

KAROLINA MŁYNARCZYK, DOROTA WALKOWIAK-TOMCZAK

Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW ZABIEGÓW TECHNOLOGICZNYCH I POCHODZENIA SUROWCA NA AKTYWNOŚĆ PRZECIWTLENIAJĄCĄ I WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE SOKU Z BZU CZARNEGO

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL TREATMENTS
AND ORIGIN OF RAW MATERIAL ON THE ANTI-OXIDATIVE ACTIVITY
AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF ELDERBERRY JUICE

Abstrakt

Wstęp. Soki owocowe stanowią cenne źródło związków biologicznie czynnych. Surowiec, jakim są owoce bzu czarnego, charakteryzuje się szczególnie dużą zawartością związków fenolowych, zwłaszcza antocyjanów, co wpływa na czerwono-purpurową barwę owoców i ich dużą aktywność przeciwutleniającą. Dobór odpowiednich warunków obróbki wstępnej owoców może kształtować właściwości prozdrowotne otrzymanego soku. Celem pracy była ocena aktywności przeciwutleniającej oraz właściwości fizyczno-chemicznych soków z bzu czarnego różniących się pochodzeniem i odmianą owoców, z których je wytworzono, oraz różnymi warunkami tłoczenia i utrwalania (soki pasteryzowane i niepasteryzowane).

Material i metody. Soki otrzymano z owoców dzikiego bzu czarnego (D1, D2, D3) oraz z owoców odmian pochodzących z plantacji: 'Sampo', 'Haschberg', 'Samyl'. Soki przygotowano w czterech wariantach: metodą tłoczenia na zimno, metodą tłoczenia na ciepło (60°C, 1 min) oraz pasteryzowane (90°C, 5 min) i niepasteryzowane. W sokach zmierzono spektrofotometrycznie aktywność przeciwutleniającą z wykorzystaniem rodnika ABTS, ogólną zawartość polifenoli z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu, ogólną zawartość antocyjanów metodą różnicową oraz parametry barwy w systemie CIE L*a*b*.

Wyniki. Soki tłoczone na ciepło odznaczały się większą aktywnością przeciwutleniającą z oraz większą zawartością badanych związków bioaktywnych aniżeli soki tłoczone na zimno. Proces pasteryzacji nie spowodował pogorszenia właściwości bioaktywnych analizowanych soków. Ponadto obróbka termiczna owoców poprzedzająca tłoczenie soku wpłynęła na spadek wartości parametrów barwy L*, a*, b* oraz C* i h°, co oznacza, że soki otrzymane metodą tłoczenia na ciepło charakteryzowały się m.in. ciemniejszą barwą o bardziej fioletowym odcieniu. Biorąc pod

uwagę pochodzenie i odmianę owoców, najbardziej wartościowe i pożądane pod względem badanych właściwości okazały się soki otrzymane z owoców odmiany ‘Haschberg’ z plantacji towarowej.

Wnioski. Obróbka termiczna owoców bzu czarnego przed tłoczeniem wpłynęła na poprawę jakości otrzymanego soku, a pasteryzacja soków nie spowodowała pogorszenia badanych właściwości.

Słowa kluczowe: bez czarny, sok, aktywność przeciwutleniająca, polifenole, antocyjany, barwa

Wstęp

Soki to produkty otrzymywane w wyniku tłoczenia lub mechanicznego przetarcia zdrowych i dojrzałych, świeżych lub przechowywanych owoców bądź warzyw. Soki nie mogą zawierać dodatku barwników ani konserwantów, jak również aromatów innych niż występujące w tych owocach lub w tych warzywach, z których je wyprodukowano (Dyrektywa..., 2012; Jarczyk i Płocharski, 2010). Skład chemiczny soków jest uzależniony m.in. od surowca i metody produkcji. Dużą aktywnością przeciwutleniającą odznaczają się soki z granatów, żurawiny, innych owoców jagodowych oraz buraków ćwikłowych (Wootton-Beard i Ryan, 2011). Soki z owoców jagodowych otrzymuje się najczęściej poprzez rozparzanie owoców, jak również przez obróbkę pektynolityczną miazgi. Soki owocowe podczas przetwarzania są poddawane różnym zabiegom termicznym z wykorzystaniem temperatur przeważnie niższych niż 100°C, jednak takie warunki mogą prowadzić do degradacji antocyjanów oraz pogorszenia jakości produktu finalnego (Boranbayeva i in., 2014; Oszmiański i Wojdyło, 2005).

