

AGNIESZKA RYZNAR-LUTY, KRZYSZTOF LUTOSŁAWSKI

**OCENA FIZYKOCHEMICZNA I SENSORYCZNA
SOKU POMARAŃCZOWEGO WZBOGACONEGO SOKIEM
Z ROKITNIKA LUB PIGWY**

Streszczenie

Wprowadzenie. Sok pomarańczowy charakteryzuje się wysoką akceptowalnością smaku wśród soków oferowanych na światowym rynku. Wydaje się być zatem bardzo dobrą matrycą do przenoszenia składników funkcjonalnych. Zarówno owoce rokitnika, jak i pigwy są bogatym źródłem składników prozdrowotnych. Włączenie ich jako składnika innych produktów spożywczych w celu otrzymania żywności funkcjonalnej może być innowacyjnym podejściem w przetwórstwie. Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu dodatku soku z pigwy lub rokitnika do soku pomarańczowego na jego wybrane cechy sensoryczne oraz parametry fizykochemiczne. Materiał badany stanowiły soki dwuowocowe przygotowane przez zmieszanie soku pomarańczowego oraz soku z pigwy lub rokitnika w stosunku objętościowym 4:1. W sokach oznaczono poziom ekstraktu ogólnego, pH, kwasowości ogólnej, kwasu L-askorbinowego i aktywności przeciwutleniającej. Ponadto przeprowadzono oznaczenie barwy i dokonano analizy sensorycznej.

Wyniki i wnioski. Sok pomarańczowy wzbogacony sokiem z rokitnika charakteryzował się zbliżoną aktywnością przeciwrodnikową w porównaniu do soku pomarańczowego, podczas gdy zawartość w nim kwasu L-askorbinowego uległa podwyższeniu. Otrzymany sok nie uzyskał jednak akceptacji smakowo – zapachowej panelu sensorycznego. Dodatek soku z pigwy do soku pomarańczowego nie zmienił w istotny sposób zawartości kwasu L-askorbinowego, ale wpłynął korzystnie na wartość potencjału przeciwutleniającego. Ogólna jakość sensoryczna uzyskanego soku dwuowocowego była niższa w porównaniu z oceną czystego soku pomarańczowego, jednak odczuwane różnice nie przekroczyły 1,4 pkt. Sok z pigwy może stanowić cenny komponent soku na bazie soku z pomarańczy.

Słowa kluczowe: sok pomarańczowy, sok z rokitnika, sok z pigwy, związki prozdrowotne, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Podstawowe źródło makro- i mikrośladników niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu powinna stanowić zbilansowana dieta. Obserwuje się jednak, że w krajach rozwiniętych podstawą codziennej diety jest żywność wysokoprzetworzona, która w trakcie produkcji traci wiele składników odżywczych [17]. Z uwagi na zapotrzebowanie konsumentów na naturalne źródło witamin, składników mineralnych oraz innych związków bioaktywnych w obszarze zainteresowań przemysłu spożywczego znajdują się surowce roślinne zasobne w wyżej wymienione składniki. Do surowców takich można zaliczyć między innymi owoce pigwy (*Cydonia oblonga*) i rokitnika (*Hippophae rhamnoides*).

Ze względu na twardy miąższ oraz cierpki i kwaśny smak owoce pigwy nie są cennie w stanie świeżym. Wysoka zawartość kwasu jabłkowego w surowych owocach powoduje, że nie zaleca się spożywania ich bez wcześniejszej obróbki [1]. Zyskują jednak coraz większe zainteresowanie ze względu na zawartość różnych związków funkcjonalnych i fitochemicznych, które mogą wzbogacić dietę w niezbędne witaminy, składniki mineralne i antyoksydacyjne [4]. Jagody rokitnika mają właściwości immunomodulujące, kardioprotekcyjne i antyaterogenne. Ponadto wykazują działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, antyradiacyjne, przeciwzapalne, przeciwcukrzycowe, antykancerogenne, hepatoprotekcyjne i lecznicze na ostre i przewlekłe rany oraz choroby skóry tj. atopowe zapalenie skóry i rumień. W owocach tych obok głównych składników, takich jak białka i aminokwasy, związki lipidowe i kwasy tłuszczowe, sacharydy i polisacharydy oraz składniki mineralne, obecne są antyoksydanty lipofilowe i hydrofilowe, a także witaminy i prowitaminy [4]. Owoce pigwy stanowią dobre źródło związków prozdrowotnych odpowiedzialnych za ich właściwości antyoksydacyjne, przeciwbakteryjne i przeciwwrzdodowe. Są one zasobne w kwasy organiczne, aminokwasy i polifenole [1].

