jedyne z poddanych ocenie, nie należą do rodzaju *Citrus*, a do odrębnego rodzaju kumkwat (łac. *Fortunella Swingle*). Omawiane owoce znacznie odbiegają wielkością od pozostałych owoców cytrusowych. W zależności od odmiany wyróżnia się okrągłe, owalne lub podłużne owoce o długości nieprzekraczającej 4 cm. Skórka jest miękka, cienka, słodka w smaku i całkowicie jadalna, więc dojrzałe owoce spożywa się w całości, gdyż smaczna skórka niweluje lekko kwaśny oraz gorzkawy smak miąższu. Bezpośrednio przed spożyciem dojrzałe owoce parzy się gorącą wodą w celu nadania gotowości konsumpcyjnej. Kumkwaty spożywane są również w formie przetworzonej – jako likiery, dżemy, konfitury, owoce kandyzowane oraz w formie cukierków. Świeże owoce kumkwatu charakteryzują się dużą zawartością witamin A, C, E. Ich skórka bogata jest w błonnik pokarmowy oraz pektyny, a owoce są cennym źródłem flawonoidów, w tym głównie naringeniny i apigeiny oraz karotenoidów [17]. Ze względu na prozdrowotne właściwości i oryginalne walory sensorycz-

ne owoce kumkwatu stanowią produkt godny zainteresowania konsumentów. Jak podkreślają Babicz-Zielińska i Zabrocki [1], cechy sensoryczne oraz prozdrowotne produktu są brane pod uwagę przy zakupie i spożywaniu nowych produktów, zwłaszcza przez młodych konsumentów.

Celem pracy było porównanie właściwości przeciwutleniających owoców pomelo i kumkwatu z owocami pomarańczy i klementynek.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych na dojrzałych, świeżych, czystych i nieuszkodzonych owocach. Do analiz użyto zakupionych na lokalnym rynku hiszpańskich klementynek (łac. *Citrus clementina*), hiszpańskich pomarańczy (łac. *Citrus sinensis*), portugalskiego pomelo (łac. *Citrus maxima*) oraz hiszpańskich kumkwatów (łac. *Fortunella margarita*). W pierwszym etapie badań dokonywano oceny sensorycznej oraz oceny jakości handlowej owoców według metodyki opisanej przez Kolendę [3], co pozwoliło na zakwalifikowanie badanej próby do dalszej części badań. Bezpośrednio przed przygotowaniem próbek do badań owoce każdorazowo myto, obierano z niejadalnej skórki, drylowano niejadalne pestki i jadalną część rozdrabniano na jednorodną masę. Jedynie owoce kumkwatu parzono wrzącą wodą, następnie drylowano z pestek i rozdrabniano na jednorodną masę za pomocą blendera ręcznego zgodnie z zaleceniami, które podali Shyi-Neng i Chi-Tang [16]. W czasie wykonywania analiz owoce w całości przechowywano w warunkach chłodniczych, w temp. 3 - 6 °C, przez okres nie dłuższy niż siedem dni. Wszystkie oznaczenia wykonywano minimum w trzech równoległych powtórzeniach, po trzy próbki z każdego badanego produktu.

Oznaczano zawartość ekstraktu ogólnego [%] i cukrów redukujących [%] oraz całkowitą zawartość związków polifenolowych [mg GAE/100 g] i aktywność przeciwutleniającą [%].

Oznaczanie ekstraktu ogólnego wykonywano metodą refraktometryczną zgodnie z PN-EN 12143:2000 [11]. Oznaczanie zawartości cukrów redukujących wykonywano metodą Lane-Eynona według metody opisanej przez Stawarską i wsp. [19].