Owoce bzu czarnego (*Sambucus nigra* L.) są bogatym źródłem związków fenolowych (m.in. kwasów hydroksycynamonowych, rutyny, kwercetyny), a zwłaszcza antocyjanów, głównie cyjanidyno-3-glukozydu i cyjanidyno-3-sambubiozydu (Kaack i in., 2008; Lee i Finn, 2007). Dzięki zawartości wielu związków bioaktywnych owoce bzu czarnego wykazują działanie prozdrowotne – są pomocne w zwalczaniu wielu dolegliwości i chorób i z tego względu, jak również dzięki walorom sensorycznym, znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym (Espín i in., 2000; Stintzing i in., 2002).

Celem niniejszej pracy była ocena aktywności przeciwutleniającej oraz właściwości fizyczno-chemicznych soków z bzu czarnego różniących się pochodzeniem i odmianą owoców, z których je wytworzono, oraz warunkami technologicznymi, obejmującymi obróbkę wstępną miazgi i utrwalanie soku.

Material i metody

Przedmiotem badań były soki z owoców bzu czarnego zebranych w sierpniu 2015 roku w stadium pełnej dojrzałości – zarówno ze stanu naturalnego (owoce dzikiego bzu czarnego), jak i z plantacji. Owoce dzikiego bzu zebrano z trzech różnych stanowisk na terenie Poznania (D1, D2, D3). Owoce z plantacji należały do trzech odmian uprawnych: ‘Sampo’, ‘Haschberg’ i ‘Samyl’. Soki przygotowano metodą tłoczenia na zimno oraz na

ciepło. Przed tłoczeniem owoce przebrano, odszypułkowano i rozdrobniono za pomocą urządzenia Thermomix w temperaturze otoczenia (metoda na zimno) lub ogrzewając je przez 1 min w temperaturze 60°C (metoda na ciepło), a następnie tłoczono sok z użyciem prasy hydraulicznej firmy Tako. Otrzymane soki podzielono na dwie części, z których jedną poddano pasteryzacji (temp. 90°C, 5 min). Uzyskano w ten sposób cztery warianty soków: tłoczone na zimno, tłoczone na ciepło oraz pasteryzowane i niepasteryzowane, które przechowywano w warunkach zamrażalniczych do czasu wykonania analiz. Przed badaniem soki rozmrożono i odwirowano w wirówce MPW-250 (12 tys. obr/min, 10 min). W sokach oznaczono poziom aktywności przeciwutleniającej, zawartość polifenoli ogółem, zawartość antocyjanów ogółem oraz dokonano instrumentalnego pomiaru parametrów barwy.

Aktywność przeciwutleniającą oznaczono metodą spektrofotometryczną, wykorzystując kationorodnik ABTS (2,2'-azynobis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian)). Absorbancję (734 nm) zmierzono, wykorzystując spektrofotometr Helios Alpha firmy Thermo Electron Corporation. Uzyskane wyniki wyrażono w mikromolach Troloxu na 1 g soku (Re i in., 1999).

Zawartość polifenoli ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika Folina-Ciocalteu, mierząc absorbancję (765 nm) na spektrofotometrze Helios Epsilon firmy Thermo Fisher Scientific. Wyniki wyrażono w miligramach kwasu chlorogenowego na 100 g soku (Singleton i Rossi, 1965).

