

Tomasz Puksza, Anna Platta

TRUSKAWKI JAKO ŹRÓDŁO SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH WSPOMAGAJĄCYCH PROFILAKTYKĘ CHOROÓB NOWOTWOROWYCH

Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością
Akademii Morskiej w Gdyni
Kierownik: prof. dr hab. inż. P. Przybyłowski

Celem pracy była ocena zawartości składników bioaktywnych wspomagających profilaktykę chorób nowotworowych oraz ich zdolności do wiązania wolnych rodników. W truskawkach świeżych i mrożonych oznaczono ogólną zawartość antocyjanów metodą Fuleki'ego i Francis'a, zawartość witaminy C wg PN-A-04019:1998, sumę związków polifenolowych ogółem metodą Folina-Ciocalteu oraz aktywność przeciwrodnikową z wykorzystaniem syntetycznego rodnika DPPH.

Hasła kluczowe: truskawki, antocyjany, witamin C, polifenole, aktywność przeciwutleniająca.

Key words: strawberries, anthocyanins, vitamin C, polyphenols, antioxidant activity.

W wyniku konsumpcji żywności wysoko przetworzonej i zbyt niskiego spożycia owoców, w diecie człowieka współczesnego zaobserwować można znaczące niedobory składników zapobiegających chorobom nowotworowym (1).

Według oszacowań WHO, niewystarczające spożycie owoców przyczynia się w skali ogólnoswiatowej do ok. 14% przypadków śmierci na raka żołądka lub jelit, 11% przypadków śmierci z powodu choroby niedokrwiennej serca oraz 9% przypadków śmierci w wyniku udaru (2).

Ryzyko wystąpienia tych chorób można znacznie obniżyć poprzez zwiększenie spożycia produktów zawierających składniki bioaktywne, między innymi antocyjany, polifenole oraz witaminę C.

Istotnym źródłem tych składników są owoce. Ich odpowiednia podaż w diecie człowieka odgrywa bardzo ważną rolę w prewencji chorób nowotworowych. Szczególnie bogate w składniki antyoksydacyjne, zwłaszcza w związki fenolowe i kwas askorbinowy są owoce jagodowe, a wśród nich truskawki (3, 4).

Witamina C oraz polifenole, w tym antocyjany, występujące w truskawkach zapobiegają wielu chorobom dzięki posiadanym właściwościom przeciwzapalnym, przeciwwirusowym, przeciwbakteryjnym, przeciwnowotworowym, zapobiegającym zakrzepom, miazdżycy naczyń krwionośnych oraz przeciwdziałają reakcjom alergicznym i obniżają poziom cholesterolu. Obecność tych związków w truskawkach powoduje, iż owoce te wykazują aktywność antyoksydacyjną polegającą na wymiataniu wolnych rodników. Dzięki tym właściwościom spożywanie truskawek

przyczynia się do zmniejszenia ilości uszkodzeń na poziomie DNA, uszkodzeń białek i lipidów oraz obniżenia ryzyka rozwoju nowotworów, między innymi żołądka i przełyku (5, 6).

Witamina C istotna jest także dla właściwego funkcjonowania układu odpornościowego, gdyż uczestniczy w procesach immunomodulacyjnych oraz stymuluje syntezę interferonu. Ponadto, witamina C przyczynia się do zwiększenia odporności poprzez aktywność komórek NK oraz limfocytów B i T, które oprócz zwalczania patogenów eliminują również komórki nowotworowe (6).

Celem pracy była ocena zawartości składników bioaktywnych, wspomagających profilaktykę chorób nowotworowych, w truskawkach dostępnych na terenie miasta Gdynia oraz ich zdolności wiązania wolnych rodników.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły truskawki, świeże z Hiszpanii i gruntowe z Polski oraz mrożone trzech producentów, dostępne w handlu detalicznym na terenie miasta Gdynia. Truskawki mrożone, do laboratorium Akademii Morskiej w Gdyni, przetransportowano w torbach termoizolacyjnych, w celu uniknięcia narażenia produktu na oddziaływanie dodatniej temperatury.

Przed oznaczeniami mrożone truskawki rozmrażano w szklanych, zamkniętych opakowaniach umieszczonych w temp. 5°C.

Oznaczenie zawartości suchej masy wykonano metodą suszenia termicznego do stałej masy wg normy PN-90/A-75101/03.

Oznaczenie ogólnej zawartości antocyjanów przeprowadzono metodą *Fuleki'ego* i *Francis'a* polegająca na pomiarze absorpcji przy długości fali 510 nm w próbkach rozcieńczonych buforami o pH 1 i pH 4,5 (7).

