

NATALIA POLAK, STANISŁAW KALISZ, ADAM WAWRZYŃCZAK,
BARTOSZ KRUSZEWSKI

WPLYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA WYBRANE WYRÓŻNIKI JAKOŚCIOWE SOKÓW MIESZANYCH Z ARONII CZARNOOWOCOWEJ I JAGODY KAMCZACKIEJ

Streszczenie

Wprowadzenie. Świadomość konsumentów na temat zdrowego stylu życia stopniowo rośnie. Owoce są bogatym źródłem prozdrowotnych antocyjanów czy polifenoli. Celem badań było określenie wpływu czasu przechowywania soków mieszanych z aronii czarnoowocowej i jagody kamczackiej na wybrane wyróżniki jakościowe. W niniejszych badaniach postawiono hipotezę, iż czas przechowywania soków mieszanych będzie czynnikiem wpływającym na zawartość polifenoli, antocyjanów oraz barwę. Materiał do badań stanowiły 100-procentowe soki z aronii czarnoowocowej i jagody kamczackiej oraz soki mieszane z udziałem poszczególnych soków w zakresie 10 ÷ 90 %.

Wyniki i wnioski. Sok z jagody kamczackiej okazał się cenniejszym źródłem polifenoli i antocyjanów (308,3 mg i 234,5 mg w 100 cm³) niż sok z aronii czarnoowocowej (229,9 mg i 122,2 mg w 100 cm³). Tak samo soki mieszane z większym udziałem jagody kamczackiej cechowały się większą zawartością tych związków, a tym samym potencjalnie wyższą wartością prozdrowotną. Największą jasnością oraz wyższym udziałem barwy czerwonej i żółtej wśród badanych soków odznaczał się stu procentowy sok z aronii czarnoowocowej. W przypadku przechowywania wykazano, iż najintensywniejsze zmiany degradacyjne oznaczonych składników bioaktywnych zachodzą w pierwszym miesiącu, zaś w późniejszym okresie tempo przemian tych związków jest mniejsze. Miesięczne przechowywanie spowodowało obniżenie zawartości polifenoli o 12,1 ÷ 14,2% oraz antocyjanów o 19,7 ÷ 33,5% w zależności od wariantu soku. W przypadku barwy zaobserwowano, iż wydłużenie czasu przechowywania wpłynęło znacząco na pojaśnienie badanych produktów, a także na zmiany wartości parametrów a* i b*.

Słowa kluczowe: polifenole, antocyjany, składniki bioaktywne, aronia czarnoowocowa, jagoda kamczacka

Wprowadzenie

Dzisiejszy konsument szuka produktów o wysokiej wartości prozdrowotnej, chcąc wspomóc prawidłowe działanie organizmu. Soki owocowe są atrakcyjnymi źró-

Mgr inż. N. Polak, ORCID: 0000-0003-1861-1507; dr hab. S. Kalisz, ORCID: 0000-0001-7592-2470; mgr inż. A. Wawrzyńczak; dr inż. B. Kruszewski, ORCID: 0000-0001-8762-7460; Katedra Technologii i Oceny Żywności, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-776 Warszawa; Kontakt: e-mail: natalia_polak@sggw.edu.pl

dłami składników bioaktywnych, takich jak polifenole, w tym m.in. antocyjany. Związki polifenolowe są metabolitami wtórnymi roślin, które biorą udział w licznych czynnościach życiowych takich jak fotosynteza, regulacja ekspresji genów czy oddychanie [7]. Jedną z grup polifenoli są antocyjany, które są głównymi barwnikami owoców jagodowych. Odpowiadają za ich jasnoczerwoną, fioletową i niebieską barwę [4]. Najlepszym sposobem na spożywanie związków polifenolowych jest konsumpcja owoców i soków owocowych [1]. Te związki bioaktywne mają działanie prewencyjne wobec wielu schorzeń oraz chorób cywilizacyjnych, takich jak choroby układu krążenia czy nowotwory, a także wspomagają funkcjonowanie organizmu [1, 3]. Surowcami szczególnie bogatymi w wymienione związki są aronia czarnoowocowa i jagoda kamczacka. W związku z powyższym w poszukiwaniu produktu o potencjalnie wysokiej jakości prozdrowotnej jednoczesne zastosowanie jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej uznano za jak najbardziej uzasadnione.

Celem badań było określenie wpływu czasu przechowywania na wybrane wyróżniki jakościowe uzyskanych soków mieszanych z udziałem tych owoców. Oznaczono parametry barwy, a także określono zawartość polifenoli ogółem i poszczególnych antocyjanów bezpośrednio przed, a także po jedno-, dwu-, cztero- i sześciomiesięcznym przechowywaniu.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły uzyskane w skali laboratoryjnej soki z jagody kamczackiej (A0JK100) i aronii czarnoowocowej (A100JK0), a także soki mieszane z ich udziałem o następujących składach: 10 % aronii, 90 % jagody (A10JK90); 20 % aronii 80 % jagody (A20JK80); 30 % aronii, 70 % jagody (A30JK70); 40 % aronii 60 % jagody (A40JK60); 50 % aronii, 50 % jagody (A50JK50); 60 % aronii, 40 % jagody (A60JK40); 70 % aronii, 30 % jagody (A70JK30); 80 % aronii 20 % jagody (A80JK20); 90 % aronii 10 % jagody (A90JK10). Soki otrzymano poprzez tłoczenie owoców na prasie tłokowej (HPL14, BUCHER Unipectin AG, Niemcy), następnie poddano je utrwaleniu przez pasteryzację (85 °C, 10 minut) w opakowaniach szklanych o pojemności 80 cm³. Soki przechowywano przez 6 miesięcy w warunkach pokojowych (22 °C), w zaciemnionym miejscu.