Owoce wyżej wymienionych roślin charakteryzują się wysokim potencjałem antyoksydacyjnym, jak również dużą zawartością witaminy C [1, 4]. Według danych literaturowych zawartość tej witaminy w jagodach rokitnika wynosi od 2,5 do 300 mg/100 g owocu, w zależności od gatunku [4], natomiast w owocach pigwy – ok. 15 mg/100 g [1]. W związku z tym owoce obu gatunków mogą stanowić dla przemysłu spożywczego cenny surowiec umożliwiający otrzymanie żywności funkcjonalnej.

Z obu rodzajów owoców może być produkowany sok, który ze względu na specyficzne cechy sensoryczne jest niechętnie spożywany przez konsumentów w czystej postaci. Niemniej jednak zdaniem autorów opracowania owoce te mogą stanowić cenny dodatek do innego soku owocowego bez znacznego wpływu na jego cechy organoleptyczne. Spośród oferowanych na rynku soków pitnych Europejczycy zdecydowanie preferują sok pomarańczowy. W roku 2021 sok ten stanowił 36,5 % zakupów dokonywanych przez konsumentów w Europie, natomiast w Polsce stanowił on 24,7 % [15].

Duże zapotrzebowanie rynku na sok pomarańczowy wynika z jego wysokich walorów smakowych oraz dość dużej zawartości składników prozdrowotnych m.in. witaminy C, potasu, tiaminy, folianów, flawonoidów i przeciwutleniaczy. Kluczowi producenci soku pomarańczowego skłaniają się ku zwiększeniu trwałości i wartości odżywczej tego produktu [14]. Z uwagi na fakt, że charakteryzuje się on wysoką akceptowalnością smaku wśród soków owocowych, wydaje się być bardzo dobrą matrycą do przenoszenia składników funkcjonalnych. Od wielu lat na rynek wprowadzane są soki owocowe z dodatkiem np.: witamin, głównie A, C, B i E, oraz wyciągów z roślin leczniczych takich jak: żeń-szeń czy jeżówka. Produkowane są również soki wieloskładnikowe, komponowane z soków różnych owoców i warzyw. Zabiegi te mają na celu otrzymanie produktu bogatego w witaminy i fitozwiązki [6]. Przykładem może być sok pomarańczowy wzbogacony wapniem i fortyfikowany witaminą D [3]. Cytowani Autorzy w wyniku przeprowadzonych badań stwierdzili, że biodostępność witaminy D w soku pomarańczowym jest taka sama, jak w dostępnych w handlu suplementach diety. Inną propozycją może być wzbogacanie soku z czerwonej pomarańczy związkami fenolowymi odzyskanymi z odpadu otrzymanego po tłoczeniu oliwy z oliwek [7].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu dodatku soku z pigwy lub rokitnika do soku pomarańczowego na jego wybrane cechy sensoryczne oraz parametry fizykochemiczne.

Materiały i metody badań

Materiał badany

Materiał badany stanowiły soki pomarańczowe oraz pomarańczowe z dodatkiem soku z pigwy lub rokitnika, w stosunku objętościowym 4:1. Zarówno sok pomarańczowy, jak i soki z pigwy i rokitnika pochodziły z oferty handlowej. Sok pomarańczowy zakupiono w 1 dm³ opakowaniach typu Tetra Pak w początkowym okresie jego przydatności do spożycia. Według deklaracji producenta był to sok odtworzony z koncentratu zawierający cząsteczki miąższu. Zarówno sok z pigwy, jak i z rokitnika były sokami bezpośrednimi, 100-procentowymi i pasteryzowanymi, sprzedawanymi w szklanych opakowaniach o pojemności 490 cm³. Soki dwuowocowe na potrzeby przeprowadzenia doświadczenia przygotowano bezpośrednio po otwarciu opakowań. Zmieszano je w szklanym naczyniu z zastosowaniem plastikowego mieszadła mechanicznego. Nie były pasteryzowane po zmieszaniu. Parametry fizykochemiczne soków wykorzystanych w badaniach przedstawiono w tabeli 1.

Ocena fizykochemiczna

Do oznaczania poziomu ekstraktu ogólnego soków wykorzystano refraktometr Abbyego (Carl Zeiss, Niemcy). Pomiar pH wykonano za pomocą pH-metru CP-505 (ELMETRON, Polska). Kwasowość ogólną oznaczono metodą miareczkową, a wyniki

przedstawiano w przeliczeniu na g kwasu cytrynowego. Aktywność przeciwutleniającą oznaczono metodą z wykorzystaniem rodnika DPPH^{*} i wyrażono w µmolach Troloksu [11]. Zawartość kwasu L-askorbinowego oznaczono metodą Tillmansa [16]. Barwę próbek mierzono za pomocą trójkromatycznego kolorymetru CR-310 (Konica Minolta, Japonia) i zaprezentowano w przestrzeni barw CIE L*a*b* za pomocą trzech składowych, tj. luminancji (L*) w zakresie od 0 (kolor czarny) do 100 (kolor biały), parametru a*, określającego udział barwy od zielonej (<0) do czerwonej (>0) oraz parametru b*, określającego udział barwy od niebieskiej (<0) do żółtej (>0). Wszystkie analizy wykonane zostały w trzech powtórzeniach. Różnicę barw ΔE obliczono według wzoru:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

gdzie ΔL*, Δa*, Δb*: różnice wartości L*, a*, i b* między barwą soku mieszanego i barwą soku pomarańczowego.