Zawartości witaminy C oznaczono metodą spektrofotometryczną wg normy PN-A-04019:1998.

Ogólną zawartość polifenoli, w etanolowych ekstraktach truskawek, oznaczono za pomocą odczynnika Folina-Ciocalteu'a, wyrażając wynik w przeliczeniu na kwas galusowy (mg kwasu galusowego/100 g produktu) (8, 9).

Aktywność antyoksydacyjną, wyrażoną jako % inhibicji, określono wg zmodyfikowanej metody *Branda-Wiliamsa* i wspólr. (10) z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl, Sigma).

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono za pomocą metody jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), a istotność różnic średnich oznaczono za pomocą testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia wykonano w programie Microsoft Office Excel 2010.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Truskawki stanowiące materiał badawczy różniły się zawartością suchej masy. Najwyższą zawartością suchej masy odznaczały się truskawki mrożone producenta B (11,27%), a najniższą truskawki świeże z Hiszpanii (8,21%). W pozostałych

owocach zawartość suchej masy kształtowała się na poziomie od 8,71% do 10,53% (tab. I). Porównywalne wartości uzyskali inni autorzy (11).

Tab e l a I. Zawartość związków bioaktywnych w świeżej masie owoców truskawki

Tab l e I. Content of bioactive compounds in fresh mass of strawberry fruit

Truskawki	Sucha masa (%)	Antocyjany (mg/100 g ś.m.)	Witamina C (mg/100 g ś.m.)	Polifenole ogółem (mg GAE/100 g ś.m.)	Aktywność antyoksydacyjna (% inhibicji)
Świeże z Hiszpanii	8,21±0,38 ^a	13,22±0,16	22,55±0,63	145,37±6,61 ^a	32,38±1,82 ^{ab}
Świeże z Polski	10,53±0,63 ^b	27,75±0,03	73,24±0,49	189,19±5,34	26,08±2,00 ^c
Mrożone producent H	9,49±0,20 ^c	19,95±0,09	28,34±0,68	147,79±5,30 ^a	35,59±1,86 ^{ad}
Mrożone producent B	11,27±0,18 ^b	21,52±0,08	15,74±0,93	122,43±4,85 ^b	42,60±2,40
Mrożone producent K	8,71±0,31 ^{ac}	32,94±0,14	20,73±0,26	116,33±4,01 ^b	31,30±2,43 ^{bcd}

Wyniki przedstawiono jako średnia ± odchylenie standardowe, n=3

Wartości średnie oznaczone tą samą małą literą w kolumnach nie różnią się statystycznie istotnie wg testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Aby zobiektyzować poziom badanych związków, wyniki oznaczeń zawartości antocyjanów, witaminy C oraz polifenoli ogółem podano w przeliczeniu na świeżą masę truskawek oraz na suchą masę.

Zawartość antocyjanów, witaminy C, polifenoli ogółem w świeżej masie oraz aktywność antyoksydacyjną badanych truskawek przedstawiono w tabeli I, natomiast zawartość antocyjanów, witaminy C i polifenoli ogółem w przeliczeniu na suchą masę przedstawiono w tabeli II.

Tab e l a II. Zawartość związków bioaktywnych w suchej masie owoców truskawki

Tab l e II. Content of bioactive compounds in dry mass of strawberry fruit

Truskawki	Antocyjany mg/100 g s.m.	Witamina C mg/100 g s.m.	Polifenole ogółem mg GAE/100 g s.m.
Świeże z Hiszpanii	161,90±1,98	274,58±7,66	1770,31±129,68 ^a
Świeże z Polski	263,58±0,31	695,77±4,67	1797,26±79,20 ^a
Mrożone producent H	210,28±0,90	298,67±7,18	1503,36±55,90
Mrożone producent B	190,99±0,69	139,65±8,72	1086,27±43,01
Mrożone producent K	378,34±1,59	238,14±3,00	1336,31±46,06

Wyniki przedstawiono jako średnia ± odchylenie standardowe, n=3

Wartości średnie oznaczone tą samą małą literą w kolumnach nie różnią się statystycznie istotnie wg testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Analiza uzyskanych zawartości antocyjanów w owocach wykazała, że różniły się one statystycznie istotnie. Badane truskawki w świeżej masie zawierały od 13,22 do 32,94 mg/100 g, a w przeliczeniu na suchą masę od 161,90 do 378,34 mg/100 g. Najwyższą zawartością antocyjanów odznaczały się truskawki mrożone producenta K, które w świeżej masie zawierały ich 32,94 mg/100 g (w przeliczeniu na suchą

masę 378,34 mg/100 g), a najniższą truskawki świeże z Hiszpanii zawierające tylko 13,22 mg/100 g antocyjanów (161,90 mg/100g s.m.) (tab. I, tab. II). W pozostałych truskawkach wartości kształtowały się od 190,99 do 263,58 mg/100 g suchej masy (tab. II).