Wykonano pomiary parametrów barwy, oznaczenia zawartości polifenoli ogółem oraz poszczególnych antocyjanów bezpośrednio po utrwaleniu (0) oraz po okresie przechowywania 1, 2, 4 i 6 miesięcy. Przed przechowywaniem oznaczono ekstrakt refraktometryczny i kwasowość miareczkową. Pomiar ekstraktu refraktometrycznego wykonano przy zastosowaniu refraktometru (Refracto 30PX, Mettler Toledo, Columbus, OH, USA) zgodnie z normą PN-EN 12143:2000 [17] i wyrażono w jednostkach °Bx. Kwasowość miareczkową metodą potencjometryczną oznaczono zgodnie z normą PN-90/A-75101/04 [16], z wykorzystaniem titratora TitroLine® 5000 firmy Xylem

Analytcs Germany Sales GmbH & Co. KG. (Niemcy), wyniki wyrażono jako ekwiwalent kwasu cytrynowego [%]. Zawartość polifenoli ogółem metodą Folina–Ciocalteu’a z wykorzystaniem spektrofotometru UV1650PC (Shimadzu, Japonia) wykonano zgodnie z metodyką przedstawioną przez Gao i wsp. [5] przy zastosowaniu 50-krotnego rozcieńczenia soków, zaś uzyskane wyniki przeliczono na mg kwasu galusowego/100 cm³ soku. Oznaczenie ilościowe i jakościowe związków antocyjanowych wykonano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detektorem PDA (Shimadzu, Japonia) zgodnie z metodyką, którą przedstawili Goiffon i wsp. [6], uprzednio wirując soki przez 10 minut przy 14000 obr./min (MPW–350R, MPW MED Instruments, Polska) oraz po rozcieńczeniu 1:4 z wodą. Identyfikację związków antocyjanowych przeprowadzono z użyciem chromatogramów wzorców poszczególnych związków. Wyniki analizy chromatograficznej wyrażono jako mg antocyjanów na 100 cm³ soku w przeliczeniu na cyjanidyno-3-O-glukozyd. Za pomocą spektrofotometru (Konica Minolta 3600-d, Japonia) oznaczono parametry barwy L*, a* i b*. Oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach, a otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programów Microsoft Excel 2016 oraz Statgraphics 18. Zastosowano metodę analizy wariancji (ANOVA), natomiast istotność różnic pomiędzy średnimi określono za pomocą testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wszystkie soki jednoskładnikowe i mieszane nie różniły się istotnie między sobą wartością ekstraktu – oscylował on w zakresie od 13,2 do 13,3 °Bx (tabela 1). Są to wartości nieznacznie niższe niż te spotykane w literaturze: 14,2 °Bx [2] i 15,4 °Bx [9] odpowiednio dla soku z jagody kamiczackiej i aronii. Wraz ze zwiększeniem udziału soku jagodowego kwasowość istotnie wzrastała – od 1,25 % dla 100-procentowego soku z aronii do 2,45 % dla 100 % soku z jagody. Tolić i wsp. [22] wskazali na kwasowości soków z aronii pozyskiwanych w różnych sezonach na poziomie $0,89 \div 1,06\%$. W swoich badaniach Grobelna i wsp. [8] wykazali, że puree z jagody kamiczackiej wykazywało kwasowość $1,9 \div 2,0\%$ w zależności od odmiany. Zatem można stwierdzić jednoznacznie, że nie tylko gatunek, ale i odmiana, a także różne warunki środowiskowe mogą determinować te cechy jakościowe produktu końcowego.

Poszczególne warianty soków istotnie różniły się zawartością polifenoli ogółem (rysunek 1). Ich ilość wzrastała wraz ze zwiększeniem udziału soku z jagody kamiczackiej – od 229,9 mg w 100 cm³ soku 100-procentowego aroniowego do 308,3 mg w 100 cm³ 100-procentowym soku z jagody kamiczackiej. W świeżym soku jagodowym Piasek i wsp. [15] uzyskali około połowę mniejszą zawartość polifenoli, tj. 163,0 mg w 100 cm³, natomiast Grobelna i wsp. [9], czy Kalisz i Kieliszek [10] zdecydowanie większą w soku pasteryzowanym – odpowiednio aż 767,9 oraz 1019,7 mg w 100 cm³.

Tabela 1. Wyniki pomiarów ekstraktu i kwasowości miareczkowej w sokach z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej przed przechowywaniem

Table 1. Measurement results of total soluble solids and total titrable acidity in honeysuckle berry and black chokeberry juices before storage

Sok / Juice	Ekstrakt [°Bx] / Total soluble solids [°Bx]	Kwasowość miareczkowa [ekwiwalent kwasu cytrynowego w %] / Total titrable acidity [equivalent of citric acid in %]
A0JK100	13,20 ^a ±0,06	2,45 ^k ±0,02
A10JK90	13,20 ^{abc} ±0,06	2,38 ^l ±0,02
A20JK80	13,30 ^c ±0,06	2,23 ⁱ ±0,02
A30JK70	13,30 ^{bc} ±0,00	2,12 ^h ±0,02
A40JK60	13,20 ^{ab} ±0,00	1,99 ^g ±0,02
A50JK50	13,20 ^{ab} ±0,00	1,84 ^f ±0,02
A60JK40	13,30 ^{abc} ±0,06	1,73 ^e ±0,01
A70JK30	13,20 ^{ab} ±0,00	1,59 ^d ±0,01
A80JK20	13,30 ^{bc} ±0,00	1,49 ^c ±0,01
A90JK10	13,20 ^{ab} ±0,00	1,38 ^b ±0,03
A100JK0	13,30 ^{bc} ±0,00	1,25 ^a ±0,02

