



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Ocena jakości polskich superowoców pod kątem pierwotnej produkcji rolnej i rolniczego handlu detalicznego



**ZAKŁAD TECHNOLOGII PRZETWORÓW OWOCOWYCH I WARZYWNYCH,
INSTYTUT BIOTECHNOLOGII PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO IM. PROF. WACŁAWA DĄBROWSKIEGO - PIB**

**BROSZURA ZREALIZOWANA 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”.**

WARSZAWA, GRUDZIEŃ 2025

Truskawka (*Fragaria* × *ananasa*) to owoc, który powstał w Holandii w XVIII wieku w wyniku skrzyżowania się dwóch odmian poziomki: poziomki chilijskiej i wirginijskiej. Obecnie największym światowym producentem truskawek są Chiny. Rocznie otrzymują oni ponad 4,2 mln ton truskawek. Obecnie Polska zajmuje dziewiąte miejsce na świecie w produkcji truskawek i drugie miejsce w Unii Europejskiej, ustępując miejsca Hiszpanii, a areał krajowej uprawy przekracza 29 tys. ha. Na polskim rynku owoce te są jednymi z najpopularniejszych, których konsumpcja z roku na rok wzrasta.

Truskawka (*Fragaria* × *ananasa*) jest owocem sezonowym cieszącym się dużym zainteresowaniem z uwagi na bardzo korzystne walory sensoryczne. Ze względu na luźną strukturę miąższu, a tym samym łatwe uszkodzenie powierzchni owocu, jest bardzo nietrwała w trakcie przechowywania i podatna na rozwój szkodliwej mikroflory. Dlatego też, owoce truskawki spożywa się w postaci świeżej bądź przetworzonej w formie różnego rodzaju dżemów, kompotów, soków czy galaretek. Zanim jednak owoce truskawki trafią do przerobu przemysłowego, muszą spełniać określone wymagania jakościowe. Do przemysłu wybiera się owoce odpowiednio wybarwione, dojrzałe oraz te o spójnym miąższu. Nie mogą mieć uszkodzeń mechanicznych, powinny być przede wszystkim zdrowe, świeże, bez obecności zanieczyszczeń, a zielona szypułka powinna łatwo odchodzić od owocu. Owoce po zbiorze należy schłodzić owiewowo, a następnie przechowywać w chłodni w temperaturze 0-2,5 °C i wilgotności 85-90% maksymalnie przez okres 3-8 dni. By zapewnić dostępność truskawek w przemyśle spożywczym przez cały rok i umożliwić zakładom produkcję przetworów owocowych z wykorzystaniem truskawek, owoce te poddaje się procesowi zamrażania. Zainteresowaniem na rynku cieszą się także susze owocowe, stosowane w formie dodatków bądź komponentu produktu spożywczego, stąd owoce truskawki utrzuca się także metodą suszenia. Truskawki posiadają wiele substancji biologicznie czynnych o charakterze prozdrowotnym. Wśród nich istotne znaczenie mają polifenole. Spośród związków polifenolowych truskawki zawierają głównie antocyjany, odpowiedzialne za naturalne, czerwone zabarwienie miąższu. Zawartość antocyjanów w świeżych truskawkach mieści się na poziomie 15-80 mg/100 g świeżej masy w zależności od odmiany. Antocyjany korzystnie wpływają na organizm człowieka, wykazując działanie przeciwmiażdżycowe, przeciwutleniające, a także pobudzając syntezę rodopsyny, istotnej w procesie widzenia.

Owoce truskawki bogate są również w kwasy fenolowe, m.in. kwas elagowy. Może on występować w formie wolnej lub związanej w postaci elagotanin, będących estrami glukozy i kwasu heksahydroksydifenowego. W przewodzie pokarmowym człowieka w środowisku kwaśnym kwas heksahydroksydifenowy w procesie hydrolizy, a następnie laktonizacji przechodzi właśnie w kwas elagowy. Jego zawartość w truskawkach wynosi 40-80 mg/100 g świeżej masy. Związek ten redukuje wolne rodniki, ma silne właściwości przeciwutleniające, antymutagenne oraz działa przeciwzapalnie.

Truskawki zawierają również witaminę C (20-120 mg/100 g świeżej masy) oraz kwas foliowy, którego zawartość w świeżych owocach zawiera się w przedziale 0,02-0,04 mg/100 g, z czego wynika, że 250 g truskawek pokrywa aż w 30% dzienne zapotrzebowanie na kwas foliowy. Owoce truskawki

zawierają również witaminę A, K, a także E oraz niektóre witaminy z grupy B. Ponadto są źródłem wielu związków mineralnych m.in. potasu, magnezu, wapnia, czy manganu.

Źródła:

1. Nowak K., Żmudzińska- Żurek B. 2010: Czarna porzeczka- źródło witaminy C. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 7-8, 59-61,
2. Zasowska-Nowak A., Nowak P. 2014: Prozdrowotne efekty konsumpcji truskawek. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 7-8(58), 20-23
3. Ciurzyńska A., Lenart A. 2011: Wpływ odwadniania osmotycznego na barwę i właściwości mechaniczne liofilizowanych truskawek. *Acta Agrophysica*, 17(1), 17-32
4. Sitkiewicz I., Piotrowski D., Janowicz M., Szlendak Ł. 2013: Analiza wpływu metody suszenia na wybrane właściwości fizyczne i mechaniczne truskawek. *Acta Agrophysica*, 20(2), 427-437
5. Świetlikowska K., Kazimierzczak R., Wasiak-Zys G. 2008: Owoce krajowe. W: *Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego* (red. K. Świetlikowska). Wydawnictwo SGGW, Warszawa
6. Sitkiewicz I., Piotrowski D., Ciurzyńska A., Janowicz M., Lenart A. 2011: Wybrane właściwości mechaniczne suszonych próżniowo truskawek. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 563, 145-152
7. Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T. 2011: Antocyjany- charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 4(77), 24-35
8. Domin M., Grądzka A., Kluza F. 2015: Doświadczalna ocena twardości liofilizatów truskawek. *Technica Agraria- Acta Scientiarum Polonorum*, 3-4(14), 41-51
9. Da Silva Pinto M, Lajolo M. F., Gnovesi I. M. 2008: Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries. *Food Chemistry*, 107(4), 1629-1635
10. Kwiatkowska E. 2010: Kwas elagowy - zawartość w żywności i rola prozdrowotna. *Postępy Fototerapii*, 4, 211-214
11. Giamperi F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J. M., Quiles J. L., Mezzetti B., Battino M. 2012: The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19

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. poz. 1398 oraz z 2004 r. poz. 662, a także z 2017 r. poz.1944), definiuje:

DŻEM

Dżem z truskawek jest mieszaniną o odpowiednio zżelowanej konsystencji, składającą się z cukrów, wody, pulpy lub przecieru otrzymanych z truskawek lub świeżych owoców, pasteryzowany, w których minimalna ilość składnika owocowego wynosi 35%.