Uzyskane wyniki porównywalne są do wyników przedstawianych przez *Kolniatek* (12). Oznaczona przez *Kolniatek* (12) zawartość antocyjanów kształtowała się na poziomie od 13,4 do 39,6 mg/100 g świeżej masy (12). Oznaczaniem zawartości antocyjanów w truskawkach zajmowała się również *Bojarska* i współpr. (11) uzyskując czterokrotnie niższe wartości od oznaczonych w naszym doświadczeniu. Wynikające różnice w zawartości antocyjanów mogą być spowodowane warunkami pogodowymi w jakich truskawki dojrzewały, sposobem ich uprawy oraz czasem przechowywania.

Oznaczone zawartości antocyjanów świadczą o tym, że truskawki nie są znaczącym źródłem tych związków. Przykładowo aronia i czarna porzeczka, które są uznawane za główne źródła antocyjanów w naszej strefie klimatycznej, zawierają ich odpowiednio od 200 do 1000 mg/100 g produktu oraz od 80–420 mg/100 g produktu (13, 14).

Zawartość witaminy C w badanych truskawkach kształtowała się na poziomie od 15,74 do 73,24 mg/100 g świeżej masy (tab. I), co odpowiadało wartościom od 139,65 do 695,77 mg/100 g suchej masy (tab. II). Najwięcej witaminy C zawierały truskawki świeże z Polski, a najmniej truskawki mrożone producenta B. W pozostałych rodzajach truskawek wartości te były na poziomie od 20,73 mg/100 g (238,14 mg/100 g s.m.) do 28,34 mg/100 g (298,67 mg/100 g s.m.). Wartości te są podobne do przedstawionych przez *Skupień*, tj. 39–81,2 mg/100 g świeżej masy dla truskawek w stanie świeżym oraz od 15,3–34,0 mg/100 g produktu w przypadku truskawek mrożonych po 8 miesiącach przechowywania (15).

Zawartość witaminy C w owocach determinowana jest wieloma czynnikami. Do najważniejszych zalicza się odmianę, miejsce i metody uprawy, warunki klimatyczne danego regionu, stopień dojrzałości w czasie zbioru, czas transportu, przetwarzania i utrwalania (16).

Czynniki te mogły wpłynąć również na uzyskane różnice w oznaczeniu zawartości witaminy C w truskawkach stanowiących materiał badawczy, szczególnie między truskawkami z Polski i z Hiszpanii.

Zapotrzebowanie organizmu dorosłego człowieka na witaminę C, w zależności od stanu fizjologicznego, kształtuje się na poziomie 35–70 mg/dobę (17). Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że 100 g świeżych truskawek może zapewnić od 50 do 100% dziennego zapotrzebowania organizmu dorosłego człowieka na witaminę C, natomiast 100 g mrożonych truskawek od 40 do 50% zapotrzebowania.

Właściwości antyoksydacyjne produktów spożywczych, istotne pod względem żywnościowym, determinowane są w głównej mierze zawartością związków fenolowych (18).

Zawartość polifenoli była istotnie zróżnicowana w zależności od rodzaju truskawek. W truskawkach świeżych kształtowała się ona na poziomie od 145,37 mg/100 g produktu do 189,19 mg/100 g produktu w przeliczeniu na kwas galusowy (od 1770,31 do 1797,26 mg kwasu galusowego/100 g suchej masy) (tab. I, tab. II). Wartości te

zbliżone są do wartości uzyskanych przez *Kolniak* (12), ale prawie czterokrotnie niższe od wartości przedstawionych przez *Bojarską* i współpr. (11).

W mrożonych truskawkach stwierdzono niższą zawartość polifenoli niż w świeżych. Mrożone truskawki zawierały od 116,33 do 147,79 mg kwasu galusowego/100 g świeżej masy (tab. I), a po przeliczeniu na suchą masę od 1086,27 do 1503,36 mg kwasu galusowego/100 g (tab. II).

