

Analiza zawartości polifenoli i antocyjanów w wybranych produktach truskawkowych słodzonych cukrem i innymi substancjami słodzącymi

Determination of polyphenols and anthocyanins in selected strawberry products sweetened with sugar and other sweeteners

mgr inż. Monika Kalinowska-Pacek, dr inż. Justyna Szczepańska-Stolarczyk, prof. dr hab. inż. Krystian Marszałek

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie

e-mail: monika.kalinowska-pacek@ibprs.pl

Słowa kluczowe: dzemy truskawkowe, polifenole, antocyjany, cukry ogółem, właściwości prozdrowotne

Keywords: strawberry jam, polyphenols, anthocyanins, total sugars, health-promoting properties

The study analyzed the total polyphenols content, anthocyanins, and total sugar content in eleven commercially available strawberry-based products. It was shown that the tested products exhibited significantly different levels of total polyphenols (44.9-212.8 mg/100g of fresh weight) and relatively low anthocyanin content (1.0-24.0 mg/100g of fresh weight) with a highly varied sugar content (4.0-69.2 g/100g of fresh weight) in the final product. The results confirmed significant differences in the levels of the analyzed bioactive compounds among the tested samples.

W pracy dokonano analizy zawartości polifenoli ogółem, antocyjanów oraz cukrów ogółem w jedenastu komercyjnie dostępnych produktach na bazie truskawek. Wykazano, że badane produkty charakteryzują się istotnie różną zawartością polifenoli ogółem (44,9-212,8 mg/100g świeżej masy) i stosunkowo niewielką zawartością antocyjanów (1,0-24,0 mg/100g świeżej masy) przy bardzo zróżnicowanym udziale cukru (4,0-69,2 g/100g świeżej masy) w produkcie końcowym. Wyniki badań potwierdziły istotne różnice w zawartości badanych składników bioaktywnych w badanych próbkach.

Wstęp

Truskawki (*Fragaria × ananassa* Duchesne) to rośliny wieloletnie z rodziny różowatych [10]. Choć istniały już w starożytności, owoce znane nam dzisiaj zostały wyhodowane w XVIII wieku, w Europie z dwóch odmian pochodzących z Ameryki. W XIX wieku truskawki zaczęto uprawiać w wielu krajach na świecie [13]. Należą one do najczęściej uprawianych owoców jagodowych w Polsce, co plasuje nasz kraj w czołówce producentów tych owoców w Unii Europejskiej [2].

Truskawki cechują się dobrze wyważonym słodko-kwaśnym smakiem, charakterystycznym aromatem i atrakcyjną barwą. Owoce te są szeroko wykorzystywane w przetwórstwie spożywczym, głównie ze względu na ich sezonowy charakter i niską trwałość, która uniemożliwia długotrwałe przechowywanie świeżych truskawek [10]. Z tego względu truskawki są powszechnie stosowane do produkcji mrożonek, zagęszczonych soków, produktów z dodatkiem cukru, np. galaretek, dżemów czy konfitur [8]. Warto wspomnieć, że w Polsce dżem truskawkowy od wielu lat pozostaje najczęściej wybieranym wariantem smakowym w tej kategorii produktów [11].

Ze względu na zróżnicowany skład chemiczny, wynikający m.in. z odmiany, warunków środowiskowych, stosowanych praktyk rolniczych oraz sposobów przechowywania, truskawki stanowią niejednorodny surowiec wykorzystywany jako materiał wyjściowy w produkcji przetworów owocowych [13]. Jednym z podstawowych etapów prze-

tworzenia owoców jest proces utrwalania termicznego w celu redukcji liczby drobnoustrojów, przyczyniający się do wydłużenia trwałości produktów oraz redukujący ryzyko wystąpienia zagrożeń zdrowotnych u konsumentów [8]. Podczas obróbki termicznej zachodzą jednak procesy degradacji składników bioaktywnych występujących w owocach, wrażliwych na działanie temperatury. Związki te wykazują właściwości przeciwutleniające. Działanie antyoksydantów polega na wygaszaniu aktywności wolnych rodników w organizmie człowieka, co w rezultacie może przyczyniać się do licznych korzyści zdrowotnych. Związki te wykazują działanie przeciwzapalne, antykancerogenne, immunomodulujące, przeciwcukrzycowe, przeciwwątrobowe, regulujące poziom cholesterolu oraz ciśnienia krwi [1, 13]. Należy podkreślić, że głównym barwnikiem antocyjanowym w truskawkach jest pelargonidyno-3-glukozyd, natomiast spośród innych polifenoli dużą rolę odgrywa kwas elagowy i jego pochodne, stanowiąc od 35 do 40% wszystkich polifenoli. Mniejszą grupę tworzą flawonole [20].