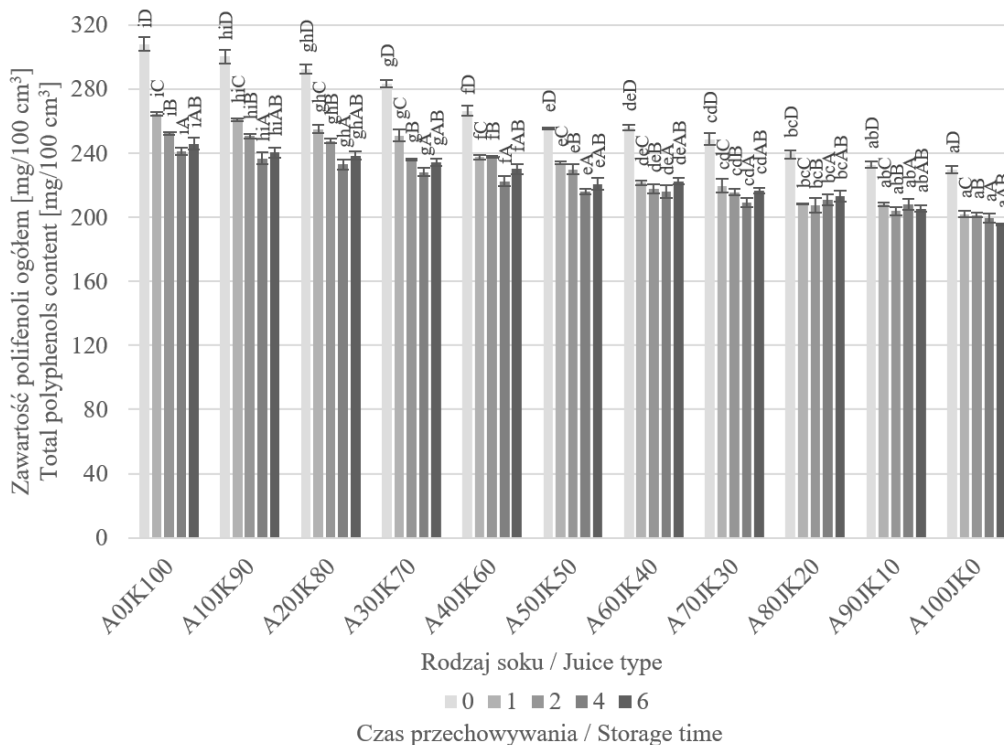
Objaśnienia / Explanatory notes:

takie same litery przy wartościach w kolumnach wyznaczają grupy homogenne / the same letters next to the values in the columns designate homogeneous groups

Zróźnicowanie w zawartości polifenoli ogółem zależne jest od szeroko rozumianych warunków agrotechnicznych, cech odmianowych, postępowania pozbiornego i warunków procesu technologicznego [13]. Szajdek i wsp. [21] wskazują na zawartość polifenoli ogółem na poziomie 205,2 mg w 100 cm³ pasteryzowanego soku aroniowego, co jest wartością zbliżoną do uzyskanych przez nas. Biorąc pod uwagę półroczne przechowywanie, należy zauważyć, że zawartość tych związków bioaktywnych istotnie zależała od udziału poszczególnych surowców w produkcie finalnym i okresu przechowywania. W czasie 6 miesięcy zaobserwowano tendencję spadkową zawartości polifenoli ogółem – w 100-procentowym soku jagodowym ich ilość w ciągu całego tego okresu zmalała o 20,2 %, a w aroniowym – o 15,1 %. Jednocześnie należy podkreślić, iż najintensywniejsza degradacja polifenoli ogółem nastąpiła w pierwszym miesiącu przechowywania (rysunek 1), a największy spadek, o 14,2 %, odnotowano w soku 100-procentowym jagodowym.

Tendencję spadkową w zawartości polifenoli ogółem w trakcie przechowywania soków jednoskładnikowych i mieszanych potwierdzają badania Kalisza i Kieliszka [10] czy Kinga i wsp. [12]. Pierwsi odnotowali obniżenie zawartości polifenoli ogółem w wyniku czteromiesięcznego przechowywania soku z jagody kamczackiej w 22 °C o 29,9 %. Druga grupa badaczy podczas 12-tygodniowego okresu przechowywania zaobserwowała obniżenie zawartości badanych związków o 21 % w soku z aronii. Potwierdza to wpływ czasu przechowywania na proces degradacji wspomnianych

związków bioaktywnych. Należy jednak pamiętać o istotności czynników biotycznych oraz abiotycznych, jak i o rodzaju matrycy żywnościowej [8].