Różnice między poszczególnymi badaniami zawartości polifenoli, wynikać mogą z niedoskonałości zastosowanej metody Folina-Ciocalteu'a. Jak podają źródła literaturowe odczynnik Folina-Ciocalteu'a reaguje także z cukrami, kwasem askorbinowym, białkami, aminokwasami, jonami miedzi i żelaza (19, 20). Dlatego na wielkość uzyskanych wyników mogą wpływać inne substancje antyoksydacyjne rozpuszczalne w etanolu.

Właściwości antyoksydacyjne określono na podstawie zdolności do wygaszania rodnika DPPH. Przeprowadzone badania wykazały, że zdolność poszczególnych, etanolowych wyciągów z truskawek do wiązania rodnika DPPH kształtowała się na poziomie od 26,08 do 42,60%, przy czym truskawki mrożone odznaczały się nieco wyższą aktywnością niż truskawki świeże. Również truskawki z Hiszpanii, pomimo mniejszej zawartości polifenoli, wykazywały wyższą aktywność przeciwrodnikową niż truskawki z Polski (tab. I).

Jak podaje literatura przedmiotowa aktywność przeciwrodnikowa owoców zależy jest między innymi od zawartości związków polifenolowych, a w szczególności od ich budowy chemicznej, rodzaju, liczby, miejsca położenia podstawników (grup OH i OCH₃) w cząsteczce, ich stężenia oraz stopnia utlenienia. Częściowe utlenienie polifenoli może powodować ich zwiększoną zdolność wiązania wolnych rodników w porównaniu z polifenolami nieutlenionymi. Zwiększenie zdolności wiązania wolnych rodników przez częściowo utlenione polifenole spowodowane jest ich większą zdolnością do uwalniania atomu wodoru grupy hydroksylowej przy pierścieniu aromatycznym i/lub zwiększonymi możliwościami utrzymywania przez pierścień aromatyczny niesparowanych elektronów poprzez delokalizację w powłoce p (21, 22).

Przypuszczać można zatem, iż częściowe utlenienie polifenoli w truskawkach mrożonych przyczyniło się do wyższej aktywności przeciwrodnikowej w porównaniu z truskawkami świeżymi. Podobna sytuacja mogła zajść podczas transportu truskawek z Hiszpanii, powodując wyższą aktywność w porównaniu z truskawkami z Polski.

WNIOSKI

1. Zawartość antocyjanów kształtowała się na poziomie od 13,32 do 32,94 mg/100 g świeżej masy (od 161,90 do 378,34 mg/100 g suchej masy) co czyni badane truskawki mało znaczącym źródłem tych związków.

2. Zawartość witaminy C wynosiła od 15,74 mg/100 g świeżej masy (139,65 mg/100 g suchej masy) w truskawkach mrożonych producenta B do 73,24 mg/100 g świeżej masy (695,77 mg/100 g suchej masy) w truskawkach świeżych z Polski.

3. Najniższą zawartość polifenoli ogółem stwierdzono w truskawkach mrożonych producenta B (1086,27 mg/100g suchej masy w przeliczeniu na kwas galusowy),

najwyższą natomiast w truskawkach świeżych z Polski (1797,26 mg/100g suchej masy w przeliczeniu na kwas galusowy).

4. Zdolność do wiązania wolnych rodników DPPH była zróżnicowana i w zależności od rodzaju truskawek kształtowała się na poziomie od 26,08 do 42,60%.

5. Badane truskawki mogą stanowić w diecie człowieka dobre źródło składników bioaktywnych wspomagających profilaktykę chorób nowotworowych.

T. Puksza, A. Platta

STRAWBERRIES AS THE SOURCE OF BIOACTIVE INGREDIENTS SUPPORTING PREVENTION OF CANCERS

Summary

As a consequence of the consumption of highly processed and under-processed foods, the modern human's diet can be characterized by significant decrease deficiencies cancer-preventing ingredients. According to WHO estimates, insufficient fruit intake contributes globally to about 14% of gastric or bowel cancer deaths, 11% of deaths due to ischemic heart disease and 9% of deaths due to a stroke. The risk of these diseases can be reduced significantly by increasing the consumption of fruits, that contain bioactive ingredients including e.g.: anthocyanins, polyphenols, and vitamin C. The presences of these compounds in fruit lead to their antiradical activity.

The aim of this study was evaluation of aforementioned bioactive components, supporting the prevention of cancer diseases, strawberries available, in the city of Gdynia and their ability to free radicals scavenging.