Według Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej dżemów, konfitur, galaretek, marmolad, powideł śliwkowych oraz słodzonego przecieru z kasztanów jadalnych (Dz. U. poz. 1398 oraz z 2004 r. poz. 662, a także z 2017 r. poz. 1944), dżem to mieszanina cukrów, wody oraz pulpy lub przecieru z co najmniej jednego rodzaju owoców, doprowadzona do odpowiedniej żelowanej konsystencji [18]. Dyrektywa Rady 2001/113/WE odnosząca się do dżemów owocowych, galaretek i marmolady oraz słodzonego przecieru z kasztanów przeznaczonych do spożycia przez ludzi, określa minimalną ilość składnika owocowego na poziomie 35%, zaś w dżemach ekstra na poziomie 45% [5]. Natomiast najnowsza Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1438 z dnia 14 maja 2024 r. oraz aktualne rozporządzenie MRiRW z dnia 24 lipca 2025 r. (Dz. U. poz. 991), których zapisy będą obligatoryjne w kraju od 14 czerwca 2026 r., wprowadza zmianę w minimalnej ilości składnika owocowego użytego do produkcji dżemów do minimum 45% pulpy lub przecieru, a w dżemach ekstra - minimum 50% (z pewnymi wyjątkami). Do dżemu mogą zostać dodane soki owocowe lub zagęszczone soki owocowe [5, 18]. Poddane analizie produkty, które zawierają poniżej 45% wsadu truskawkowego, są więc obecnie jeszcze zgodne z obowiązującymi unijnymi i krajowymi przepisami, ale po 14 czerwca 2026 r. ich receptury będą wymagały dostosowania do wymogów nowej Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1438 [5].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wybranych parametrów fizykochemicznych w wybranych produktach truskawkowych słodzonych cukrem i innymi substancjami słodzącymi.

Tab. 1. Wykaz analizowanych produktów handlowych

	Produkt	Skład produktu	Data przydatności do spożycia
1	Dżem truskawkowy	cukier, truskawki (35%), woda, pektyny, kwas cytrynowy, sorbinian potasu	30.10.2026
2	Ekologiczny dżem ekstra z truskawek	truskawki (80%) cukier trzcinowy, pektyny, kwas cytrynowy	07.10.2028
3	Organiczny dżem truskawkowy	truskawki, cukier trzcinowy, cytryna	10.2026
4	Dżem truskawkowy bio	cukier trzcinowy, truskawki (38%), koncentrat z cytryny, pektyna	19.12.2028
5	Dżem truskawkowy o obniżonej zawartości cukrów	truskawki (40%), cukier, woda, pektyny, guma guar, kwas cytrynowy	11.2025
6	Dżem truskawkowy	truskawki (88%), cukier (11%), pektyna	19.02.2026
7	Dżem truskawkowy o obniżonej zawartości cukru	truskawki (60%), cukier (25%), woda, pektyny, kwas askorbinowy	06.2026
8	Dżem z truskawek o obniżonej zawartości cukru	truskawki (40%), woda, cukier, pektyna, guma guar, kwas cytrynowy	09.2025
9	Dżem z truskawek bez dodatku cukru	truskawki (50%), woda, ksylitol (27%), pektyna, kwas cytrynowy	07.2026
10	Dżem truskawkowy o obniżonej wartości energetycznej	truskawki (60%), woda, maltitol, glikozydy stewiolowe, pektyny, kwas cytrynowy	12.2026
11	Keto dżem	truskawki (60%), erytrytol, ksylitol, glikozydy stewiolowe, woda, pektyna, kwas cytrynowy, kwas askorbinowy	06.2026

Materiał i metody badań

Materiał badany stanowiły dżemy truskawkowe i produkty truskawkowe bez dodatku cukru dostępne w handlu detalicznym (tab. 1). W pracy analizowano również próbki produktów owocowych, które obecnie nie spełniają wymogów ww. przepisów prawa [5, 18] i nie mogą być przypisane do kategorii dżemów.