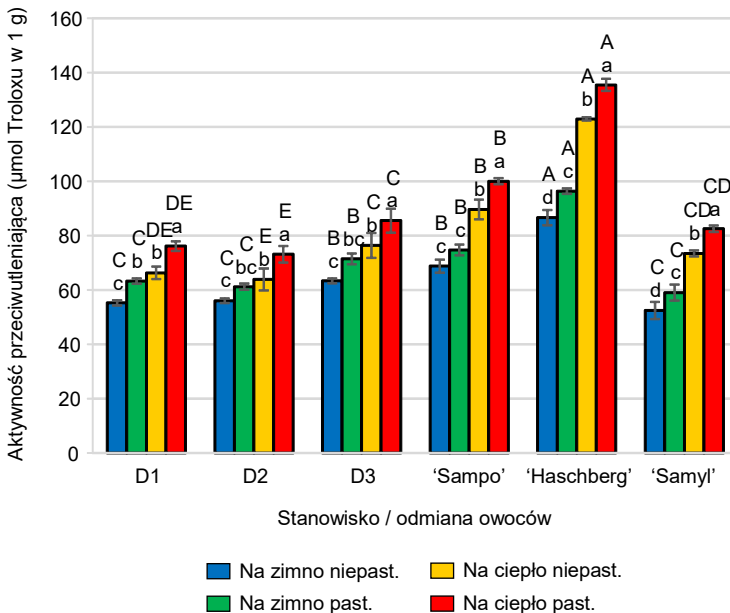
Zawartość antocyjanów ogółem oznaczono spektrofotometrycznie tzw. metodą różnicową. Absorbancję mierzono przy długości fali 515 i 700 nm za pomocą spektrofotometru Helios Epsilon firmy Thermo Fisher Scientific. Otrzymane wyniki przedstawiono w miligramach cyjanidyno-3-glukozydu na 100 g soku (Giusti i Wrolstad, 2001).

Barwę mierzono w systemie CIE $L^*a^*b^*$, w świetle przepuszczonym, przy źródle światła D65, kącie obserwacji 10°, w kuwecie o grubości warstwy optycznej 2 mm, w spektrofotetrze Konica Minolta CM-3600d. System CIE $L^*a^*b^*$ opiera się na składowych barwy X, Y, Z, na podstawie których obliczane są pozostałe współrzędne układu. Parametr L^* określa jasność barwy, przyjmuje wartości od 0 (absolutna czerń) do 100% (absolutna biel). Parametry a^* i b^* wyrażają chromatyczność barwy. Parametr a^* przyjmuje wartości dodatnie dla barwy czerwonej, a ujemne dla barwy zielonej, natomiast parametr b^* przyjmuje wartości dodatnie dla barwy żółtej, ujemne zaś dla barwy niebieskiej. Parametr C^* służy do określenia stopnia nasycenia barwy, a parametr h° wyraża kąt tonu barwy (0–360°) (Hutchings, red., 1994; Pastuszek, 2000).

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań stanowią wartości średnie z trzech powtórzeń. Wyniki te poddano dwuczynnikowej analizie wariancji ANOVA oraz testowi Post-hoc HSD Tukeya w programie Statistica 12.5 w celu określenia istotności ($p < 0,05$) wpływu zastosowanych zabiegów technologicznych oraz pochodzenia i odmiany owoców na badane parametry soków. Ponadto określono korelację między aktywnością przeciwutleniającą a zawartością polifenoli i antocyjanów w badanych sokach za pomocą współczynnika korelacji Pearsona w programie MS Excel 2016.