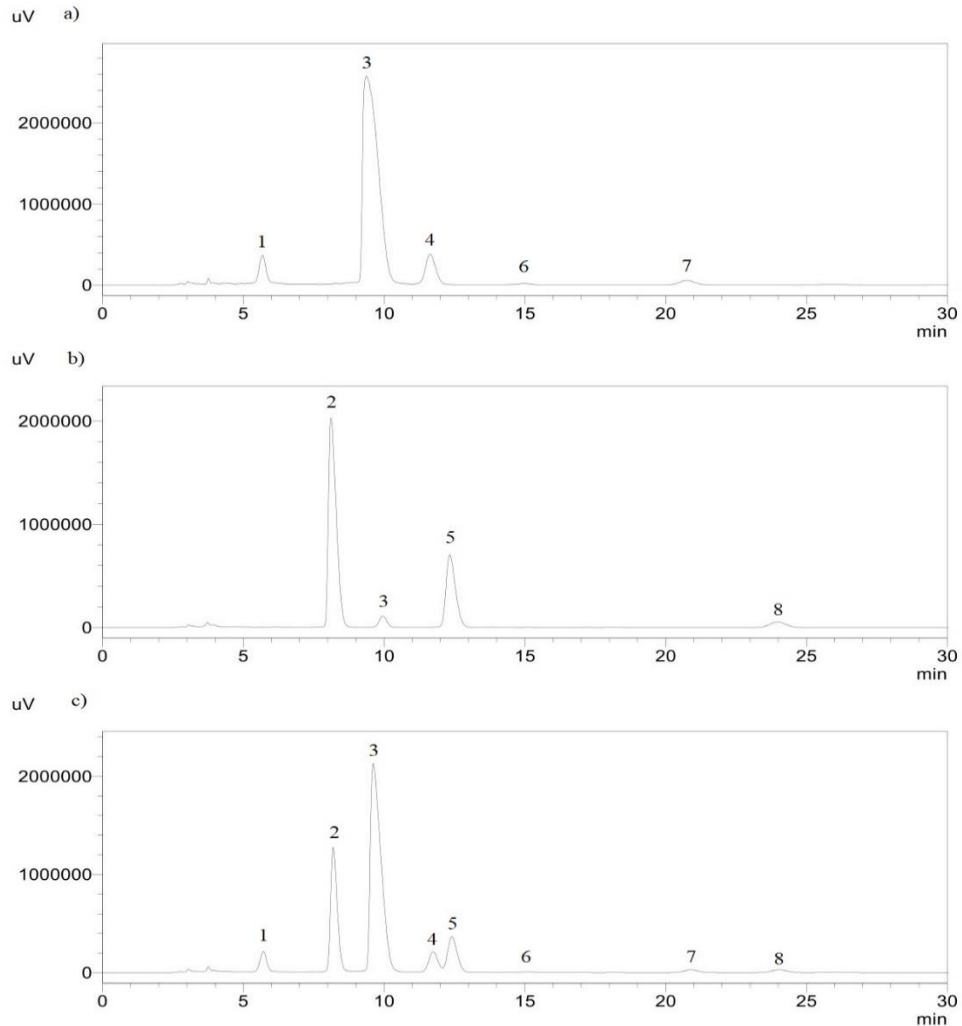
Rys. 1. Zmiany w zawartości polifenoli ogółem w sokach z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej w trakcie ich przechowywania

Fig. 1. Changes in total polyphenols content in honeysuckle berry and black chokeberry juices during storage

Objaśnienia / Explanatory notes:

litery a-i – grupy homogenne ze względu na rodzaj soku, A-D – grupy homogenne ze względu na czas przechowywania / letters a-i – homogeneous groups depending on the juice type, A-D – homogeneous groups depending on the storage time

Szczególnie istotnym składnikiem soków czerwono zabarwionych determinującym potencjalne właściwości prozdrowotne oraz wpływającym na barwę są antocyjany. Na podstawie analizy chromatograficznej w obydwu sokach jednoskładnikowych zidentyfikowano cyjanidyno-3-O-glukozyd (rysunek 2). Ponadto w soku z jagody kamczackiej zidentyfikowano cyjanidyno-3,5-O-diglukozyd, cyjanidyno-3-O-rutynozyd, pelargonidyno-3-O-glukozyd i peonidyno-3-O-glukozyd, zaś w aroniowym cyjanidyno-3-O-galaktozyd, cyjanidyno-3-O-ksylozyd i cyjanidyno-3-O-arabinozyd [19].



Rys. 2. Chromatogram z analizy antocyjanów w a) 100-procentowym soku z jagody kamczackiej, b) 100-procentowym soku z aronii czarnoowocowej, c) soku mieszanym (50 % jagody, 50 % aronii)

Fig. 2. Chromatogram of anthocyanins analysis in a) 100 % honeysuckle berry juice, b) 100 % black chokeberry juice, c) mixed juice (50 % honeysuckle berry, 50 % black chokeberry)

Objaśnienia / Explanatory notes:

1 – cyjanidyno-3,5-O-diglukozyd, 2 – cyjanidyno-3-O-galaktozyd, 3 – cyjanidyno-3-O-glukozyd, 4 – cyjanidyno-3-O-rutynozyd, 5 – cyjanidyno-3-O-arabinozyd, 6 – pelargonidyno-3-O-glukozyd, 7 – peonidyno-3-O-glukozyd, 8 – cyjanidyno-3-O-ksylozyd / 1 – cyanidin-3,5-O-diglucoside, 2 – cyanidin-3-O-galactoside, 3 – cyanidin-3-O-glucoside, 4 – cyanidin-3-O-rutinoside, 5 – cyanidin-3-O-arabinoside, 6 – pelargonidin-3-O-glucoside, 7 – peonidin-3-O-glucoside, 8 – cyanidin-3-O-xyloside