Ocena sensoryczna

Ocenę sensoryczną soków: pomarańczowego (POM), pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy (POM-PIG) i pomarańczowego z dodatkiem soku z rokitnika (POM-ROK) wykonano metodą QDA (*Quantitative Descriptive Analysis*), polegającą na ilościowej ocenie cech szczegółowych: konsystencja, barwa, zapach, smak oraz smakowitość (ogólne wrażenie zapachowo-smakowo-czuciowe), które są elementami składowymi cech ogólnych produktu. Współczynniki ważkości dla poszczególnych cech wynosiły odpowiednio 0,1; 0,15; 0,15; 0,25 oraz 0,35. Metodą profilowania sensorycznego określono intensywności odczuwalnych smaków, takich jak: pomarańczowy, kwaśny, słodki, gorzki, cierpki i umami. W obu przypadkach wykorzystano skale 5 kategorii, w których określenia zależne były od badanej cechy [2].

Wszystkie przygotowane do badań soki schłodzono do temperatury 8 °C. Na stanowiskach do oceny sensorycznej, na białych arkuszach papieru, przygotowano próbki soków o objętości 40 cm³ w przezroczystych, losowo ponumerowanych, plastikowych kubkach o pojemności 50 cm³. Dodatkowo na każdym stanowisku badawczym do dyspozycji była woda. Oceny sensorycznej poszczególnych próbek soków dokonywano przy udziale 12-osobowego zespołu o wymaganej wrażliwości sensorycznej ujętej w normie PN-ISO 8586:2014 [13]. Stanowiska do oceny oświetlone były światłem dziennym. Pomieszczenie, w którym dokonywano oceny, było przewietrzane i wolne od zapachów obcych. Temperatura wynosiła w nim 23 °C.

Analiza statystyczna wyników

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w programie Statistica 13.3. Istotność różnic między grupami określano w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA oraz test post-hoc Duncana ($p \leq 0,05$).

Wyniki

Ocena fizykochemiczna

Wyniki oznaczeń wybranych parametrów fizykochemicznych analizowanych soków, tj. soku pomarańczowego (POM), soku z pigwy (PIG), soku z rokitnika (ROK), soku z dodatkiem soku z pigwy (POM-PIG) lub rokitnika (POM-ROK), przedstawiono w tabeli 1. Dodatek soku z pigwy do soku pomarańczowego nie wpłynął w istotny sposób na zawartość ekstraktu ogólnego i kwasu L-askorbinowego w otrzymanym produkcie. Wartość pH soku POM-PIG była nieznacznie niższa od wartości tego parametru dla soku pomarańczowego. Odnotowano jednocześnie nieznaczne obniżenie kwasowości ogólnej soku POM-PIG, co było spowodowane niższą wartością tego parametru w soku z pigwy ($7,19 \text{ g/dm}^3$) niż w soku pomarańczowym ($8,81 \text{ g/dm}^3$) (tab. 1). Aktywność przeciwutleniająca soku POM-PIG, oznaczana wobec rodnika DPPH \cdot , wzrosła o 32,6 % w porównaniu do wartości tego parametru dla soku pomarańczowego. Zdolność do zmiatania wolnych rodników wyrażona jako % redukcji rodnika DPPH \cdot zwiększyła się z 20,6 % (POM) do 29,9 % (POM-PIG). Otrzymany sok dwuowocowy charakteryzował się zbliżonymi wartościami parametrów L* oraz b*, w odniesieniu do soku pomarańczowego. Obniżeniu uległ natomiast parametr a*, co świadczy o zmniejszeniu się udziału barwy czerwonej (tab. 1). Wyniki przeprowadzonych pomiarów sugerują, że różnicę pomiędzy barwami omawianych soków dostrzeże nawet niedoświadczony obserwator (w przestrzeni CIE L*a*b*, $\Delta E = 2,5$).