Określenie zawartości związków polifenolowych ogółem w ekstrakcie badanych owoców wykonywano metodą Folina-Ciocalteu'a na podstawie metody opracowanej przez Singletona i Rossiego [18], Nawirską, Sokół-Łętowską i Kucharską [9] oraz Rekhę i wsp. [14]. Polifenole zawarte w badanych ekstraktach (jako rozpuszczalnik zastosowano wodę) oznaczano kolorymetrycznie przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a. W celu oznaczenia zawartości polifenoli ogółem do każdej badanej próbki dodawano po 5 ml rozcieńczonego odczynnika Folina-Ciocalteu'a o stężeniu 10 %, następnie po upływie 5 min dodawano po 4 ml 7,5-procentowego roztworu węgla wapnia, po czym zawartość każdej próbki mieszano, wykorzystując Vortex i inku-

bowano przez 30 min w temp. ok. 25 °C. Absorbancję badanych próbek o niebieskim zabarwieniu odczytywano przy długości fali $\lambda = 750$ nm wobec standardów, które stanowiły wzorcowe roztwory kwasu galusowego o stężeniach [%]: 10, 20, 30, 40 i 50. Wyniki wyrażano w mg GAE/100 g owoców.

Właściwości przeciwutleniające przygotowanych ekstraktów (jako rozpuszczalnik zastosowano wodę) oznaczano poprzez pomiar ich zdolności do unieczynniania syntetycznych, stabilnych rodników DPPH^{*} według metody, którą opracowali Sanchez-Moreno [15] i Rekha i wsp. [14]. Zastosowana metoda polega na dodaniu związków przeciwrodnikowych do roztworu DPPH^{*}, który w formie rodnikowej wykazuje maksymalną absorbancję przy długości fali $\lambda = 517$ nm. Wartość absorbancji rodnika maleje po dodaniu związku przeciwrodnikowego. Z różnicy absorbancji roztworu rodników DPPH^{*} przed dodaniem potencjalnych przeciwutleniaczy oraz po nim oznacza się ich aktywność przeciwutleniającą [2]. Redukcję rodnika DPPH^{*} wyrażoną w procentach obliczano z równania:

$$\text{Redukcja rodnika DPPH}^* [\%] = (A_0 - A_t) / A_0 \cdot 100$$

gdzie: A_0 – absorbancja alkoholowego roztworu rodnika DPPH^{*} (próby kontrolnej), A_t – absorbancja alkoholowego roztworu DPPH^{*} z badaną próbką.

Otrzymane wyniki przedstawiono jako wartość średnią z trzech powtórzeń. Obliczenia statystyczne przeprowadzono przy użyciu pakietu Statistica 13.1. W celu określenia różnic pomiędzy badanymi grupami owoców zastosowano analizę wariancji (ANOVA). Do sprawdzenia istotności różnic pomiędzy poszczególnymi grupami przeprowadzono testy post-hoc ($p \leq 0,05$). Obliczono korelację pomiędzy poszczególnymi parametrami.

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tab. 1.

Ekstrakt ogólny rozumiano jako zawartość substancji rozpuszczalnych w wodzie, nieulatniających się z parą wodną – głównie sacharydów, kwasów organicznych, substancji mineralnych, bez substancji zapachowych, kwasów lotnych, alkoholu i tlenu siarki(IV). Zawartość ekstraktu w znacznym stopniu determinuje jakość żywieniową oraz cechy sensoryczne produktu [5]. Największą zawartością ekstraktu ogólnego charakteryzowały się pomarańcze (15,17 %) oraz pomelo (15,83 %) i stanowiły odrębną grupę pod względem wartości tego parametru. Następną grupę stanowiły owoce kumkwatu (11,32 %) i klementynki (10,87 %). Uzyskane wyniki świadczą o tym, że owoce pomarańczy i pomelo charakteryzowały się największą zawartością substancji nielotnych, takich jak: cukry, makroelementy, substancje przeciwutleniające i barwniki, co stanowi o dużej wartości odżywczej i biologicznej tych owoców w porównaniu z pozostałymi badanymi owocami cytrusowymi.