Dżem ekstra z truskawek jest mieszaniną o odpowiednio zżelowanej konsystencji, składającą się z cukrów, wody, niezagęszczonej pulpy otrzymanej z truskawek, pasteryzowany, w których minimalna ilość składnika owocowego wynosi 45%.

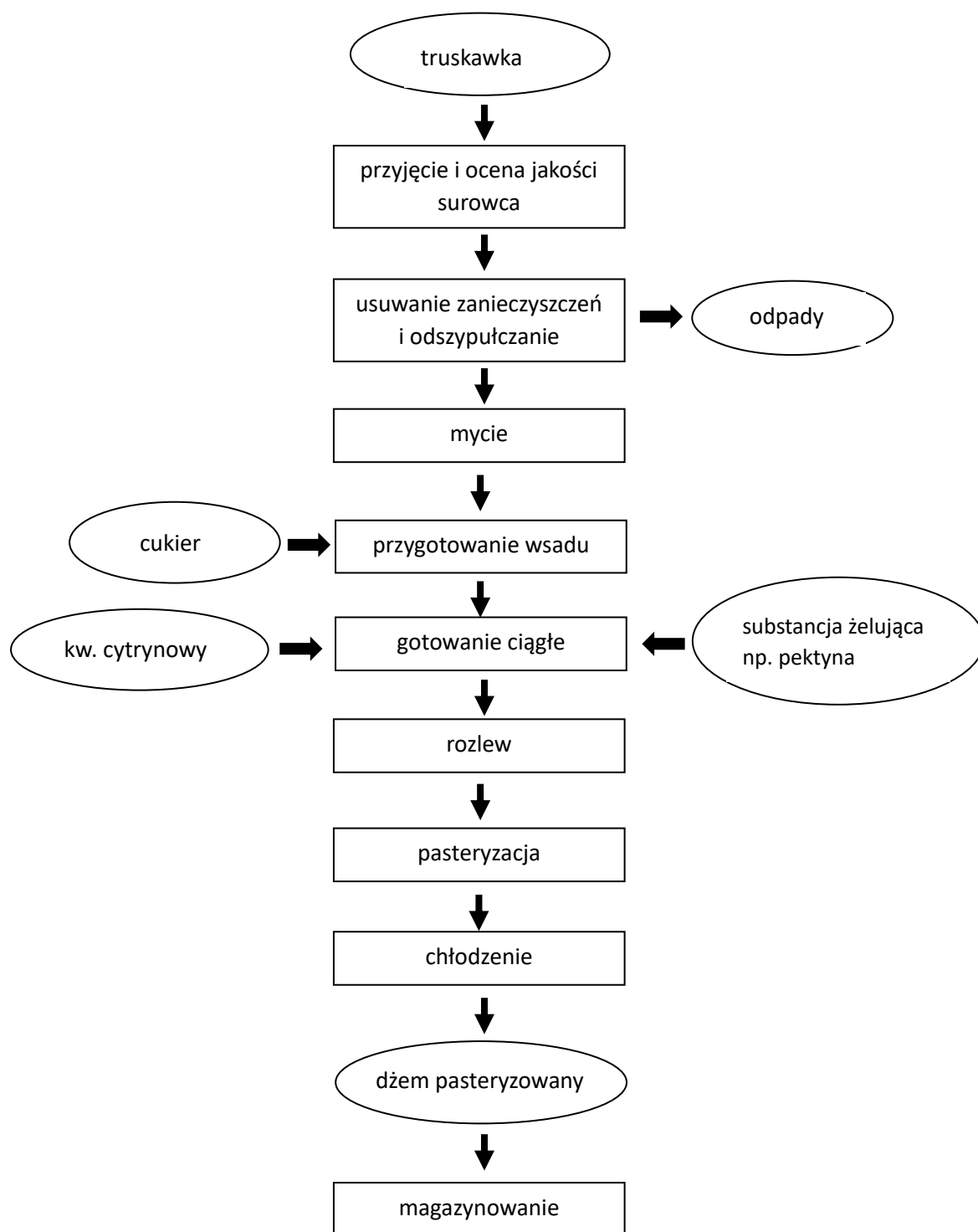
Najnowsza Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1438 z dnia 14 maja 2024 r. oraz aktualne rozporządzenie MRiRW z dnia 24 lipca 2025 r (Dz. U. poz. 991), których zapisy będą obligatoryjne w kraju od 14 czerwca 2026 r., wprowadza zmianę w minimalnej ilości składnika owocowego użytego do produkcji dżemów do minimum 45% pulpy lub przecieru, a w dżemach ekstra - minimum 50% (z pewnymi wyjątkami). 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-EN.