Wzbogacenie soku pomarańczowego sokiem z rokitnika zaowocowało wzrostem ilości kwasu askorbinowego o $18,7 \text{ mg/100 cm}^3$ soku. Zaobserwowano także wzrost kwasowości ogólnej i obniżenie wartości pH soku POM-ROK w porównaniu do POM. W soku POM-ROK obniżeniu uległa zawartość ekstraktu ogólnego, jak również aktywność przeciwutleniająca zmierzona względem rodnika DPPH \cdot . Różnica pomiędzy wartościami ostatniego z wymienionych parametrów nie była jednak istotna statystycznie. Ponadto odnotowano obniżenie wartości parametrów L* i b* oraz wzrost wartości parametru a*, w porównaniu do POM. Świadczy to o pogorszeniu luminacji oraz wzroście udziału barwy czerwonej i niebieskiej. Odnotowane różnice pozwalają stwierdzić, że barwa soku pomarańczowego wzbogaconego sokiem z rokitnika wyraźnie różni się od barwy soku pomarańczowego (w przestrzeni CIE L*a*b* $\Delta E = 9,6$).

Ocena sensoryczna

Wyniki sensorycznej oceny jakości badanych soków przedstawiono na rysunku 1. Dodatek soku z rokitnika, jak również z pigwy, do soku pomarańczowego miał znaczący wpływ na ocenę większości wyróżników jakościowych uzyskanego produktu (za wyjątkiem oceny barwy w przypadku soku pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy).

Tabela 1. Parametry fizykochemiczne soku pomarańczowego (POM), pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy (POM-PIG), pomarańczowego z dodatkiem soku z rokitnika (POM-ROK), soku z pigwy (PIG) oraz soku z rokitnika (ROK)

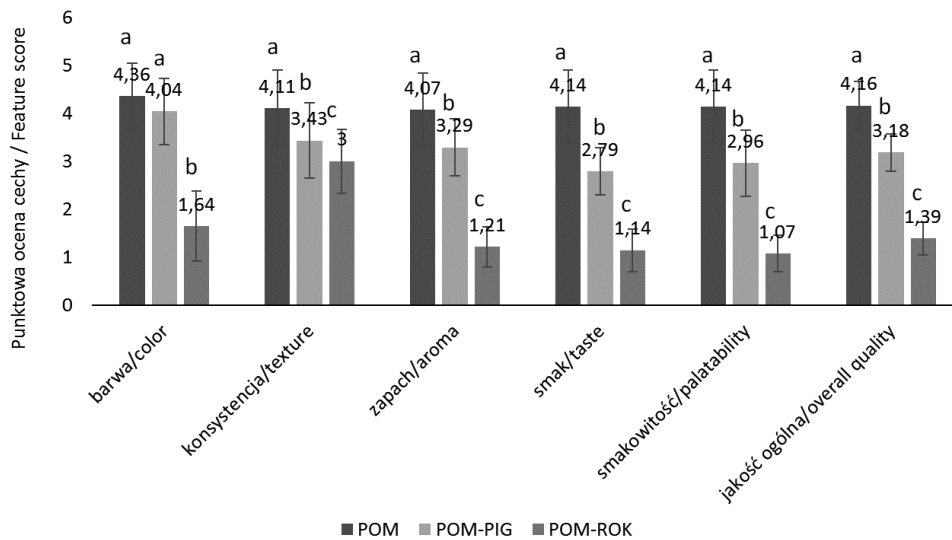
Table 1. Physicochemical parameters of orange juice (POM), orange juice with quince juice (POM-PIG), orange juice with sea buckthorn juice (POM-ROK), quince juice (PIG) and sea buckthorn juice (ROK)

Parametr / Parameter		Próba / Sample				
		POM	POM-PIG	POM-ROK	PIG	ROK
Ekstrakt ogólny [°Brx] / Total extract [°Brx]		9,80 ^a ± 0,10	9,87 ^a ± 0,15	9,03 ^b ± 0,06	9,47 ± 0,06	9,47 ± 0,15
pH		3,72 ^a ± 0,01	3,68 ^b ± 0,02	3,31 ^c ± 0,02	3,46 ± 0,14	2,72 ± 0,01
Kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas cytrynowy [g/ dm ³] Total acidity per citric acid [g/ dm ³]		8,81 ^a ± 0,23	7,69 ^b ± 0,14	11,31 ^c ± 0,11	7,19 ± 0,00	12,78 ± 0,24
Zawartość kwasu L-askorbinowego [mg/100 dm ³] L-ascorbic acid content [mg/100 dm ³]		35,5 ^a ± 1,12	34,8 ^a ± 0,90	54,2 ^b ± 1,82	29,8 ± 1,31	62,9 ± 1,52
DPPH* [μmol/ dm ³]		624 ^a ± 14	828 ^b ± 49	598 ^a ± 49	2338 ± 95	1623 ± 90
% DPPH*		20,6 ^a ± 0,6	29,9 ^b ± 2,2	19,4 ^a ± 2,3	54,1 ± 2,1	38,4 ± 2,0
Barwa / Color	L*	49,2 ^a ± 0,0	50,9 ^b ± 0,0	43,0 ^c ± 0,1	52,3 ± 0,0	38,5 ± 0,1
	a*	+3,6 ^a ± 0,0	+1,8 ^b ± 0,0	+8,0 ^c ± 0,1	+11,6 ± 0,0	+38,5 ± 0,1
	b*	+29,6 ^a ± 0,0	+29,4 ^b ± 0,0	+23,6 ^c ± 0,1	+31,7 ± 0,0	+7,3 ± 0,0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – różnice pomiędzy wynikami dla soku pomarańczowego i sokami dwuskładnikowymi oznaczone tą samą literą w tym samym wierszu są nieistotne statystycznie ($p \leq 0,05$); a, b, c - differences between results for orange juice and two-component juices marked with the same letter in the same row are statistically insignificant ($p \leq 0,05$)