Tabela 1. Wybrane parametry jakości owoców cytrusowych

Table 1. Selected quality parameters of citrus fruits

Parametr jakości Quality parameter	Pomarańcza Orange	Klementynka Clementine	Pomelo	Kumkwat Kumquat
Zawartość ekstraktu ogólnego Total extract content [%]	15,17 ^a ± 0,06	10,87 ^b ± 0,12	15,83 ^a ± 0,15	11,32 ^b ± 0,08
Zawartość cukrów redukujących Reducing sugars content [%]	15,07 ^b ± 0,81	10,65 ^a ± 0,37	15,39 ^b ± 0,38	10,93 ^a ± 0,31
Zawartość polifenoli ogółem Total polyphenol content [mg GAE/100 g]	27,69 ^b ± 0,82	34,75 ^a ± 0,81	43,24 ^c ± 0,46	52,82 ^d ± 0,79
Zdolność wygaszania rodnika DPPH* / Ability to quench the DPPH* radical [%]	53,37 ^b ± 0,54	42,97 ^a ± 0,87	53,38 ^b ± 0,40	60,02 ^c ± 0,80

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a - d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

W badanych owocach występują cukry proste w postaci ketoz i aldoz (m.in. fruktozy, glukozy, mannozy, galaktozy, rybozy) ulegających reakcji redukcji, dlatego oznaczono zawartość cukrów bezpośrednio redukujących (tab. 1).

Największą zawartość cukrów redukujących stwierdzono w pomelo (15,39 %) i pomarańczach (15,07 %). W znacznym stopniu wyniki te różniły się od wartości oznaczonych w kumkwatach (10,93 %) i klementynkach (10,65 %).

W celu zweryfikowania właściwości przeciwutleniających badanych owoców oznaczono zawartość związków polifenolowych ogółem (tab. 1).

Stwierdzono, że zawartość związków polifenolowych ogółem w badanych owocach wahała się od 27,69 mg GAE/100 g – w pomarańczach do 52,82 mg GAE/100 g – w owocach kumkwatu. Największą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowały się owoce kumkwatu (52,82 mg GAE/100 g). Mogło to wynikać z faktu, że w skład próbki owoców kumkwatu wchodził cały owoc, włącznie ze skórką, która jest bogatym źródłem składników bioaktywnych. Analizie poddano zaś cały owoc, gdyż zaleca się, aby owoce kumkwatu spożywać w takiej formie. Owoce pomelo (43,24 mg GAE/100 g) i klementynki (34,75 mg GAE/100 g) charakteryzowały się mniejszą zawartością związków polifenolowych ogółem niż owoce kumkwatu. Najmniejszą zawartością badanych związków cechowały się pomarańcze (27,69 mg GAE/100 g), które należą do najczęściej spożywanych owoców południowych w Polsce. Stwierdzono statystycznie istotne różnice między uzyskanymi wynikami, dlatego badanych owoców cytrusowych nie łączono w grupy według tego parametru.

Wyniki zawartości związków polifenolowych ogółem w owocach cytrusowych uzyskane w badaniach własnych były niższe od tych, które wykazali Ramful i wsp. [13] oraz Shyi-Neng i wsp. [17], mimo zastosowania analogicznej metody badawczej. Nadmienić należy, że materiałem doświadczalnym wymienionych autorów były owoce świeże, niepoddane procesom transportowym. Na wynik uzyskany w badaniach własnych mogły mieć wpływ takie czynniki, jak: kraj pochodzenia owoców, czas zbioru, warunki przechowalnicze i transportowe oraz czas, jaki upłynął od zbioru do przeprowadzenia analizy. Ramful i wsp. [13] dowiedli, że zawartość polifenoli ogółem w kumkwatach nie przekraczała 57,3 mg GAE/100 g, w pomelo nie przekraczała 45,1 mg GAE/100 g, w owocach pomarańczy nie była większa niż 32,72 mg GAE/100 g, natomiast w klementynkach nie przekraczała 35,6 mg GAE/100 g. Warto jednak zauważyć, że zawartość polifenoli ogółem w owocach kumkwatu była duża w porównaniu z innymi badanymi owocami cytrusowymi. Stwierdzono, że zawartość polifenoli ogółem w owocach kumkwatu (52,82 mg GAE/100g) w porównaniu z ich zawartością w pomarańczach (27,69 mg GAE/100 g) była prawie dwukrotnie większa.