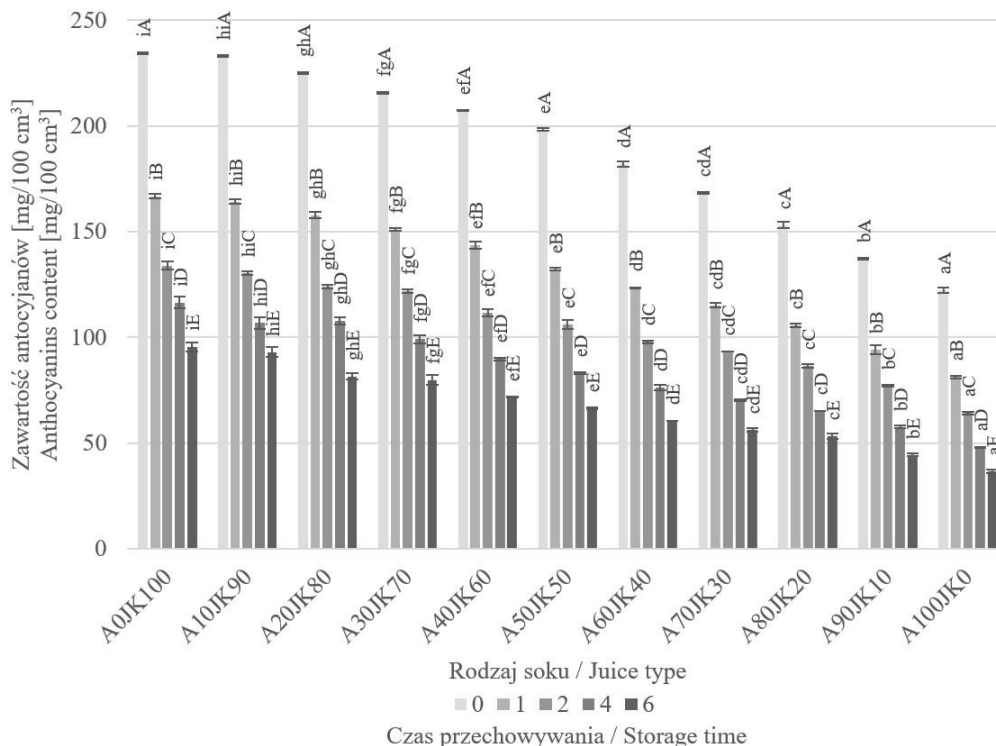
Dominującym antocyjanem w soku jagodowym był cyjanidyno-3-O-glukozyd, a w aroniowym cyjanidyno-3-O-galaktozyd – w sokach 100-procentowych stanowiły one odpowiednio 84,3 % i 66,3 % składu antocyjanowego. W przypadku pierwszego soku uzyskany wynik potwierdza dane literaturowe, mówiące, że cyjanidyno-3-O-glukozyd stanowi od 79 do 92 % całej puli antocyjanów jagody kamczackiej [18]. W przypadku soku z aronii, Błaszczak i wsp. [2] również zaobserwowali, że cyjanidyno-3-O-galaktozyd stanowi większość sumy antocyjanów.

Najmniejszą zawartość antocyjanów oznaczono w soku aroniowym, tj. 122,2 mg w 100 cm³ (rysunek 3). Uzyskany wynik mieści się w zakresie wartości dostępnych w literaturze, tj. od 3,5 [20] do 276,8 mg [22] w 100 cm³. Wraz z dodatkiem drugiego soku ilość antocyjanów wzrastała i osiągnęła najwyższą wartość w soku z jagody kamczackiej – 234,5 mg/100 cm³. Grobelna i wsp. [9] również stwierdzili, że dodatek soku jagodowego może istotnie zwiększyć poziom zawartości antocyjanów w produkcie. Ci sami badacze określili zawartość w czystym soku z jagody kamczackiej na poziomie 595,4 mg w 100 cm³, co jest ponad dwukrotnie większą wartością niż uzyskana w badaniach własnych. Kalisz i Kieliszek [10] podają wartość 431,1 mg w 100 cm³ w tym samym rodzaju soku. Lachowicz i Oszmiański [13] podają zakres od 61,0 do 632,0 mg/100 cm³, co jest zgodne z uzyskanymi wynikami (rysunek 3).

Wykazano istotny wpływ matrycy żywnościowej, a także czasu przechowywania na zawartość antocyjanów. Analogicznie jak w przypadku wcześniej omawianego parametru, również w przypadku związków antocyjanowych najintensywniejsza degradacja zaszła podczas pierwszego miesiąca przechowywania. Jednocześnie w pierwszym miesiącu najmniejsze straty zaszły w 100-procentowym soku jagodowym o 28,9 %, a największe w 100-procentowym aroniowym – o 33,4 %. Analogiczna zależność zaszła w tych samych dwóch sokach po 6 miesiącach – nastąpił spadek odpowiednio o 59,3 % oraz 70,1 %, co potwierdza znacząco mniejszą stabilność antocyjanów w sokach aroniowych. Biorąc pod uwagę poszczególne związki antocyjanowe, nie wykazano znaczących różnic w dynamice rozkładu któregoś ze związków antocyjanowych. Uległy one degradacji w podobnym tempie wraz z wydłużeniem czasu przechowywania.

Grobelna i wsp. [9] również zaobserwowali największą degradację antocyjanów w pierwszym miesiącu przechowywania soku z jagody kamczackiej – tj. o 20,8 %, co jest wartością zbliżoną do tych uzyskanych w badaniach własnych. W badaniach Nour [14] podczas czteromiesięcznych prób przechowalniczych zaobserwowano spadek zawartości antocyjanów o 50,9 % w soku z aronii.

Parametry barwy w zależności od składu surowcowego i czasu przechowywania przedstawiono w tabeli 2, 3 i 4. Dodatek soku aroniowego istotnie wpłynął na rozjaśnienie barwy soku mieszanego, zdeterminował również wzrost udziału barwy czerwonej oraz żółtej.



Rys. 3. Zmiany w zawartości sumy oznaczonych antocyjanów w sokach z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej w trakcie ich przechowywania

Fig. 3. Changes in detected anthocyanins content in honeysuckle berry and black chokeberry juices during storage

Objaśnienia / Explanatory notes:

litery a-i – grupy homogenne ze względu na rodzaj soku, A-E – grupy homogenne ze względu na czas przechowywania / letters a-i – homogeneous groups depending on the juice type, A-E – homogeneous groups depending on the storage time

Podczas sześciomiesięcznego przechowywania zaobserwowano istotny wzrost wartości parametru L^* , oraz istotny spadek a^* i b^* . W sokach z większym udziałem aronii w trakcie przechowywania zachodziły intensywniejsze zmiany tych wyróżników jakościowych. Grobelna i wsp. [9] poczynili podobne obserwacje w soku z jagody kamczackiej odnośnie do parametru L^* i a^* w czasie 4 miesięcy, zaś odmienne w odniesieniu do b^* . Yuan i wsp. [23] wysunęli analogiczne wnioski w zakresie zmian omawianych parametrów barwy jak Grobelna i wsp. [9] w przypadku analiz puree z aronii czarnoowocowej przechowywanej przez dwa miesiące.