Dodatek soku z pigwy do soku pomarańczowego wpłynął najbardziej niekorzystnie na ocenę smakowitości i smaku otrzymanego produktu. Smakowitość soku POM-PIG oceniona została na poziomie średnim, a smak jako mniej intensywny od smaku soku pomarańczowego, ale zharmonizowany. Uśredniony wynik oceny tych parametrów był odpowiednio o 1,2 i 1,4 punktu niższy od średniego wyniku uzyskanego dla soku pomarańczowego. Konsystencja oceniona została na poziomie wyższym niż dostateczny, jednak niższym niż dobry. Zapach został oceniony jako wolny od zapachów obcych, a w kilku przypadkach jako aromatyczny i zharmonizowany. Średnia ocena tych dwóch ostatnich parametrów była jedynie o 16,5 % oraz 19,2 % niższa od oceny soku pomarańczowego. Jakość ogólna soku pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy została oceniona na poziomie średnim i była niższa od jakości ogólnej soku pomarańczowego o 1 punkt (rys. 1).



Rys.1. Wyniki oceny sensorycznej barwy, konsystencji, zapachu, smaku, smakowitości oraz jakości ogólnej soku pomarańczowego (POM) oraz soku pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy (POM-PIG) i soku pomarańczowego z dodatkiem soku z rokitnika (POM-ROK)

Fig. 1. Results of sensory evaluation of color, texture, aroma, taste, palatability and overall quality of orange juice (POM) and orange juice with quince juice (POM-PIG) and orange juice with sea buckthorn juice (POM-ROK)

Objaśnienia: / Explanatory notes:

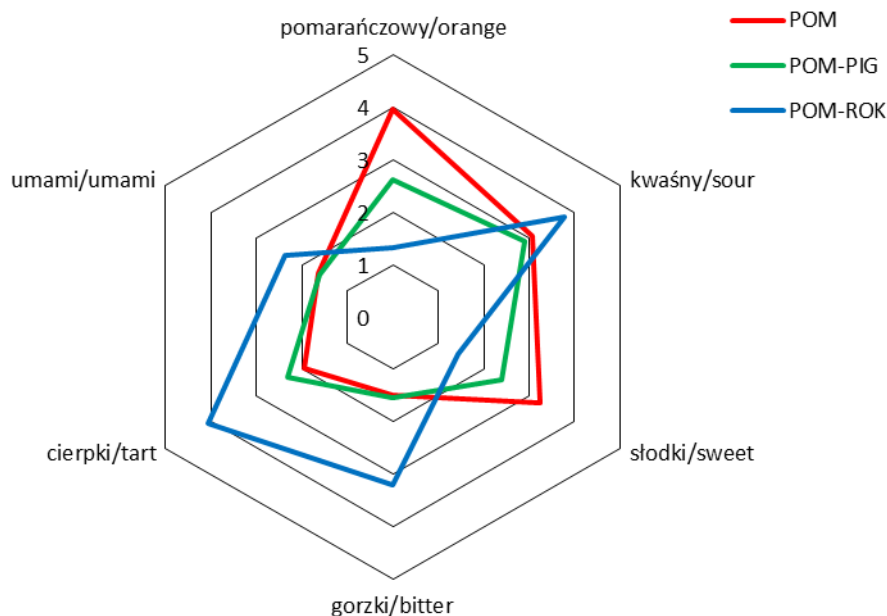
a, b, c – różnice pomiędzy wynikami oznaczonymi tą samą literą były nieistotne statystycznie $p \leq 0,05$;
a, b, c – differences between results marked with the same letter are statistically insignificant ($p \leq 0.05$)

Dodatek soku z rokitnika do soku pomarańczowego pogorszył znacząco sensoryczne cechy jakościowe otrzymanego produktu. Jedynie konsystencja soku pomarańczowego z tym dodatkiem oceniona została na poziomie wyższym niż dostateczny.

Wszystkie pozostałe cechy uzyskały niskie noty. Barwa i zapach określone zostały jako niedostateczne, silnie odbiegające od barwy i zapachu pomarańczy. Smak był mocno zmieniony, a nawet obcy, natomiast podczas oceny smakowitości oceniający nie wyczuwali smaku pomarańczy. W konsekwencji jakość ogólna tego produktu była o 66,6% niższa niż soku pomarańczowego (rys. 1).