Aktywność przeciwutleniająca badanych owoców wynosiła $40 \div 60$ %. Największą zdolnością wygaszania rodnika DPPH^{*} charakteryzowały się owoce kumkwatu (60,02 %), co korespondowało z zawartością polifenoli [mg GAE/100 g] (tab. 1). Nieznacznie niższe wartości oznaczono w owocach pomelo (53,38 %) i pomarańczach (53,37 %). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pod względem aktywności przeciwutleniającej pomelo i pomarańczy. Najniższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się klementynki (42,97 %). Uzyskane w pracy wyniki nieznacznie odbiegają od wyników publikowanych przez innych autorów. Ramful i wsp. [13] podają, że aktywność przeciwutleniająca badanych owoców mieści się między 39,7 % (klementynka) a 67,9 % (kumkwat), co potwierdza, że kumkwat jest owocem o najwyższej aktywności biologicznej spośród badanej grupy.

W celu weryfikacji zależności pomiędzy oznaczanymi parametrami wyznaczono współczynniki korelacji Pearsona. Stwierdzono statystycznie istotną korelację pomiędzy zawartością związków polifenolowych ogółem a aktywnością przeciwutleniającą ($r = 0,604$; $p = 0,039$). Na podstawie wielkości tego wskaźnika stwierdzono wprost proporcjonalną, umiarkowaną korelację pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą a zawartością polifenoli ogółem w badanych owocach cytrusowych, co rozumie się jako równoległy wzrost lub zmniejszenie danych cech. Dodatkowo istotne zależności wykazano między zawartością ekstraktu ogólnego a zawartością cukrów redukujących ($r = 0,998$, $p = 0,00$).

Wnioski

1. Owoce kumkwatu charakteryzowały się największą zawartością polifenoli ogółem (52,82 mg GAE/100 g) oraz najwyższą aktywnością przeciwutleniającą (60,03 %)

- w porównaniu z pozostałymi badanymi owocami cytrusowymi. Dodatkowo zawierały mało cukrów redukujących (10,93 %), co czyni je wartościowymi pod względem żywieniowym. Owoce kumkwatu stanowią oddzielną grupę owoców cytrusowych o charakterystycznych tylko dla tego gatunku właściwościach.
2. Pomarańcze (15,17 % ekstraktu ogólnego, 15,07 % cukrów redukujących) i pomelo (15,83 % ekstraktu ogólnego, 15,39 % cukrów redukujących) charakteryzowały się największą zawartością ekstraktu ogólnego i cukrów redukujących spośród badanych owoców.
 3. W badanych owocach stwierdzono umiarkowaną zależność między aktywnością przeciwutleniającą a zawartością polifenoli ogółem ($r = 0,604$).

Źródło finansowania: Uniwersytet Morski w Gdyni, Indywidualny Projekt Badawczy Anny Flis-Kaczykowskiej WPiT/2019/PI/05 oraz Zbiorowy Projekt Badawczy Katedry Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością WPiT/2019/PZ/04.