Wyniki i dyskusja

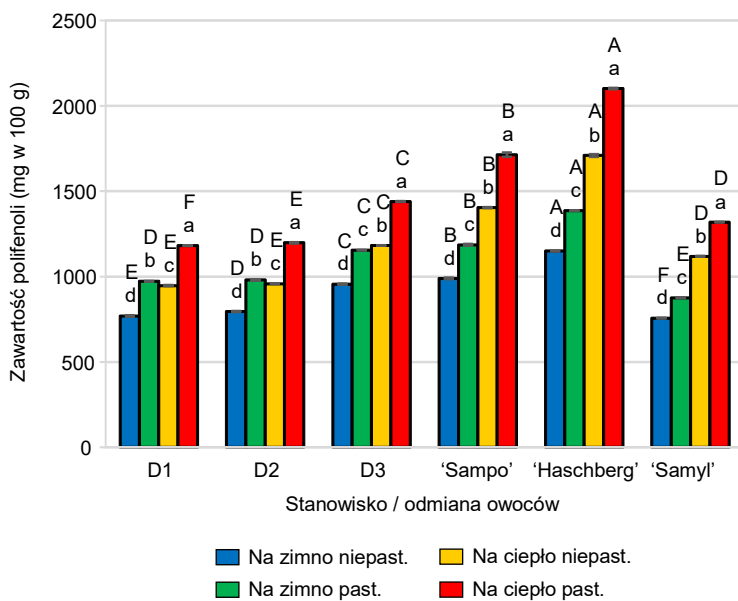
Soki otrzymane metodą tłoczenia na ciepło odznaczały się istotnie większą ($p < 0,05$) aktywnością przeciwutleniającą niż soki przygotowane na zimno (rys. 1). Średni poziom aktywności przeciwutleniającej soków pasteryzowanych, niezależnie od rodzaju obróbki wstępnej miazgi owocowej przed tłoczeniem, również był wyższy niż soków niepasteryzowanych i różnice pod tym względem były przeważnie istotne statystycznie. Największą zdolnością wygaszania wolnego rodnika wyróżniały się soki otrzymane z owoców odmiany ‘Haschberg’ (86,7–135,5 μmol Troloxu na 1 g soku). W pracy Borowskiej i in. (2009) uzyskano podobne wyniki dotyczące wpływu obróbki wstępnej dojrzałych owoców aronii (obróbka termiczna – 85°C, 5 min, jak również enzymatyczna) na aktywność przeciwutleniającą (w stosunku do rodników DPPH i OH) uzyskanych soków. W badaniach nad sokami z żurawiny i truskawki również wykazano większą aktywność przeciwutleniającą (w stosunku do rodnika DPPH) soków tłoczonych na gorąco (85°C, 5 min) w porównaniu z tłoczonymi na zimno, natomiast pasteryzacja soków w temperaturze 100°C przez 10 min, w obu wariantach, spowodowała pogorszenie ich zdolności przeciwutleniającej (Narwojsz i Borowska, 2010). W sokach handlowych



Rys. 1. Aktywność przeciwutleniająca soków z owoców bzu czarnego w zależności od warunków ich tłoczenia i utrwalania; D1, D2, D3 – stanowiska dzikiego bzu czarnego, ‘Sampo’, ‘Haschberg’, ‘Samyl’ – odmiany uprawne z plantacji towarowej; niepast. – niepasteryzowany, past. – pasteryzowany; a, b, c, d – różnice między średnimi w obrębie danego stanowiska/odmiany istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$, A, B, C, D, E – różnice między średnimi w ramach serii pomiędzy stanowiskami/odmianami istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$

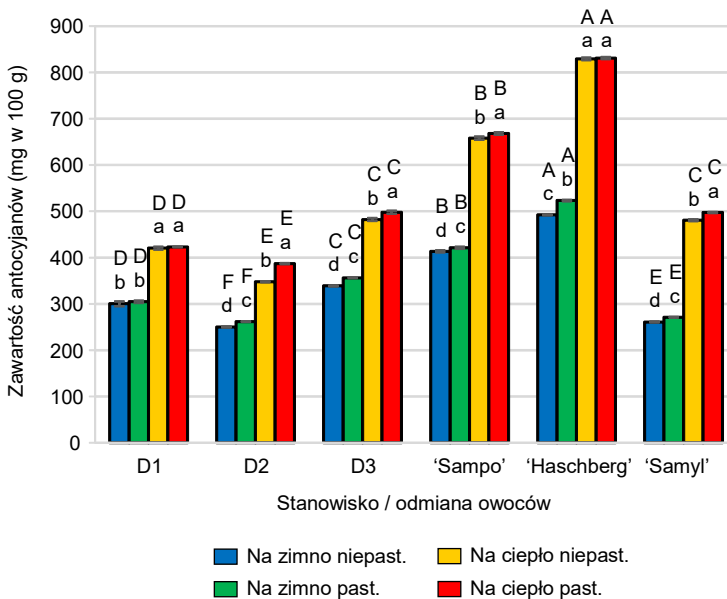
z bzu czarnego aktywność przeciwutleniająca (w stosunku do rodnika ABTS) była na znacznie niższym poziomie i wynosiła 27–53 μmol Troloxu na 1 g soku (Młynarczyk i Walkowiak-Tomczak, 2016).