Profil smaku soku o najwyższej jakości ogólnej (POM) charakteryzował się intensywnym smakiem pomarańczy, średnio odczuwalnym smakiem słodkim i kwaśnym, a także słabo odczuwalnym smakiem cierpkim oraz gorzkim. Dodatek do niego soku z pigwy spowodował obniżenie odczucia smaku pomarańczowego i słodkiego. Nie wpłynął w istotny sposób na intensywność smaku kwaśnego, gorzkiego i umami, jednak w nieznanym stopniu wzmógł odczucie smaku cierpkiego, które było określane jako średnie (rys. 2).

Sok pomarańczowy z dodatkiem soku z rokitnika, którego jakość ogólna oceniona została na najniższym poziomie, odznaczał się intensywnym cierpkim i kwaśnym smakiem, jak również średnio wyczuwalnym smakiem gorzkim i umami. Smak pomarańczy w otrzymanym soku dwuowocowym był prawie niewyczuwalny (rys. 2).



Rys. 2. Profil sensoryczny smaku soku pomarańczowego (POM), soku pomarańczowego z dodatkiem soku z pigwy (POM-PIG) i soku pomarańczowego z dodatkiem soku z rokitnika (POM-ROK).

Fig. 2. Sensory flavor profile of orange juice (POM), orange juice with quince juice (POM-PIG) and orange juice with sea buckthorn juice (POM-ROK).

Dyskusja

W wyniku wzbogacenia soku pomarańczowego sokiem z pigwy, charakteryzującym się dużo wyższą aktywnością przeciwutleniającą (tab. 1), otrzymano sok o wyższej aktywności przeciwrodnikowej, w porównaniu do soku bazowego. Efektu takiego nie zaobserwowano w przypadku zastosowania soku z rokitnika, pomimo istotnie wyższej od soku pomarańczowego aktywności przeciwutleniającej tego produktu (tab. 1). Jest to prawdopodobnie związane z niestabilnością oraz współdziałaniem pomiędzy związkami zawartymi w sokach. Z danych literaturowych wynika, że poprawę statusu antyoksydacyjnego soku pomarańczowego osiągnięto w wyniku procesu jego fermentacji z wykorzystaniem *Pichia kluyveri*. Udowodniono, że proces ten zwiększa biodostępność melatoniny, której cząsteczki wykazują silne działanie przeciwutleniające. Jednocześnie obserwowano znaczne obniżenie zawartości kwasu askorbinowego w otrzymanym produkcie, z 423 do 197 mg/dm³ [5]. Znacznie wyższą aktywność przeciwutleniającą, w porównaniu do produktu wyjściowego, wykazywał sok pomarańczowy wzbogacony białkiem orzecha ziemnego. Jednocześnie odnotowano poprawę parametrów fizykochemicznych i właściwości przeciwcukrzycowych otrzymanego napoju w porównaniu do czystego soku pomarańczowego. Ocena organoleptyczna uzyskanych produktów nie odbiegała wyraźnie od oceny czystego soku pomarańczowego [12]. Obiecujące wyniki uzyskano w badaniach nad wykorzystaniem związków fenolowych pozyskanych ze ścieków z tłoczni oliwek do fortyfikacji soku z czerwonej pomarańczy. Smak i zapach soku z dodatkiem uzyskanego koncentratu, w stosunku większym niż 2/250 v/v, ocenione zostały jako odbiegające od smaku i zapachu czystego soku. Mniejsza ilość związków fenolowych nie pogarszała jakości sensorycznej soku pomarańczowego, podczas gdy zawartość związków fenolowych w napoju wzrosła o ok. 16 % [7].

Wykorzystany w badaniach Osungbade i wsp. [12] sok pomarańczowy charakteryzował się wyższą wartością pH (4,58) w porównaniu do soku pomarańczowego analizowanego w ramach niniejszej pracy (3,72). Dodatek zarówno izolatu, jak i hydrolizatu białkowego, spowodował nieznaczne obniżenie wartości tego parametru [12]. Analogiczny efekt uzyskano w efekcie fortyfikacji soku pomarańczowego sokiem zarówno z pigwy, jak i z rokitnika (tab. 1). Podobnie jak dwuskładnikowe soki zawierające w swoim składzie sok pomarańczowy i sok z rokitnika, sok pomarańczowy wzbogacony białkami orzecha charakteryzował się wyższą kwasowością w porównaniu do soku bazowego. Różnice pomiędzy sokiem pomarańczowym, a sokami dwuowocowymi badanymi w niniejszej pracy (tab. 1), w porównaniu do różnic odnotowanych pomiędzy sokiem pomarańczowym, a napojami uzyskanymi w ostatniej z cytowanych prac, były jednak mniejsze [12]. Obniżenie wartości pH i jednoczesny wzrost kwasowości soku pomarańczowego wzbogaconego sokiem z rokitnika (tab. 1) niewątpliwie znalazły odzwierciedlenie w ocenie sensorycznej tego soku (rys. 1). Panel oceniający

wskazał w tym przypadku wyraźny wzrost odczuwania zarówno smaku kwaśnego, jak i cierpkiego. Sok z pigwy nie miał aż tak znacznego wpływu na omawiane parametry (rys. 2).