Literatura

- [1] Babicz-Zielińska E., Zabrocki R.: Postawy konsumentów wobec prozdrowotnej wartości żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 6 (55), 81-89.
- [2] Drużyńska B., Szymańska J., Ciecierska M., Derewiaka D., Kowalska J., Majewska E.: Składniki bioaktywne i właściwości przeciwnadciśnieniowe wybranych owoców egzotycznych. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*, 2014, 2, 169-174.
- [3] Kolenda H.: *Towaroznawstwo artykułów spożywczych*. Cz. 2. Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2005, s. 89.
- [4] GUS: *Rocznik Statystyczny Rolnictwa*. Zakład Wyd. Stat., Warszawa 2017, s. 366.
- [5] Michalak-Majewska M.: Ocena składu i właściwości soków owocowych preferowanych przez konsumentów. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, XLII (3), 836-841.
- [6] Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii, Departament Handlu i Współpracy Międzynarodowej: *Obroty towarowe, import 2017 r.*
- [7] Morton J.F.: *Fruits of warm climates*. Echo Point Books and Media, Miami 1987, pp. 134-142.
- [8] Morton J.F.: *Fruits of warm climates*. Echo Point Books and Media, Miami 1987, pp. 147-151.
- [9] Nawirska A., Sokół-Lętowska A., Kucharska A.Z.: Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 4 (53), 120-125.
- [10] Olewnicki D., Sobczak W., Gunerka L.: Zainteresowanie warszawskich konsumentów owocami mało znanymi i egzotycznymi. *Zesz. Nauk. SGGW, Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 2016, 114, 131-142.
- [11] PN-EN 12143:2000. *Soki owocowe i warzywne. Oznaczenie zawartości substancji rozpuszczalnych metodą refraktometryczną*.
- [12] Podbielkowski Z.: *Słownik roślin użytkowych*. PWRiL, Warszawa 1989.
- [13] Ramful D., Tarnus E., Aruoma O.I., Bourdon E., Bahorun T.: Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Res. Int.*, 2011, 44, 2088-2099.
- [14] Rekha C., Poornima G., Manasa M., Abhipsa V., Pavithra Devi J., Vijay Kumar H.T., Prashith Kekuda T.R.: Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits. *Chem. Sci. Trans.*, 2012, 1 (2), 303-310.

- [15] Sanches-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F.: A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, 96, 270-276.
- [16] Shyi-Neng L., Chi-Tang H.: Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: Kumquat and calamondin. *J. Food Drug Anal.*, 2017, 25, 162-175.
- [17] Shyi-Neng L., Yi-Chun L., Jia-De H., Chi-Tang H., Lin-Huei A.F., Yung-Chung C.: Drying effect of flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chem.*, 2014, 171, 356-363.
- [18] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enology Viticulture*, 1965, 16, 144-153.
- [19] Stawarska A., Dębowska D., Tokarz A.: Analiza zawartości wybranych cukrów w sokach owocowych i nektarach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2016, XLIX (3), 412-416.
- [20] The Observatory of Economic Complexity, 2018: Where does Poland import oranges, fresh or dried from? [on line]. OEC. Dostęp w Internecie [30.11.2019]: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/import/pol/show/080510/2017/
- [21] Food and Agricultural Organization of the United Nations: Top production of oranges 2013 – choose Production, Crops, World in the left margin and picklist. *FAO Statistics*, 2013.

ASSESSING SOME SELECTED QUALITY FEATURES OF CITRUS FRUITS

S u m m a r y

Citrus fruits are a rich source of antioxidant substances. The antioxidants contained therein, especially apigenin and naringenin, are of vital importance for the proper functioning of human body. Among other things, they support the prevention of cardiovascular and cancer diseases. Regular consumption of citrus fruits can have a beneficial effect on human health. Citrus fruits are quite often consumed by the Polish consumers owing to their physicochemical parameters, valuable nutritional properties and sensory values. Thus, on the Polish market continuously appear citrus fruits that are unknown to the Polish consumers, for example a fruit of kumquat that is characterised by good antioxidant properties.

The objective of the research study was to compare the antioxidant properties of pomelo and kumquat with those of oranges and clementines. The research study involved the determination of the total content of polyphenolic compounds [mg GAE/100 g] and antioxidant activity [%]. Additionally, there were determined the content of general extract [%] and the content of reducing sugars [%]. Based on the analysis of the results obtained, it was found that, compared to other fruits analysed, the kumquat fruit had the highest total polyphenol concentration (52.82 mg GAE/100 g) and that it was characterised by the highest antioxidant activity (60.03 %) and, at the same time, by a low content of directly reducing sugars (10.93 %); therefore the kumquat appeared to be the most valuable fruit in terms of nutrition.

Key words: citrus fruits, kumquat, polyphenols, antioxidant activity, reducing sugars, general extract ☒