KONFITURA

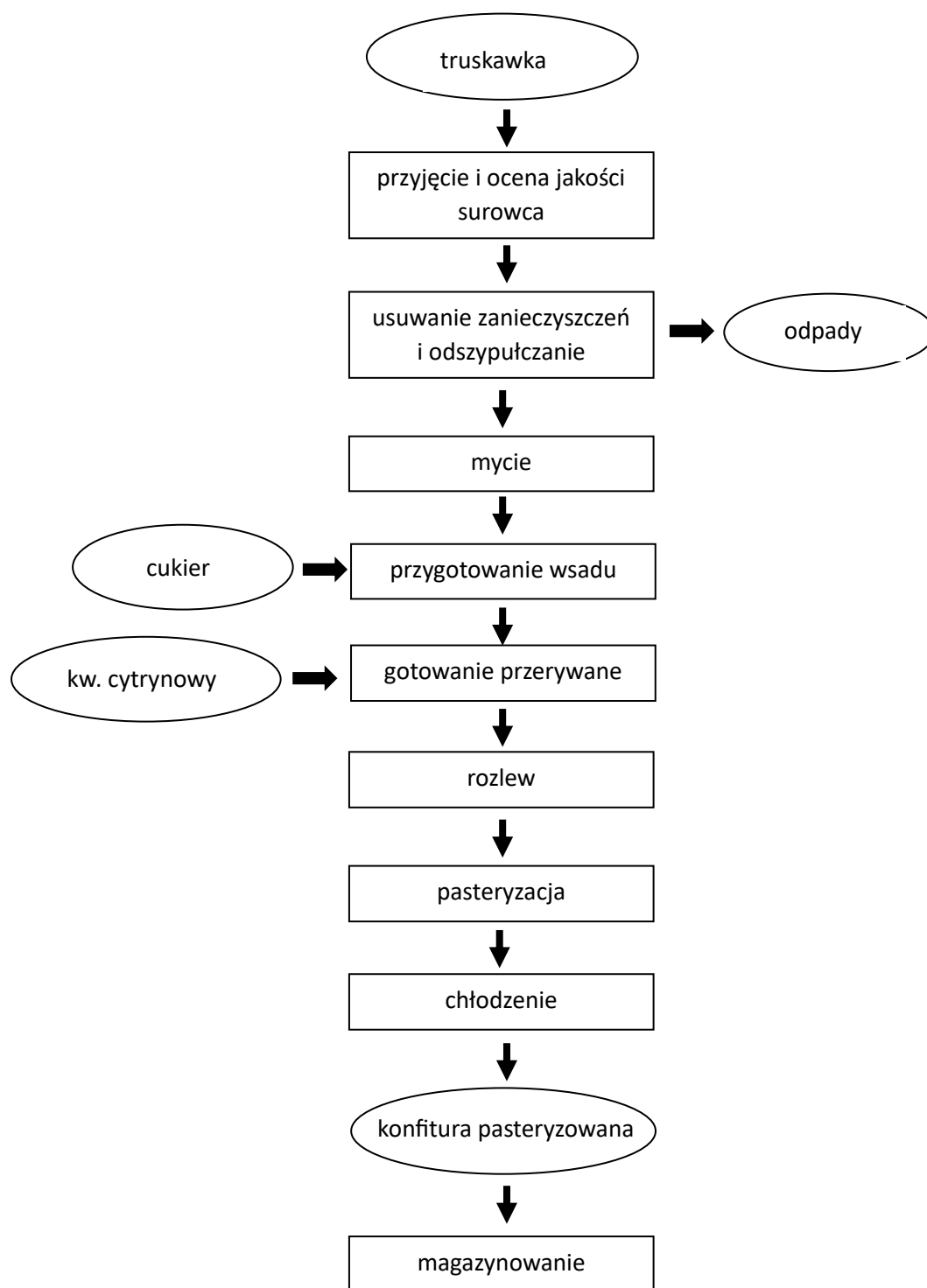
Konfitura z truskawek jest mieszaniną o odpowiednio gęstej, lecz niezżelowanej konsystencji, składającą się z cukrów, wody, pulpy otrzymanej z truskawek, pasteryzowany, w których minimalna ilość składnika owocowego wynosi 50%.

Konfitura ekstra z truskawek jest mieszaniną o odpowiednio gęstej, lecz niezżelowanej konsystencji, składającą się z cukrów, wody, pulpy otrzymanej z truskawek, pasteryzowany, w których minimalna ilość składnika owocowego wynosi 60%.

SCHEMAT 1. PROCES TECHNOLOGICZNY PRODUKCJI DŻEMU TRUSKAWKOWEGO ZE ŚWIEŻYCH OWOCÓW



SCHEMAT 2. PROCES TECHNOLOGICZNY PRODUKCJI KONFITURY TRUSKAWKOWEJ ZE ŚWIEŻYCH OWOCÓW



Wyniki badań produktów wytwarzanych na bazie truskawek zostały opublikowane w czasopiśmie branżowym Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny (32-34, 4/2025, DOI 10.15199/64.2025.4.6) w publikacji pt. Analiza zawartości polifenoli i antocyjanów w wybranych produktach truskawkowych słodzonych cukrem i innymi substancjami słodzącymi.

Material badany

Material badany stanowiły dostępne komercyjnie dżemy truskawkowe i produkty truskawkowe bez dodatku cukru (Tabela 1) oraz konfitury (Tabela 2). Ponadto analizie poddano owoce truskawki pochodzące z Polski (P1, P2), Hiszpanii (H1, H2), Egiptu (E1, E2) oraz Grecji (G1, G2) zakupione w sklepach wielkopowierzchniowych.

Tabela 1. Wykaz analizowanych produktów handlowych.

Nr próbki	Produkt	Skład produktu	Data przydatności do spożycia
1	Dżem truskawkowy	Truskawki (35%), cukier, woda, pektyna, kwas cytrynowy, sorbinian potasu	10.2026
2	Ekologiczny dżem ekstra z truskawek	Truskawki (80%) cukier trzcinowy, pektyna, kwas cytrynowy	10.2028
3	Organiczny dżem truskawkowy	Truskawki (56%), cukier trzcinowy, cytryna	10.2026
4	Dżem truskawkowy bio	Truskawki (38%), cukier trzcinowy, koncentrat z cytryny, pektyna	12.2028
5	Dżem truskawkowy o obniżonej zawartości cukrów	Truskawki (40%), cukier, woda, pektyna, guma guar, kwas cytrynowy	11.2025
6	Dżem truskawkowy	Truskawki (88%), cukier (11%), pektyna	02.2026
7	Dżem truskawkowy o obniżonej zawartości cukru	Truskawki (60%), cukier (25%), woda, pektyna, 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, pektyna, kwas cytrynowy	12.2026
11	Keto dżem	Truskawki (60%), erytrytol, ksylitol, glikozydy stewiolowe, woda, pektyna, kwas cytrynowy, kwas askorbinowy	06.2026

Tabela 2. Wykaz analizowanych konfitur truskawkowych dostępnych w handlu detalicznym.