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano soki bogate w związki prozdrowotne, charakteryzujące się barwą zbliżoną do barwy pomarańczy. W przypadku soku dwuowocowego uzyskanego przez zmieszanie soku z pomarańczy z sokiem z pigwy zarówno ocena fizykochemiczna, jak i organoleptyczna nie wykazały wyraźnego wpływu na barwę porównywanych produktów. Niekorzystna zmiana barwy soku pomarańczowego wywołana dodatkiem do niego soku z rokitnika odnotowana w ocenie organoleptycznej potwierdzona została podczas pomiarów kolorymetrycznych. Dobór surowca roślinnego jest w tym przypadku istotny ze względu na fakt, iż wysoką aktywnością przeciwutleniającą charakteryzują się w głównej mierze owoce ciemno zabarwione, np. czarna porzeczka, aronia, borówki czy też jeżyny [9, 10].

Niekorzystny wpływ dodatków w postaci ekstraktów z jeżówki purpurowej i zielonej herbaty na jakość sensoryczną nektarów i napojów z czarnej porzeczki odnotowali Łysoniewska i wsp. [8]. Dodatki te spowodowały zmniejszenie odczuwania zapachu porzeczkowego na rzecz zapachu obcego i ostrego, a także wzrost intensywności odczuwania smaku kwaśnego, obcego i cierpkiego [8]. Podobny efekt obserwowano w przypadku oceny organoleptycznej soku dwuowocowego, w którym wykorzystano sok z rokitnika. Sok ten charakteryzował się wyraźniej odczuwanym smakiem kwaśnym, cierpkim, gorzkim oraz umami. Znacznie mniejszy wpływ zarówno na smak, jak i na zapach soku pomarańczowego miał dodatek soku z pigwy, który zmniejszył wprawdzie odczucie smaku pomarańczowego i słodkiego, jednak nie zintensyfikował smaku cierpkiego, gorzkiego oraz umami (rys. 1 i 2).

Wnioski

1. Sok pomarańczowy wzbogacony sokiem z rokitnika charakteryzował się zbliżoną aktywnością przeciwrodnikową, w porównaniu do soku pomarańczowego, podczas gdy zawartość w nim kwasu askorbinowego uległa zwiększeniu. Sok z rokitnika negatywnie wpłynął na jakość sensoryczną otrzymanego soku dwuowocowego w odniesieniu do soku bazowego. Wszystkie oceniane cechy uzyskały noty wskazujące na ich zdecydowanie niekorzystną zmianę. Produkt ten nie uzyskał akceptacji smakowo-zapachowej wśród osób oceniających.
2. Dodatek soku z pigwy do soku pomarańczowego nie spowodował istotnej zmiany zawartości kwasu L-askorbinowego w uzyskanym soku w porównaniu do soku pomarańczowego. Wpłynął natomiast korzystnie na wartość potencjału przeciwutleniającego. Jakość sensoryczna uzyskanego soku dwuowocowego była niższa w porównaniu z oceną czystego soku pomarańczowego, jednak odczuwane różnice nie osiągnęły wysokich wartości. Sok z pigwy może stanowić bogaty w związki

prozdrowotne komponent soku na bazie soku z pomarańczy. W kolejnych etapach badań należy jednak poszukiwać optymalnego składu takiego produktu, aby uzyskać maksymalny wzrost ilości związków funkcjonalnych przy możliwie najmniejszej zmianie cech organoleptycznych.

Praca finansowana z subwencji MEiN przeznaczonej na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Literatura