Tabela 2. Wyniki pomiarów parametru L* barwy soków z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej w systemie CIEL*a*b* w trakcie ich przechowywania

Table 2. Measurement results of color parameter L* in honeysuckle berry and black chokeberry juices in CIEL*a*b* system during storage

Sok Juice	Czas przechowywania [miesiące] / Storage time [months]				
	0	1	2	4	6
A0JK100	19,21 ^{aA} ±0,08	20,0 ^{bB} ±0,02	19,59 ^{ab} ±0,02	19,38 ^{ab} ±0,08	19,13 ^{ab} ±0,03
A10JK90	19,91 ^{aA} ±0,06	20,71 ^{ab} ±0,03	20,44 ^{ab} ±0,03	19,59 ^{ab} ±0,04	20,0 ^{ab} ±0,14
A20JK80	20,99 ^{bA} ±0,04	21,86 ^{bb} ±0,04	21,60 ^{bb} ±0,03	21,58 ^{bb} ±0,01	21,53 ^{bb} ±0,56
A30JK70	22,20 ^{cA} ±0,09	23,16 ^{cb} ±0,05	22,77 ^{cb} ±0,01	22,81 ^{cb} ±0,03	22,65 ^{cb} ±0,28
A40JK60	23,30 ^{dA} ±0,05	24,38 ^{db} ±0,04	24,18 ^{db} ±0,02	23,91 ^{db} ±0,02	23,78 ^{db} ±0,05
A50JK50	24,72 ^{eA} ±0,06	25,96 ^{eb} ±0,04	25,78 ^{eb} ±0,03	24,94 ^{eb} ±0,05	25,46 ^{eb} ±0,02
A60JK40	26,25 ^{fA} ±0,03	27,47 ^{fb} ±0,03	27,62 ^{fb} ±0,05	27,40 ^{fb} ±0,08	27,87 ^{fb} ±0,03
A70JK30	28,00 ^{gA} ±0,01	28,95 ^{gb} ±0,06	29,47 ^{gb} ±0,03	29,46 ^{gb} ±0,02	29,55 ^{gb} ±0,11
A80JK20	29,75 ^{hA} ±0,04	31,62 ^{hb} ±0,06	32,01 ^{hb} ±0,03	31,81 ^{hb} ±0,07	32,14 ^{hb} ±0,24
A90JK10	32,24 ^{iA} ±0,08	34,53 ^{ib} ±0,03	35,14 ^{ib} ±0,02	35,13 ^{ib} ±0,04	35,79 ^{ib} ±0,10
A100JK0	35,15 ^{iA} ±0,03	37,58 ^{ib} ±0,06	39,0 ^{jb} ±0,05	40,53 ^{ib} ±0,02	42,05 ^{ib} ±0,02

Objaśnienia / Explanatory notes:

litery a-j – grupy homogenne ze względu na rodzaj soku, A-B – grupy homogenne ze względu na czas przechowywania / letters a-j – homogeneous groups depending on the juice type, A-B – homogeneous groups depending on the storage time

Tabela 3. Wyniki pomiarów parametru a* barwy soków z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej w systemie CIEL*a*b* w trakcie ich przechowywania

Table 3. Measurement results of color parameter a* in honeysuckle berry and black chokeberry juices in CIEL*a*b* system during storage

Sok Juice	Czas przechowywania [miesiące] / Storage time [months]				
	0	1	2	4	6
A0JK100	52,92 ^{bB} ±0,06	53,37 ^{aC} ±0,08	52,51 ^{ab} ±0,05	52,03 ^{aA} ±0,08	51,45 ^{aA} ±0,06
A10JK90	53,71 ^{bB} ±0,09	54,0 ^{bc} ±0,09	53,39 ^{bb} ±0,03	52,14 ^{bA} ±0,03	52,50 ^{bA} ±0,40
A20JK80	54,92 ^{cb} ±0,10	55,39 ^{cc} ±0,11	54,36 ^{cb} ±0,01	54,16 ^{ca} ±0,06	53,79 ^{ca} ±0,58
A30JK70	56,13 ^{dB} ±0,08	56,45 ^{dc} ±0,10	55,50 ^{db} ±0,13	55,21 ^{da} ±0,09	54,63 ^{da} ±0,52
A40JK60	57,26 ^{eb} ±0,10	57,59 ^{ec} ±0,05	56,69 ^{eb} ±0,00	55,98 ^{ea} ±0,07	55,61 ^{ea} ±0,05
A50JK50	58,50 ^{fb} ±0,08	59,01 ^{fc} ±0,07	58,17 ^{fb} ±0,15	56,63 ^{fa} ±0,15	56,87 ^{fa} ±0,11
A60JK40	59,83 ^{gb} ±0,08	60,17 ^{gc} ±0,09	59,60 ^{gb} ±0,09	58,80 ^{ga} ±0,04	58,90 ^{ga} ±0,08
A70JK30	61,39 ^{hb} ±0,01	61,02 ^{gc} ±0,09	61,09 ^{hb} ±0,05	60,38 ^{ha} ±0,05	59,88 ^{ha} ±0,24
A80JK20	62,64 ^{ib} ±0,01	63,24 ^{ic} ±0,07	62,82 ^{ib} ±0,06	61,80 ^{ia} ±0,10	61,54 ^{ia} ±0,40
A90JK10	64,42 ^{jb} ±0,09	65,02 ^{ic} ±0,04	64,89 ^{ib} ±0,05	63,91 ^{ja} ±0,09	63,59 ^{ja} ±0,05
A100JK0	66,31 ^{kb} ±0,04	66,57 ^{kc} ±0,10	66,64 ^{kb} ±0,04	66,72 ^{ka} ±0,02	66,6 ^{ka} ±0,01