The investigated materials were fresh and frozen strawberries available in the city of Gdynia. The total content of anthocyanins was determined by the Fuleki and Francis method, the vitamin C content by spectrophotometric method according to PN-A-04019:1998, the sum of the polyphenol compounds by Folina-Ciocalteu method, and the anti-radical activity using the synthetic DPPH radical.

These studies have shown that strawberries contained, in dry materials: anthocyanins ranging from 161.90 to 378.34 mg/100 g, vitamin C from 139,65 to 695.77 mg/100 g and polyphenols from 1086.27 to 1797.26 mg/100 g, calculated as gallic acid. The antiradical activity range of tested strawberries was from 26.08 to 42.60%.

Consumption of strawberries can play an important role in the prevention of many cancers.

PIŚMIENNICTWO

1. *Kubiński T.*: Żywność funkcjonalna. ŻycieWeterynaryjne, 2010; 85(11): 932-935. – 2. World Health Organization (2009). Global Health Risks Summary Tables. WHO: Geneva, Switzerland, 2009. – 3. *Piotrowska A., Góralczyk M., Żebrowska-Krasuska M.*: Owoce jagodowe i ich przetwory jako źródła przeciwutleniaczy. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2013; 2: 98-103. – 4. *Kałędkiewicz E., Lange E.*: Znaczenie wybranych związków pochodzenia roślinnego w diecie zapobiegającej chorobom nowotworowym. Postępy Fitoterapii, 2013; 1: 42-47. – 5. *Korus A., Banaś A.*: Wartości odżywcze i wykorzystanie w żywieniu owoców truskawek i wiśni. Med. Rodz., 2016; 19(3): 158-62. – 6. *Janda K., Kasprzak M., Wolska J.*: Witamina C – budowa, właściwości, funkcje i występowanie. Pom. J Life Sci., 2015; 61 (4): 419-425. – 7. *Michałowski S.*: Technologia chłodnictwa żywności składniki pokarmowe i kontrola ich przemian. Politechnika Łódzka, 1995: 160-162. – 8. *Singleton V.L., Rossi J.A.*: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdenic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic., 1965; 16: 144-158. – 9. *Peri C., Pompei C.*: An assay of different phenolic fractions in wines. Am. J. Enol. Vitic., 1971; 22(2): 55-58. – 10. *Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.*: Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. LebensmWiss Technology, 1995; 28: 25-30.

11. *Bojarska J.E., Czaplicki S., Zarecka K., Zadernowski R.*: Związki fenolowe owoców wybranych odmian truskawki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006; 2(47) Supl.: 20-27. – 12. *Kolniak J.*: Wpływ sposobu zamrażania, rozmrażania oraz dodatków kriochronnych na zawartość polifenoli ogółem,

antocyjanów i pojemność przeciwutleniającą mrożonek truskawkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 5(60): 135-148. – 13. *Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T.*: Antocyjany – charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011; 4(77): 24-35. – 14. *Saluk-Juszczak J.*: Antocyjany jako składnik żywności funkcjonalnej stosowanej w profilaktyce chorób układu krążenia. *Postępy Hig.Med. Dośw.*, 2010; 64: 451-458. – 15. *Skupień K.*: Ocena wybranych cech jakościowych świeżych i mrożonych owoców sześciu odmian truskawek. *Hortorum Cultus – Acta Scientiarum Polonorum*, 2003; 2(2): 115-123. – 16. *Janda K., Kasprzak M., Wolska J.*: Witamina C – budowa, właściwości, funkcje i występowanie. *Pom. J. Life Sci.*, 2015; 61(4): 419-425. – 17. *Kwaśnieszka-Karolak I.*: Wpływ zamrażalniczego przechowywania na zawartość witaminy C i wybrane cechy fizykochemiczne owoców papryki słodkiej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2017; 1(110): 112-125. – 18. *Karmańska A., Florczak J., Karwowski B.*: Badanie zawartości związków polifenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej różnych odmian pieczarek. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2017; 50(1): 48-54. – 19. *Shahidi F., Naczki M.*: Phenolics in Food and Nutraceuticals. CRC Press LLC, 2004. – 20. *Prior R.L., Wu X., Schaich K.*: Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *J. Agric.FoodChem*, 2005; 53: 4290-4302.

21. *Filipiak-Florkiewicz A., Florkiewicz A., Dereń K.*: Zawartość składników bioaktywnych w wybranych przetworach zbożowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2016; 49(2): 194-202. – 22. *Gumul D., Korus J., Achremowicz B.*: Wpływ procesów przetwórczych na aktywność przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005; 4(45) Supl.: 41-48.

Adres: 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87