Symbol próbki	Produkt	Skład produktu	Data przydatności do spożycia
A	Konfitura z truskawek The Jar	Truskawki (58%), cukier trzcinowy (39%), pektyna, sok z cytryn	08.2026
B	Konfitura extra z truskawek Zielono mi	Truskawki, cukry naturalnie występujące, pektyna	10.2026
C	Konfitura z truskawek Bruspol	Truskawki (70%), cukier, pektyna, kwas cytrynowy	10.2026
D	Konfitura z truskawek z chia foods by Ann	Truskawki, zagęszczony sok jabłkowy, nasiona chia (<i>Salva hispanica</i>) 1%, sok z cytryny, pektyna	09.2026

Metody badań

W ZO IBPRS-PIB wykonano oznaczenia następujących wyróżników jakościowych:

- zawartość suchej masy [PN-90/A/A-75101/03: 1990, PN-A-82100: 1995],
- pomiar parametrów barwy L^* , a^* , b^* , zgodnie z instrukcją aparatu ColorQuest XE,
- zawartość popiołu, PN-90A-75101/08,
- pomiar kwasowości ogólnej w przeliczeniu na kwas cytrynowy,
- oznaczenie zawartości cukrów ogółem metodą miareczkowania redukcyjnego wg Lane-Eynona zgodnie z normą PN-90 A-75101/07,
- pomiar konsystencji z wykorzystaniem wiskozymetru Bostwicka zgodnie z normą ASTM F1080-93 [2025],
- zawartość cukrów: glukozy, fruktozy, sacharozy z wykorzystaniem HPLC z detektorem RI [PN-EN 12630:2002],
- zawartość antocyjanów ogółem metodą różnicową wg metodyki zaproponowanej przez Fuleki i Francisa [1968],
- analiza profilu antocyjanów z zastosowaniem HPLC,
- zawartość witaminy C z wykorzystaniem HPLC,
- zawartość polifenoli ogółem z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a z modyfikacją opisaną przez Gao i wsp [2000],
- ocena aktywności przeciwutleniającej względem rodnika DPPH [Yen i Chen 1995, Re i wsp. 1999],
- ocena sensoryczna z wykorzystaniem metody skalowania z użyciem 6-punktowej skali PB-ZO/PBJFS-24.

Wyniki badań i ich omówienie

Omówienie wyników - produkty wytwarzane na bazie truskawek

Zawartość polifenoli ogółem w badanych produktach wytwarzanych na bazie truskawek mieściła się od 96,6 do 528,3 mg GAE/ 100 g s.m. (Tabela 3). Zaobserwowano, że w wielu przypadkach wraz ze wzrostem procentowego udziału owoców wzrastała zawartość polifenoli ogółem. Istotnie najniższą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowały się produkty z 35 i 38% udziałem truskawek, odpowiednio na poziomie 103,8 i 96,6 mg/100 g s.m. Ogólna zawartość antocyjanów w badanych produktach była zróżnicowana i kształtowała się pomiędzy 2,8 do 74,6 mg Cy-3-Glu/ 100 g s.m. Analiza zawartości cukrów ogółem wykazała, że produkty mające na opakowaniu deklarację m.in. bez dodatku cukru, o obniżonej wartości energetycznej, czy keto charakteryzowały się istotnie najniższą zawartością cukrów ogółem, na poziomie 12,8- 21,0 g/ 100 g s.m., w porównaniu do pozostałych badanych próbek. W pozostałych produktach zawartość cukrów była zbliżona i wynosiła od 109,3 do 125,7 g/ 100 g s.m. Pomiar konsystencji metodą Bostwicka wyrażony jest jako odległość (cm), jaką pokonuje próbka w danym przedziale czasowym (30 s). Im próbka pokonuje większą odległość tym cechuje się bardziej płynną konsystencją. Wartość tego wskaźnika w badanych, w ramach Zadania Badawczego, produktach kształtowała się w zakresie 4,5-12,2 cm. Produkty z obniżoną zawartością cukru lub bez dodatku cukru charakteryzowały się zauważalnie gęstszą konsystencją niż pozostałe.

Tabela 3. Zawartość ogółem: polifenoli, antocyjanów i cukrów oraz konsystencja w wybranych produktach wytwarzanych na bazie truskawek dostępnych na rynku.

Nr próbki	Polifenole ogółem [mg GAE/100 g s.m.]	Antocyjany ogółem [mg Cy-3-Glu/ 100 g s.m.]	Cukry ogółem [g/100 g s.m.]	Konsystencja próbki (cm)
1	103,8 ± 1,8 ^a	13,1 ± 3,3 ^{ab}	123,5 ± 0,0 ^h	12,2 ± 0,1 ⁱ
2	146,3 ± 1,2 ^b	24,4 ± 0,2 ^b	109,5 ± 0,4 ^{de}	6,8 ± 0,0 ^d
3	474,3 ± 9,9 ^f	22,5 ± 0,9 ^b	125,7 ± 0,0 ⁱ	8,8 ± 0,1 ^h
4	96,6 ± 2,2 ^a	19,3 ± 1,2 ^b	113,0 ± 0,0 ^f	6,0 ± 0,1 ^c
5	158,1 ± 4,1 ^b	13,2 ± 5,1 ^{ab}	116,9 ± 0,0 ^g	7,7 ± 0,0 ^f
6	461,6 ± 6,3 ^f	74,6 ± 0,5 ^d	109,3 ± 0,0 ^d	4,6 ± 0,1 ^a
7	528,3 ± 3,6 ^g	2,8 ± 0,3 ^a	109,8 ± 0,0 ^e	5,6 ± 0,1 ^b
8	186,3 ± 4,3 ^c	9,0 ± 0,7 ^{ab}	117,1 ± 0,0 ^g	4,5 ± 0,0 ^a
9	267,2 ± 5,9 ^d	24,1 ± 0,5 ^b	12,8 ± 0,0 ^a	4,7 ± 0,1 ^a
10	375,8 ± 9,1 ^e	57,6 ± 6,4 ^c	21,0 ± 0,0 ^c	8,5 ± 0,0 ^g
11	376,9 ± 2,5 ^e	17,9 ± 10,3 ^{ab}	18,5 ± 0,0 ^b	7,5 ± 0,0 ^e