Objaśnienia / Explanatory notes:

litery a-k – grupy homogenne ze względu na rodzaj soku, A-B – grupy homogenne ze względu na czas przechowywania / letters a-k – homogeneous groups depending on the juice, A-B – homogeneous groups depending on the storage time

Tabela 4. Wyniki pomiarów parametru b* barwy soków z jagody kamczackiej i aronii czarnoowocowej w systemie CIELAB w trakcie ich przechowywania

Table 4. Measurement results of color parameter b* in honeysuckle berry and black chokeberry juices in CIELAB system during storage

Sok / Juice	Czas przechowywania [miesiące] / Storage time [months]				
	0	1	2	4	6
A0JK100	32,80 ^{ab} ±0,16	34,20 ^{ab} ±0,10	33,49 ^{ab} ±0,06	33,06 ^{aa} ±0,20	32,60 ^{Aa} ±0,09
A10JK90	33,99 ^{abB} ±0,12	35,44 ^{ab} ±0,10	34,96 ^{abB} ±0,04	33,42 ^{abA} ±0,12	34,30 ^{abA} ±0,32
A20JK80	35,98 ^{bcB} ±0,13	37,5 ^{bcB} ±0,13	36,88 ^{bcB} ±0,05	36,80 ^{bcA} ±0,02	36,76 ^{bcA} ±0,82
A30JK70	38,02 ^{cdB} ±0,01	39,59 ^{cdB} ±0,13	38,85 ^{cdB} ±0,07	38,85 ^{cdA} ±0,04	38,37 ^{cdA} ±0,51
A40JK60	40,05 ^{deB} ±0,03	41,82 ^{de} ±0,03	41,27 ^{deB} ±0,10	40,59 ^{deA} ±0,11	40,40 ^{deA} ±0,09
A50JK50	42,35 ^{efB} ±0,09	44,4 ^{efB} ±0,07	43,80 ^{efB} ±0,14	42,11 ^{efA} ±0,17	42,55 ^{efA} ±0,13
A60JK40	45,01 ^{fgB} ±0,11	46,9 ^{fg} ±0,09	46,61 ^{fgB} ±0,10	45,57 ^{fgA} ±0,15	45,74 ^{fgA} ±0,08
A70JK30	48,10 ^{ghB} ±0,04	49,12 ^{ghB} ±0,16	49,25 ^{ghB} ±0,13	47,78 ^{ghA} ±0,04	46,58 ^{ghA} ±0,50
A80JK20	50,95 ^{hB} ±0,05	52,90 ^{hB} ±0,07	51,80 ^{hB} ±0,07	48,9 ^{hA} ±0,14	47,41 ^{hA} ±0,76
A90JK10	54,82 ^{hB} ±0,15	55,20 ^{hB} ±0,11	53,41 ^{hB} ±0,07	48,23 ^{hA} ±0,27	43,63 ^{hA} ±0,30
A100JK0	58,64 ^{hB} ±0,15	55,63 ^{hB} ±0,21	50,2 ^{hB} ±0,12	43,22 ^{hA} ±0,03	38,15 ^{hA} ±0,06

Objaśnienia / Explanatory notes:

litery a-h – grupy homogenne ze względu na rodzaj soku, A-B – grupy homogenne ze względu na czas przechowywania / letters a-h – homogeneous groups depending on the juice, A-B – homogeneous groups depending on the storage time

Wnioski

1. Skład recepturowy nie wpłynął istotnie na wartość ekstraktu soków mieszanych. Wzrost udziału soku z jagody kamczackiej zaś istotnie zdeterminował wzrost kwasowości miareczkowej.
2. Najintensywniejsza degradacja polifenoli, w tym antocyjanów, zachodziła w pierwszym miesiącu przechowywania. Podczas dalszego przechowywania obniżenie zawartości badanych związków przebiegało znacznie wolniej. Wydłużenie czasu przechowywania wpływało na obniżenie wartości prozdrowotnej soków.
3. Sok z jagody kamczackiej charakteryzował się znacznie wyższą zawartością polifenoli ogółem i antocyjanów (308,3 i 234,5 mg w 100 cm³) niż sok z aronii czarnoowocowej (229,9 i 122,2 mg w 100 cm³). Dodatek komponentu jagodowego istotnie wpłynął na zwiększenie zawartości wymienionych składników bioaktywnych, podnosząc jakość soków mieszanych.
4. Dodatek soku jagodowego istotnie wpłynął na pociemnienie barwy soku mieszanego, zdeterminował również spadek udziału barwy czerwonej oraz żółtej. Również przechowywanie istotnie wpłynęło na barwę produktu finalnego (pojaśnienie, spadek a* i b*).

Praca była prezentowana podczas XXVII Sesji Naukowej Sekcji Młodej Kadry Naukowej „Rozwój Nauk o Żywności. Zrównoważona przyszłość”, Warszawa, 11–12 maja 2023 r.