Przeprowadzono następujące analizy składu chemicznego:

- określenie zawartości polifenoli ogółem metodą z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a z modyfikacją opisaną przez Gao i in. [7],
- oznaczenie zawartości antocyjanów ogółem metodą różnicową wg metodyki zaproponowanej przez Fuleki i Francisa [6],
- oznaczenie zawartości cukrów ogółem metodą miareczkowania redukcyjnego wg Lane-Eynona zgodnie z normą PN-90 A-75101/07 [16].

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie komputerowym Statistica 13. zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), z wykorzystaniem testu Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki i omówienie

Uzyskane wyniki zestawiono w tab. 2. Zawartość polifenoli ogółem w badanych próbkach truskawkowych wynosiła od 44,9 do 212,8 mg/100 g. Różnicowana zawartość polifenoli w produktach, wynika m.in. z różnego udziału owoców w recepturze, co potwierdzają również badania przeprowadzone przez Mirończuk-Chodakowską i in. [12], gdzie zaobserwowano podobny trend. Na różną zawartość polifenoli w produktach owocowych mają wpływ również inne czynniki, takie jak: czas i temperatura pasteryzacji oraz czas i temperatura przechowywania gotowego produktu. Według analizy przeprowadzonej przez Kalisza i in. [9] bezpośrednio po otrzymaniu niskosłodzonych dżemów z truskawek, w skali laboratoryjnej, zawartość polifenoli wynosiła około 148,5 mg/100 g produktu, natomiast po 60 dniach wartość ta zmniejszyła się do 91,9 mg/100 g. Dwumiesięczny okres przechowywania dżemów przyczynił się do istotnego obniżenia zawartości polifenoli, a straty ww. związków wystąpiły mimo przechowywania w niskiej temperaturze (4°C). Warto nadmienić, iż taka

temperatura przechowywania odbiega od rzeczywistych warunków magazynowych, zatem straty zawartości polifenoli mogą być większe z uwagi na wyższą temperaturę panującą w magazynach oraz na półkach sklepowych [9].

Zawartość antocyjanów w analizowanych próbkach wynosiła od 1,0 do 24,0 mg/ 100 g. Różnice w zawartości tych barwników między poszczególnymi produktami, podobnie jak w przypadku polifenoli, mogą wynikać z różnej zawartości owoców w produkcie oraz warunków i terminu przechowywania. W publikacji Kalisz i wsp. [9], autorzy bezpośrednio po wytworzeniu dżemu truskawkowego odnotowali 31,2 mg antocyjanów w 100 g produktu, zaś po 60 dniach przechowywania poniżej 20 mg/ 100 g. W badaniu przeprowadzonym przez Żmudę i wsp. [22] wykazano, że odmiany truskawek bogate w antocyjany mogą zawierać ich 2,5-3 razy więcej niż odmiany o małej ich zawartości, co ma istotny wpływ na zawartość tych związków w produkcie końcowym. Dominującym antocyjanem w truskawkach jest pelargonidyno-3-O-glukozyd (Pg-3-glu), który ze względu na swoją budowę chemiczną (jedna grupa hydroksylowa w pierścieniu B) jest wyjątkowo mało stabilny [14]. Synteza antocyjanów w owocach w dużym stopniu zależy od nasłonecznienia oraz zawartości azotu w glebie. Związki azotu kumulują się w zewnętrznej części owoców w końcowym stadium dojrzewania i decydują o stabilności i odcieniu barwy [15, 22]. W analizie przeprowadzonej przez Danielczuk i in. [3] dotyczącej wpływu stężenia sacharozy 0, 10, 20, 30, 50% oraz procesu pasteryzacji i 6 miesięcznego przechowywania soku z aronii stwierdzono, że dodatek sacharozy na poziomie 50% działał ochronnie na antocyjany podczas pasteryzacji oraz przez pierwsze trzy miesiące przechowywania, a także spowolnił proces zmiany barwy. Pozytywne oddziaływanie sacharozy na barwniki antocyjanowe wynika ze zmniejszenia aktywności wody oraz jej dostępności, co ogranicza reakcje hydrolizy antocyjanów w formie glikozydów [19, 21].