Wyniki przedstawiono jako średnią ± odchylenie standardowe

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

Zawartość polifenoli, antocyjanów i cukrów ogółem w wybranych konfiturach truskawkowych przedstawiono w tabeli 4. Badane próbki charakteryzowały się dość zróżnicowaną zawartością polifenoli ogółem na poziomie od 318,7 do 1324,3 mg GAE/100 g s.m. Może to wynikać ze składu analizowanych konfitur i procentowego udziału owoców truskawki. Zgodnie z literaturą owoce truskawki zawierają w swoim składzie wiele substancji o charakterze prozdrowotnym, w tym największy udział i znaczenie mają właśnie polifenole. Zawartość antocyjanów kształtowała się pomiędzy 0,5 a 4,9 mg Cy-3-Glu/100 g s.m. Różnice te mogą zależeć od technologii produkcji, czy odmiany truskawki. Istotnie najniższą średnią zawartość cukrów ogółem odnotowano dla konfitury extra z truskawek Zielono mi (63,4 g/ 100 g s.m.), nie zawierającego w składzie cukru. Informacja na etykiecie wskazywała jedynie obecność cukrów naturalnie pochodzących z surowca. Natomiast w pozostałych badanych produktach zawartość cukru kształtowała się na poziomie od 86,5 do 93,7 g/ 100 g s.m, przy czym najwyższą zawartość cukrów miała konfitura z truskawek The Jar, w której zawartość cukru zgodnie z informacją na etykiecie wynosiła 39%. Konsystencja badanych konfitur była zróżnicowana i mieściła się w przedziale 2,5-10,1 cm, od produktów o gęstej konsystencji do konfitur o wyraźnie luźniejszej, bardziej płynnej.

Tabela 4. Zawartość ogółem: polifenoli, antocyjanów i cukrów oraz konsystencja w wybranych konfiturach truskawkowych dostępnych na rynku.

Nr próbki	Polifenole ogółem [mg GAE/100 g s.m.]	Antocyjany ogółem [mg Cy-3-Glu/ 100 g s.m.]	Cukry ogółem [g/100 g s.m.]	Konsystencja próbki (cm)
A	318,7 ± 2,8 ^a	4,9 ± 0,1 ^b	93,7 ± 1,1 ^b	10,1 ± 0,1 ^d
B	1124,9 ± 22,4 ^b	4,3 ± 0,3 ^b	63,4 ± 0,1 ^a	7,8 ± 0,1 ^b
C	1324,3 ± 31,8 ^c	0,5 ± 0,0 ^a	90,2 ± 3,4 ^b	2,5 ± 0,0 ^a
D	364,9 ± 5,4 ^a	4,5 ± 0,5 ^b	86,5 ± 0,7 ^b	9,5 ± 0,0 ^c

Wyniki przedstawiono jako średnią ± odchylenie standardowe

Porównanie właściwości fizykochemicznych owoców truskawki polskiej i zagranicznej

W tabeli 5 zestawiono wyniki dotyczące zawartości suchej masy, popiołu oraz kwasowości ogólnej w przeliczeniu na kwas cytrynowy w owocach truskawki polskiej i zagranicznej. Zawartość suchej masy w badanych owocach mieściła się w zakresie od 7,2 do 10,0%. Badania wykazały, że istotnie statystycznie wyższą zawartością suchej masy charakteryzowały się truskawki pochodzące z Egiptu: E1 (10,0 %) i E2 (9,4 %). Choć zawartość popiołu w analizowanych owocach kształtowała się na poziomie od 0,3 do 0,4 g/ 100 g s.m, to analiza statystyczna wykazała istotne różnice w zawartości tego parametru, biorąc pod uwagę kraj pochodzenia. Analiza kwasowości ogólnej w przeliczeniu na kwas cytrynowy nie wykazała istotnych różnic w wartości tego parametru dla poszczególnych próbek badanych owoców, a poziom kwasowości wynosił od 0,5 do 0,7 g kwasu cytrynowego/100 g.

Parametry barwy L^* , a^* , b^* przedstawiono w tabeli 6. Najwyższą wartością parametru barwy odpowiadającego za jasność próbki (L^*) charakteryzowały się truskawki pochodzące z Egiptu (E1) - 40,1. Natomiast najniższą wartością truskawki pochodzące z Polski, na poziomie średnio 27,7 i 28,5, odpowiednio dla próbek P1 i P2, co może świadczyć o charakterystycznym dla truskawki czerwonym, wyrównanym wybarwieniu owoców. Wartość parametru barwy a^* odpowiadającej za udział barwy czerwonej mieściła się w zakresie od 26,8 do 34,1. Parametr barwy b^* odpowiadający za udział barwy żółtej kształtował się na poziomie od 13,7 do 18,8.

Tabela 5. Zawartość suchej masy, popiołu oraz kwasowość ogólna w badanych owocach truskawek, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

Kod próbki	Sucha masa [%]	Popiół [g/100 g]	Kwasowość ogólna [g kw. cytrynowego/100 g]
P1	$7,2 \pm 0,1^b$	$0,3 \pm 0,1^a$	$0,7 \pm 0,2^a$
P2	$9,5 \pm 0,1^c$	$0,4 \pm 0,0^{ab}$	$0,7 \pm 0,2^a$
G1	$7,0 \pm 0,1^b$	$0,4 \pm 0,0^{ab}$	$0,7 \pm 0,0^a$
G2	$6,4 \pm 0,1^a$	$0,3 \pm 0,0^a$	$0,6 \pm 0,0^a$
E1	$10,0 \pm 0,0^g$	$0,1 \pm 0,1^b$	$0,7 \pm 0,0^a$
E2	$9,7 \pm 0,0^f$	$0,4 \pm 0,0^{ab}$	$0,7 \pm 0,0^a$
H1	$9,1 \pm 0,1^c$	$0,4 \pm 0,0^{ab}$	$0,5 \pm 0,0^a$
H2	$9,3 \pm 0,1^d$	$0,4 \pm 0,0^{ab}$	$0,6 \pm 0,0^a$

Tabela 6. Parametry barwy L^* , a^* , b^* dla owoców truskawek pochodzących z różnych krajów, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

Kod próbki	Parametry barwy		
	L^*	a^*	b^*
P1	$27,7 \pm 0,2^a$	$30,0 \pm 0,2^c$	$15,4 \pm 0,2^b$
P2	$28,5 \pm 0,2^b$	$31,8 \pm 0,2^d$	$16,6 \pm 0,2^d$
G1	$38,3 \pm 0,2^g$	$33,2 \pm 0,2^f$	$17,8 \pm 0,1^f$
G2	$35,6 \pm 0,1^f$	$30,0 \pm 0,1^c$	$15,8 \pm 0,1^c$
E1	$40,1 \pm 0,3^h$	$26,8 \pm 0,2^a$	$17,1 \pm 0,2^e$
E2	$31,0 \pm 0,0^c$	$34,1 \pm 0,0^g$	$18,8 \pm 0,0^g$
H1	$32,4 \pm 0,01^d$	$28,6 \pm 0,1^b$	$13,7 \pm 0,1^a$
H2	$34,2 \pm 0,1^e$	$32,9 \pm 0,1^e$	$17,1 \pm 0,2^e$