Literatura

- [1] Achremowicz B., Oszmiański J., Puchalski C.: Antyoksydanty owoców i warzyw. Cz. 1. Funkcja i działanie. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo–Warzywny, 2016, 60 (3), 8-11.
- [2] Błaszczak W., Amarowicz R., Górecki A. R.: Antioxidant capacity, phenolic composition and microbial stability of aronia juice subjected to high hydrostatic pressure processing. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2017, 39, 141-147.
- [3] Danielczuk J.: Przeciwnowotworowe właściwości owoców i warzyw. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2019, 63 (8-9), 41-42, 44-45.
- [4] Frąckiewicz J.: The nutritional and health value of fruit, vegetable and fruit–vegetable juices. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2021, 31/58, 1, 112-119.
- [5] Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Björk, L., Trajkovski, V.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48 (5), 1485-1490.
- [6] Goiffon, J.P., Mouly, P.P., Gaydou, E.M.: Anthocyanic pigment determination in red fruit juices, concentrated juices and syrups using liquid chromatography. *Anal. Chim. Acta*, 1999, 382 (1-2), 39-50.
- [7] Golonko A., Kalinowska M., Świsłocka R., Świdorski G., Lewandowski W.: Zastosowanie związków fenolowych i ich pochodnych w przemyśle i medycynie. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 2015, 6 (4), 161-179.
- [8] Grobelna A., Kalisz S., Kieliszek M.: Effect of processing methods and storage time on the content of bioactive compounds in blue honeysuckle berry purees. *Agronomy*, 2019, 9 (12), #860.
- [9] Grobelna A., Kalisz S., Kieliszek M.: The effect of the addition of blue honeysuckle berry Juice to apple juice on the selected quality characteristics, anthocyanin stability, and antioxidant properties. *Biomolecules*, 2019, 9 (11), #744.
- [10] Kalisz S., Kieliszek M.: Influence of storage conditions on selected quality characteristic of blue honeysuckle berry juice. *Agrochimica*, 2021, 66, 25-37.
- [11] Khattab R., Ghanem A., Brooks M.: Stability of haskap berry (*Lonicera caerulea* L.) anthocyanins at different storage and processing conditions. *J. Food Res.*, 2016, 5 (6), 67-79.
- [12] King E.S., Noll A., Glenn S., Bolling B.W.: Refrigerated and frozen storage impact aronia berry quality. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2022, 4:3.
- [13] Lachowicz S., Oszmiański J.: Prozdrowotne właściwości jagody kamczackiej. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo–Warzywny, 2016, 60 (2), 24-26.
- [14] Nour V.: Quality characteristics, anthocyanin stability and antioxidant activity of apple (*Malus domestica*) and black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) juice blends. *Plants*, 2022, 11, #2027.
- [15] Piasek A., Kusznierevicz B., Grzybowska I., Malinowska–Pańczyk E., Piekarska A., Azqueta A., Collins A.R., Namieśnik J., Bartoszek A.: The influence of sterilization with EnbioJet® Microwave Flow Pasteurizer on composition and bioactivity of aronia and blue–berried honeysuckle juices. *J. Food Compos. Anal.*, 2011, 24, 880-888.
- [16] PN–90/A–75101/04. Przetwory owocowe i warzywne – Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych – Oznaczanie kwasowości ogólnej.

- [17] PN-EN 12143:2000. Soki owocowe i warzywne – Oznaczanie zawartości substancji rozpuszczalnych metodą refraktometryczną.
- [18] Rupasinghe V.H.P., Arumuggam N., Amararathna M., De Silva A.B.K.H.: The potential health benefits of haskap (*Lonicera caerulea* L.): Role of cyanidin-3-O-glucoside. *J. Funct. Foods*, 2018, 44, 24-39.
- [19] Sidor A., Framza-Michałowska A.: Black chokeberry *Aronia Melanocarpa* L.—a qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. *Molecules*, 2019, 24, #3710.
- [20] Sielicka M., Sady S., Błaszczuk A., Lewandowska N., Łosiewska A., Kulpa M.: Porównanie wybranych wyróżników jakościowych pasteryzowanych soków z aronii czarnoowocowej. W: Słupski J., Tarko T., Drożdż I. (red.). *Składniki bioaktywne surowców i produktów roślinnych*. Oddział Małopolski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków, ss 46-57.
- [21] Szajdek A., Dąbkowska E., Borowska E.J.: Wpływ obróbki enzymatycznej miazgi owoców jagodowych na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą soku. *Żywność. Nauka, Technologia. Jakość*, 2006, 4(49), 59-67
- [22] Tolić M-T., Krbavčić I.P., Vujević P., Milinović B., Jurčević I.L., Vahčić N.: Effects of weather conditions on phenolic content and antioxidant capacity in juice of chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.). *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 2017, 67 (1), 67-74.
- [23] Yuan B., Dano M. G. C., Lu M., Weier S. A., Stratton J. E., Weller C.: High pressure processing (HPP) of aronia berry puree: Pilot scale processing and a shelf-life study. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2018, 47, 241-248.

THE EFFECT OF STORAGE TIME ON SELECTED QUALITY CHARACTERISTICS OF MIXED JUICES MADE FROM BLACK CHOKEBERRY AND HONEYSUCKLE BERRY

S u m m a r y

Background. Consumer awareness of a healthy lifestyle is gradually growing. Fruits are a rich source of health-promoting anthocyanins or polyphenols. The aim of the research was to determine the effect of the storage time of mixed juices made from black chokeberry and honeysuckle berry on selected quality characteristics. In this study, it was hypothesized that the storage time of mixed juices would be a factor affecting the content of polyphenols, anthocyanins and color. The test material included black chokeberry and honeysuckle berry juices and mixed juices with a share of juices in the range of 10 ÷ 90 %.

Results and conclusions. The honeysuckle berry juice proved to be a more valuable source of polyphenols and anthocyanins (308.3 and 234.5 mg/100 cm³) than the chokeberry juice (229.9 mg and 122.2 mg/100 cm³). Similarly, the mixed juices with a higher share of honeysuckle berry juice were characterized by a higher content of these compounds, and consequently, a potentially higher health-promoting value. The highest value of L*, a* and b* was found in the 100 % black chokeberry sample. For storage, it was demonstrated that the most intense degradation changes in the bioactive components took place in the first month, whereas in the later period, the rate of changes in these compounds was lower. The one-month storage resulted in a decrease in the content of polyphenols by 12.1 ÷ 14.2 % and anthocyanins by 19.7 ÷ 33.5 %, depending on the juice variant. In the case of color, it was observed that extending the storage time had a significant effect on the brightening of the tested products, as well as on changes in the values of the a* and b*.

Key words: polyphenols, anthocyanins, bioactive compounds, black chokeberry, honeysuckle berry 