Zawartość cukrów ogółem w badanych próbkach wahała się od 4,0 aż do 69,2 g w 100 g produktu truskawkowego. Badane przetwory z zawartością cukru 4,0 g i 5,0 g, zawierały wyłącznie cukier pochodzący z owoców i były dosładzane polioli, zatem nie spełniały definicji dżemu zgodnie z wymaganiami określonymi w przepisach prawa [5, 18]. Pozostałe produkty były dosładzane cukrem zgodnie z obowiązującymi przepisami (dżemy). Dodatek cukru nie

Tab. 2. Zawartość ogółem: polifenoli, antocyjanów i cukrów w wybranych produktach truskawkowych dostępnych na rynku

Parametr	Udział truskawek	Polifenole ogółem	Antocyjany ogółem	Cukry ogółem
Numer próbki	[%]	[mg/100 g]	[mg/100 g]	[g/100 g]
1	35	44,9 ± 0,8 ^a	5,7 ± 1,4 ^{abc}	53,4 ± 0,0 ^a
2	80	88,9 ± 0,7 ^c	14,9 ± 0,1 ^e	66,4 ± 0,0 ⁱ
3	56	212,8 ± 4,2 ^g	10,1 ± 0,4 ^{acd}	56,4 ± 0,0 ^b
4	38	59,2 ± 1,3 ^b	11,8 ± 0,8 ^{ed}	69,2 ± 0,0 ⁱ
5	40	56,6 ± 1,4 ^b	4,7 ± 1,8 ^{ab}	41,8 ± 0,0 ^f
6	88	148,6 ± 2,1 ^e	24,0 ± 0,1 ^f	35,1 ± 0,0 ^e
7	60	185,1 ± 1,3 ^f	1,0 ± 0,1 ^a	38,4 ± 0,0 ^e
8	40	57,4 ± 1,3 ^b	2,8 ± 2,8 ^{ab}	36,0 ± 0,0 ^d
9	50	83,8 ± 1,8 ^c	7,6 ± 0,2 ^{bcd}	4,0 ± 0,0 ^a
10	60	89,5 ± 2,1 ^c	13,7 ± 1,5 ^e	5,0 ± 0,0 ^b
11	60	103,3 ± 0,7 ^d	4,9 ± 2,8 ^{ab}	5,0 ± 0,0 ^b

Wyniki przedstawiono jako średnią ± odchylenie standardowe

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

tylko wpływał na smak produktu, ale również – posiadając właściwości teksturotwórcze – na teksturę produktu finalnego.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonej analizy potwierdzają, że słodzone produkty truskawkowe są dobrym źródłem przeciwutleniaczy. Stanowią wartościowy składnik diety, co jest szczególnie ważne w okresie zimowym, kiedy dostępność świeżych owoców jest ograniczona. Zawartość owoców w recepturze stanowi kluczowy czynnik wpływający na jakość produktów truskawkowych, zwłaszcza w kontekście zawartości składników bioaktywnych, takich jak antocyjany i polifenole. Zawartość tych związków uzależniona jest również od warunków przechowywania, o czym może świadczyć data przydatności do spożycia. W związku z tym jednym z kluczowych kierunków rozwoju w przetwórstwie owoców powinno być tworzenie receptur i technologii, które łączą optymalny skład produktu z jak najmniejszą utratą cennych składników bioaktywnych.

Projekt został sfinansowany w ramach zadań badawczych finansowanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, zadanie nr 10: „Ocena jakości polskich superowoców pod kątem pierwotnej produkcji rolnej i rolniczego handlu detalicznego”.