Zawartość glukozy i fruktozy oraz cukrów ogółem w badanych owocach truskawki przedstawiono w tabeli 7. Analiza cukrów wykazała stężenie glukozy na poziomie od 8,9 do 17,7 g/100 g s.m., a fruktozy od 11,2 do 21,5 g/100 g s.m. w badanych próbkach. Najwyższe stężenie zarówno glukozy (17,7 g/100 g s.m.) oraz fruktozy (21,5 g/100 g s.m.) odnotowano dla truskawki pochodzącej z Egiptu (E1). Natomiast najniższym stężeniem glukozy (8,9 g/100 g s.m.) i fruktozy (11,2 g/100 g s.m.) charakteryzowała się truskawka grecka (G2). W porównaniu do truskawek pochodzących z Egiptu i Hiszpanii zawartość cukrów w truskawce polskiej P1 i P2 wynosiła odpowiednio 27,0 i 32,8 g/100 g s.m.

Tabela 7. Zawartość glukozy i fruktozy oraz suma cukrów w owocach truskawki polskiej i zagranicznej, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

Kod próbki	Glukoza [g/100 g s.m.]	Fruktoza [g/100 g s.m.]	Suma cukrów [g/100 g s.m.]
P1	11,9 ± 0,0 ^{bc}	15,1 ± 0,4 ^b	27,0 ± 0,4 ^b
P2	14,2 ± 1,5 ^{de}	18,6 ± 1,1 ^{cd}	32,8 ± 2,6 ^{cd}
G1	10,3 ± 0,6 ^{ab}	12,0 ± 0,6 ^a	22,3 ± 1,2 ^a
G2	8,9 ± 0,2 ^a	11,2 ± 0,2 ^a	20,1 ± 0,4 ^a
E1	17,7 ± 0,1 ^f	21,5 ± 0,0 ^e	39,2 ± 0,1 ^e
E2	16,1 ± 0,1 ^{ef}	20,0 ± 0,0 ^{de}	36,1 ± 0,0 ^{de}
H1	15,1 ± 0,2 ^{de}	19,4 ± 0,9 ^{de}	34,5 ± 1,2 ^d
H2	12,9 ± 0,2 ^{cd}	16,4 ± 0,3 ^{bc}	29,2 ± 0,5 ^{bc}

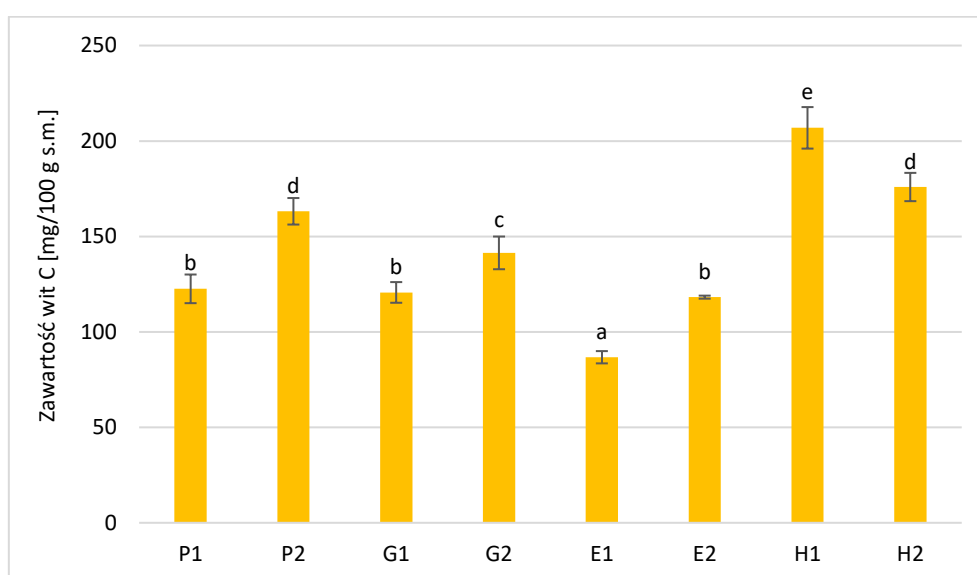
Wśród antocyjanów obecnych w owocach truskawki (Tabela 7) zidentyfikowano 3 główne: cyjanidyno-3-glukozyd (Cy-3-glu), pelargonidyno-3-glukozyd (Pg-3-glu) oraz pelargonidyno-3-rutynozyd (Pg-3-rut). Dominującym monomerem występującym w owocach badanych truskawek był Pg-3-glu, którego zawartość kształtowała się na poziomie od 14,2 do 87,3 mg/100 g s.m. Zawartość dwóch pozostałych antocyjanów wynosiła od 0,9 do 2,4 mg/100 g s.m. dla Cy-3-glu i od 0,7 do 4,4 mg/100 g s.m. dla Pg-3-rut. Istotnie najwyższą całkowitą zawartością antocyjanów odznaczały się truskawki pochodzące z Polski, których zawartość wynosiła nawet 91,0 mg/100 g s.m. (P2) i 93,6 g/100 g s.m. (P1).

Całkowitą zawartość witaminy C wyrażoną jako sumę kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego przedstawiono na rysunku 1. Poziom witaminy C w badanych owocach truskawki kształtował się na poziomie od 86,7 do 206,9 mg/100 g s.m. Statystycznie istotnie najwyższą zawartością witaminy C charakteryzowały się truskawki pochodzące z Hiszpanii, H1- 206,9 mg/100 g s.m. Nieco niższy poziom witaminy C odnotowano dla truskawki H2- 175, 9 mg/100 g s.m. i P2-

163,2 mg/ 100 g s.m. Analiza zawartości witaminy C wykazała, że truskawki pochodzące z Egiptu (E1) odznaczały się najniższym poziomem jej zawartości -86,7 mg/100 g s.m.