- [1] Al-Zughbi I., Krayem M.: Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review. *Food Chem.*, 2022, 393, 133362.
- [2] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania.* Wyd II. Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków 2014.
- [3] Biancuzzo R. M., Young A., Bibuld D., Cai M. H., Winter M. R., Klein E. K., Ameri A., Reitz R., Salameh W., Chen T. C., Holick M. F.: Fortification of orange juice with vitamin D2 or vitamin D3 is as effective as an oral supplement in maintaining vitamin D status in adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010, 91 (6), 1621-162.
- [4] Ciesarová Z., Murkovic M., Cejpek K., Kreps F., Tobolková B., Koplík R., Belajová E., Kukurová K., Daško Ľ., Panovská Z., Revenco D., Burčová, Z.: Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review. *Food Res. Int.*, 2020, 133, 109170.
- [5] Cruz-Chamorro I., Santos-Sánchez G., Álvarez-Sánchez N., Martín-Prada L., Cerrillo I., Ortega M. Á., Escudero-López B., Martín F., Isabel Álvarez-Ríos A., Carrillo-Vico A., Fernández-Pachón, M. S.: Alcoholic fermentation with *Pichia kluyveri* could improve the melatonin bioavailability of orange juice. *J. Funct. Foods*, 2022, 99, 0-7.
- [6] Czapski J.: Wykorzystanie owoców i warzyw w produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 1999, 4 (21), 90-101.
- [7] Foti P., Occhipinti P. S., Romeo F. V., Timpanaro N., Musumeci T., Randazzo C. L., Caggia C.: Phenols recovered from olive mill wastewater as natural booster to fortify blood orange juice. *Food Chem.*, 2022, 393, 133428.
- [8] Łysoniewska E., Kalisz S., Mitek M.: Jakość sensoryczna nektarów i napojów z czarnej porzeczki wzbogaconych ekstraktami z jeżówki purpurowej oraz zielonej herbaty. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2011, 6 (79), 167-176.
- [9] Nowak A., Zielonka J., Turek M., Klimowicz A., Cywilizacyjnych W. P. C., Piotrowska A.: Rola i Właściwości Lecznicze Aronii Czarnoowocowej. *Postępy Fitoter.*, 2018, 2, 10-17.
- [10] Olędzki R.: Potencjał antyoksydacyjny owoców i warzyw oraz jego wpływ na zdrowie człowieka. *Nauk. Inżynierskie i Technol.*, 2012, 1 (4), 44-54.
- [11] Olędzki R., Lutosławski K., Nowicka P., Wojdyło A., Harasym J.: Non-Commercial Grapevines Hybrids Fruits as a Novel Food of High Antioxidant Activity. *Foods*, 2022, 11 (15), 2216.
- [12] Osungbade O. R., Ikujenlola A. V., Gbadamosi S. O.: Influence of Kersting's (*Kerstingiella geocarpa*) groundnut proteins on the physicochemical, bioactive properties and storage stability of orange juice. *Heliyon*, 2021, 7 (2), e06246.

- [13] Polska Norma PN-ISO 8586:2014. Analiza sensoryczna - Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej.
- [14] Roshan D.: Orange Juice Market Product Type (Frozen Concentrated Orange Juice, Not From Concentrate, Canned Orange Juice, Fresh-Squeezed Orange juice, Dehydrated Orange Juice , Others) Packaging (Tetra Pak, PP Material Bottle, Metal Can, Others) Distributio. Dostęp w internecie [28.04.2023]: <https://www.alliedmarketresearch.com/orange-juice-market-A11038>
- [15] Szczepaniak I., Nosecka B.: Sektor sokowniczy w Polsce. Przem. Spożywczy, 2022. 76 (6), 4-9.
- [16] Szlyk E., Cichosz M., Filipiak-Szok A., Jastrzębska A., Kurzawa M.: Ćwiczenia laboratoryjne z analizy żywności. Wyd. Nauk. UMK, Toruń 2015.
- [17] Urbaniak S., Kaźmierczak-Barańska J., Karwowski B. T.: Rokitnik zwyczajny (*Hippophaë rhamnoides* L.) jako skarbnica witaminy C. Postępy Biochem., 2019, 65 (3), 212-216.

PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF ORANGE JUICE ENRICHED WITH SEA BUCKTHORN OR QUINCE JUICE

S u m m a r y

Background. Orange juice has high taste acceptability among juices offered on the global market. Therefore, it appears to be a very good matrix for transferring functional ingredients. Both sea buckthorn and quince fruits are rich sources of health-promoting ingredients. Incorporating them as an ingredient into other foods to obtain functional foods could be an innovative approach in processing. The purpose of this study was to investigate the effect of the addition of quince or sea buckthorn juice to orange juice on its selected sensory characteristics and physicochemical parameters. The research material consisted of two-fruit juices prepared by mixing orange juice and quince or sea buckthorn juice in a volumetric ratio of 4:1. The levels of total extract, pH, total acidity, L-ascorbic acid and antioxidant activity were marked in the juices. In addition, color determination was carried out and sensory analysis was performed.

Results and conclusion. The orange juice enriched with sea buckthorn juice had similar antioxidant activity, compared to the orange juice, while its L-ascorbic acid content increased. The resulting juice, however, did not receive the taste and aroma approval of the sensory panel. The addition of quince juice to orange juice did not significantly change the L-ascorbic acid content, but had a positive effect on the value of antioxidant potential. The overall sensory quality of the resulting two-fruit juice was lower, compared to the evaluation of pure orange juice, however, the differences perceived did not exceed 1.4 points. Quince juice can be a valuable component of orange juice-based juice.

Key words: orange juice, sea buckthorn juice, quince juice, health-promoting compounds, sensory evaluation 