Literatura

- [1] Basu Arpita, Nguyen Angel, Betts Nancy M., Lyons Timothy J. 2014. „Strawberry as a functional food: An evidence-based review”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 54, 790–806. doi:10.1080/10408398.2011.608174.
- [2] Biuro Analiz i Strategii KOWR. 2023. „Polska liczącym się producentem w Unii Europejskiej”, opracowanie na podstawie danych EUROSTAT, źródło: <https://www.gov.pl/attachment/962de461-b2d3-4dca-88f6-b95cf9bb759d>, dostęp dnia: 13.06.2025.
- [3] Danielczuk Joanna, Skapska Sylwia, Hałasińska Grażyna A., Fabisiak Anna, Dobros Natalia. 2013. „Wpływ sacharozy na stabilność antocyjanów i barwę soku z aronii”. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 68.1.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1438 z dnia 14 maja 2024 r. w sprawie zmiany dyrektywy Rady 2001/110/WE odnoszącej się do miodu, dyrektywy Rady 2001/112/WE odnoszącej się do soków owocowych i niektórych podobnych produktów przeznaczonych do spożycia przez ludzi, dyrektywy Rady 2001/113/WE odnoszącej się do dżemów owocowych, galaretek i marmolady oraz słodzonego przecieru z kasztanów przeznaczonych do spożycia przez ludzi oraz dyrektywy Rady 2001/114/WE odnoszącej się do niektórych rodzajów częściowo lub całkowicie odwodnionego mleka konserwowanego przeznaczonego do spożycia przez ludzi
- [5] Dyrektywa Rady 2001/113/WE z dnia 20 grudnia 2001 r. odnosząca się do dżemów owocowych, galaretek i marmolady oraz słodzonego purée z kasztanów przeznaczonych do spożycia przez ludzi owocowych, galaretek i marmolady oraz słodzonego purée z kasztanów przeznaczonych do spożycia przez ludzi.
- [6] Fuleki Tibor, Francis F.J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins „Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice”. *J. Food Sci. Technol.*, 33, 78–83.
- [7] Gao Ningxuan, Ohlander M., et al. 2000. “Changes in Antioxidant Effect and Their Relationship to Phytonutrients in Fruit of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during Maturation”. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 1845–1890.
- [8] Gwóźdź Ewelina, Gębczyński Piotr. 2015. „Prozdrowotne właściwości owoców, warzyw i ich przetworów”. *Postępy Fitoterapii*. (16)4: 268–271.
- [9] Kalisz Stanisław, Wolniak Michał, Mitek Marta. 2004. „Zmiany wybranych składników bioaktywnych w dżemach truskawkowych w trakcie ich przechowywania”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 3(40), Suplement, 119–126.
- [10] Kim Jin-Sook, Kang Eun-Jung, Chang Young-Eun, Lee Ji-Hyun, Kim Gi-Chang, Kim Kyung-Mi. 2013. „Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree”. *Korean J Food Cookery Sci*. 29 p. 725–731.
- [11] Lasota Magdalena, Lesiów Tomasz, Oziembowski Maciej. 2019. „Możliwość wprowadzenia na rynek innowacyjnych produktów – dżemów z warzyw. Badania wstępne”. *Nauki Inżynierskie i Technologie*. 3 (34).
- [12] Mirończuk-Chodakowska Iwona, Zujko Małgorzata E., Witkowska Anna. 2011. „Zawartość polifenoli oraz aktywność antyoksydacyjna niektórych przetworów owocowych o znacznym stopniu przetworzenia”. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*. 44.3.
- [13] Nelda R. Hernández-Martínez, Caroline Blanchard, Daniel Wells, Melba R. Salazar-Gutiérrez. 2023. „Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review”. *Scientia Horticulturae*. Vol. 312, 111893.
- [14] Oszmiński Jan, Wojdyło Aneta, Matuszewski Paweł. 2007. „Zmiany zawartości związków fenolowych podczas produkcji zagęszczanego soku truskawkowego w warunkach przemysłowych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 14.1, 94–104.
- [15] Piotrowska Anna, Góralczyk Monika, Żebrowska-Krasuska Małgorzata. 2013. „Owoce jagodowe i ich przetwory jako źródła przeciwutleniaczy”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*. 2.
- [16] Polska Norma PN-90 A-75101/07 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego.
- [17] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 22 lipca 2025 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej dżemów, konfitur, galaretek, marmolad, powideł śliwkowych oraz słodzonego przecieru z kasztanów jadalnych. (Dz.U. 2025 poz. 991).
- [18] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej dżemów, konfitur, galaretek, marmolad, powideł śliwkowych oraz słodzonego przecieru z kasztanów jadalnych. (Dz. U. Nr 143, poz. 1398 z póź. zm).
- [19] Sadilova Eva, Stintzing Florian C., Kammerer Dietmar R., Reinhold Carle. 2009. „Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment”. *Food Research International*, Vol. Issue 8, 1023–1033.
- [20] Szajdek Agnieszka, Borowska Julitta. 2004. „Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 4 (41) S. 5–28
- [21] Tsai P.J., Delva L., Yu T.Y., Huang Y.T., Dufosse L. 2005. „Effect of sucrose on the anthocyanin and antioxidant capacity of mulberry extract during high temperature heating”. *Food Research International*. 38, 1059–1065.
- [22] Żmuda Ewa, Wieniarska Justyna, Szember Elżbieta. 2004. „Badania porównawcze składu chemicznego owoców wybranych odmian truskawki (*Fragaria x ananassa* Duch.)”. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Agricultura* 96: 225–229.