Tabela 8. Profil antocyjanów w owocach truskawki polskiej i zagranicznej, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

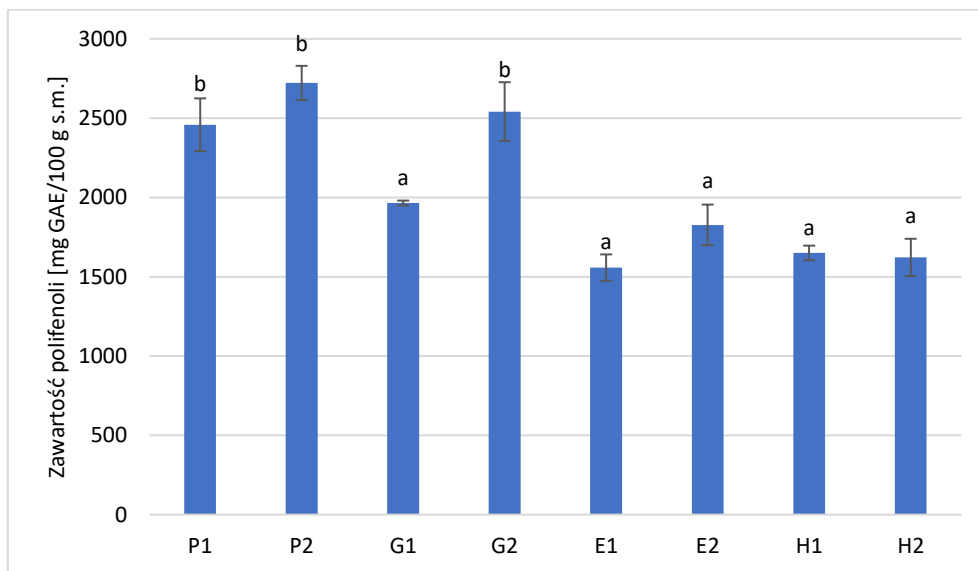
Kod próbki	Cy 3- glu [mg/100 g s.m.]	Pg-3-glu [mg/100 g s.m.]	Pg-3-rut [mg/100 g s.m.]	Całkowita zawartość antocyjanów [mg/100 g s.m.]
P1	2,4 ± 0,1 ^f	86,8 ± 1,9 ^e	4,4 ± 0,3 ^f	93,6 ± 1,8 ^e
P2	2,1 ± 0,2 ^{de}	87,3 ± 3,6 ^e	1,7 ± 0,2 ^b	91,0 ± 3,6 ^e
G1	1,9 ± 0,2 ^d	37,0 ± 0,5 ^e	3,4 ± 0,2 ^e	42,3 ± 0,5 ^e
G2	1,3 ± 0,1 ^c	34,8 ± 0,7 ^{bc}	1,9 ± 0,2 ^{bc}	38,0 ± 0,9 ^b
E1	0,9 ± 0,1 ^b	14,2 ± 0,4 ^a	0,7 ± 0,2 ^a	15,9 ± 0,2 ^a
E2	2,3 ± 0,1 ^{ef}	38,1 ± 0,6 ^e	2,5 ± 0,2 ^{cd}	42,8 ± 0,8 ^e
H1	1,6 ± 0,1 ^c	49,4 ± 0,4 ^d	4,7 ± 0,4 ^f	55,7 ± 0,8 ^d
H2	0,6 ± 0,1 ^a	33,0 ± 1,4 ^b	2,6 ± 0,3 ^d	36,2 ± 1,5 ^b



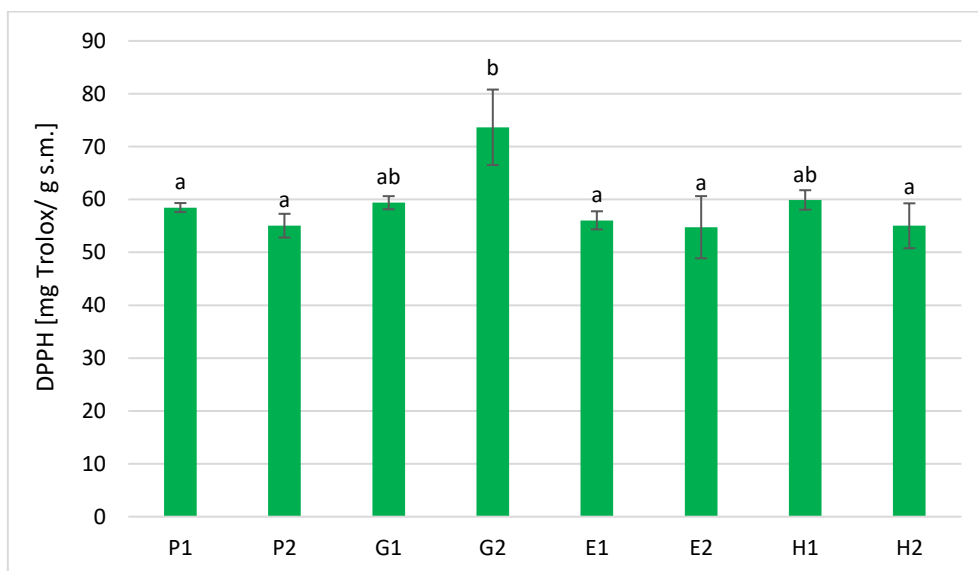
Rysunek 1. Zawartość witaminy C w owocach truskawki pochodzącej z Polski i z zagranicy, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

Całkowita zawartość polifenoli w analizowanych owocach truskawki w zależności od kraju pochodzenia kształtowała się na poziomie od 1557,5 do 2722,1 mg GAE/100 g s.m. (Rysunek 2). W przypadku owoców truskawek pochodzących z Polski (P1, P2) oraz Grecji (G2), zawartość polifenoli ogółem była istotnie wyższa, w porównaniu do pozostałych badanych owoców.

Aktywność przeciwutleniającą mierzoną względem rodnika DPPH przedstawiono na rysunku 3. Najniższą zdolnością przeciwutleniającą odznaczały się owoce truskawki pochodzące z Egiptu (E2), dla których średnia wartość wyniosła 54,8 mg Trolox/ 100 g s.m. Podobnie jak w przypadku polifenoli najwyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowała się truskawka pochodząca z Grecji (G2- 73,7 mg Trolox/ 100 g s.m.).

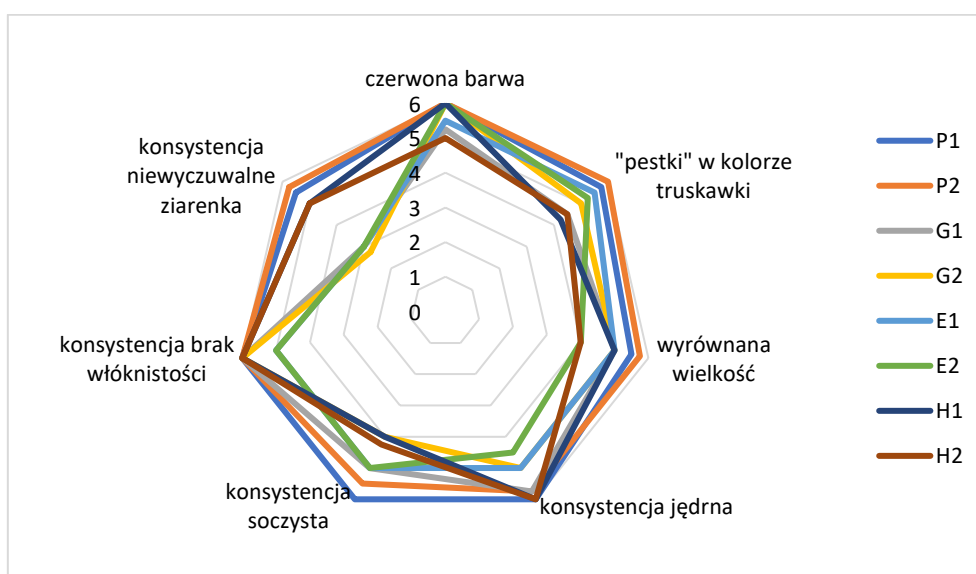


Rysunek 2. Zawartość polifenoli ogółem w owocach truskawki pochodzącej z Polski i z zagranicy, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

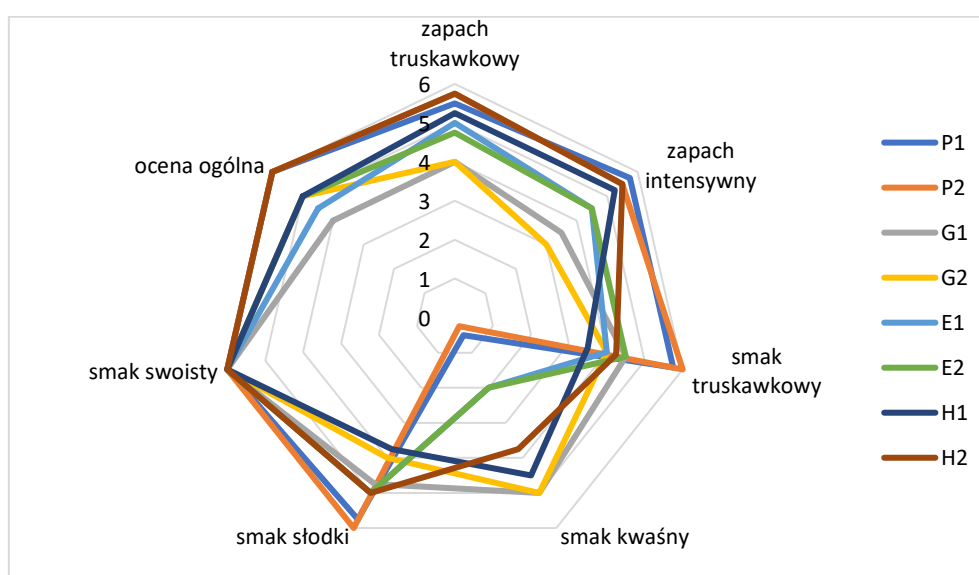


Rysunek 3. Aktywność przeciwutleniająca DPPH w owocach truskawki pochodzącej z Polski i z zagranicy, gdzie: P1, P2- truskawka polska, G1, G2- truskawka grecka, E1, E2- truskawka egipska, H1, H2-truskawka hiszpańska.

Wyniki oceny sensorycznej owoców truskawki przedstawiono na rysunkach 4 i 5. Truskawki miały charakterystyczne czerwone wybarwienie zarówno owoców, jak i niełupek oraz wyrównaną wielkość. Nieco niższą ocenę biorąc pod uwagę te trzy wyróżniki odnotowano dla truskawki pochodzącej z Hiszpanii (H2). Pod względem soczystości owoców ta truskawka została również oceniona najniżej, natomiast najwyżej pod względem jędrnej konsystencji. Truskawki egipskie (E1, E2) oraz greckie (G1, G2) charakteryzowały się nieco bardziej włóknistą konsystencją i wyczuwalnymi ziarenkami pochodzącymi z niełupek owoców, w porównaniu do pozostałych badanych próbek. Oceniający stwierdzili, że truskawki: polska (P1, P2) oraz egipska (E1, E2) odznaczały się mniej kwaśnym smakiem, w porównaniu do innych badanych owoców. Biorąc pod uwagę ogólną ocenę badanych owoców, truskawki polskie (P1, P2) i hiszpańskie (H1, H2) zostały ocenione najlepiej, a więc były też najbardziej pożądane przez oceniających pod względem analizowanych deskryptorów.



Rysunek 4. Ocena sensoryczna cech jakościowych owoców truskawki polskiej i zagranicznej.



Rysunek 5. Ocena zapachu, smaku oraz ogólna ocena sensoryczna owoców truskawki polskiej i zagranicznej.

Podsumowanie

Jakość fizykochemiczna i zawartość składników bioaktywnych m.in. polifenoli i antocyjanów w owocach truskawki zależą od wielu czynników m.in. odmiany, terminu zbioru, obszaru uprawy, warunków klimatycznych i środowiskowych. Z uwagi na bogactwo tych składników, aktywność przeciwutleniającą oraz swoje walory sensoryczne truskawki stanowią cenny surowiec w przemyśle owocowym m.in. do produkcji dżemów, konfitur, czy przecierów. Przeprowadzone badania porównujące wybrane właściwości jakości fizykochemicznej truskawki polskiej i zagranicznej wskazują, że nasze rodzime owoce stanowią cenne źródło składników bioaktywnych.



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**