Zawartość polifenoli ogółem w sokach tłoczonych na ciepło była istotnie większa ($p < 0,05$) niż w sokach tłoczonych na zimno (rys. 2). Podobnie w sokach pasteryzowanych zawartość polifenoli była większa niż w niepasteryzowanych i różnice te były w każdym przypadku statystycznie istotne. Największe ilości tych związków zaobserwowano w sokach otrzymanych z owoców odmiany ‘Haschberg’. Według Borowskiej i in. (2009) soki z aronii uzyskane w następstwie podgrzania miazgi oraz dodania enzymów zawierały również więcej związków polifenolowych ogółem aniżeli soki tłoczone z pominięciem obróbki wstępnej. W sokach z żurawiny i truskawki uzyskanych w następstwie obróbki termicznej miazgi także stwierdzono istotnie większe ilości tych związków niż w sokach przygotowanych na zimno, niemniej jednak soki pasteryzowane charakteryzowały się słabszym średnim stężeniem polifenoli ogółem niż soki niepasteryzowane (Narwojsz i Borowska, 2010). Co więcej, w niniejszej pracy soki z owoców odmiany ‘Samyl’, jak i z dzikiego bzu czarnego (D1, D2, D3) cechowały się podobnym poziomem związków fenolowych i wyniki te są zbliżone z uzyskanymi przez Pliszkę i in. (2005).



Rys. 2. Zawartość polifenoli ogółem w sokach z owoców bzu czarnego w zależności od warunków ich tłoczenia i utrwalania; D1, D2, D3 – stanowiska dzikiego bzu czarnego, ‘Sampo’, ‘Haschberg’, ‘Samyl’ – odmiany uprawne z plantacji towarowej; niepast. – niepasteryzowany, past. – pasteryzowany; a, b, c, d – różnice między średnimi w obrębie danego stanowiska/odmiany istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$, A, B, C, D, E, F – różnice między średnimi w ramach serii pomiędzy stanowiskami/odmianami istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$

Obróbka termiczna miazgi owoców bzu czarnego (tłoczenie na ciepło) wpłynęła na znacznie większą niż w sokach tłoczonych na zimno ekstrakcję antocyjanów do otrzymanego soku (rys. 3). Soki pasteryzowane i niepasteryzowane charakteryzowały się przeważnie zbliżoną zawartością tych związków. Proces termicznego utrwalania soku (pasteryzacji) nie wpłynął na zmniejszenie się ich zawartości, a w większości przypadków spowodował ich wzrost. Największe stężenie antocyjanów stwierdzono w sokach z owoców odmiany ‘Haschberg’ (492–831 mg w 100 g). Kaack (1997) oraz Kaack i Austed (1998), analizując dojrzałe owoce kilkunastu odmian bzu czarnego, wykazali, iż owoce odmiany ‘Haschberg’ należały do tych o najmniejszej zawartości antocyjanów (odpowiednio 529 i 664 mg w 100 g s.m.), w owocach zaś odmian ‘Sampo’ (877 i 1816 mg) i ‘Samił’ (846 i 1634 mg) odnotowano bardzo duże stężenia tych związków. Tak znaczne różnice w zawartości antocyjanów w badanych odmianach bzu czarnego można tłumaczyć zarówno zastosowaną różną metodą ekstrakcji i pomiaru antocyjanów, jak i zmiennością surowca, uwarunkowaną miejscem (kraj pochodzenia) i czasem zbioru (rok zbiorów) oraz warunkami klimatycznymi w okresie wegetacyjnym. Ponadto w pracy Kaacka i in. (2008) stwierdzono, że zawartość antocyjanów (metoda LC-MS) w sokach z bzu czarnego po obróbce enzymatycznej wynosiła 447–1240 mg w 100 ml



Rys. 3. Zawartość antocyjanów ogółem w sokach z owoców bzu czarnego w zależności od warunków ich tłoczenia i utrwalania; D1, D2, D3 – stanowiska dzikiego bzu czarnego, ‘Sampo’, ‘Haschberg’, ‘Samił’ – odmiany uprawne z plantacji towarowej; niepast. – niepasteryzowany, past. – pasteryzowany; a, b, c, d – różnice między średnimi w obrębie danego stanowiska/odmiany istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$, A, B, C, D, E, F – różnice między średnimi w ramach serii pomiędzy stanowiskami/odmianami istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$

soku, a w sokach uzyskanych bez zastosowania enzymów – 738–2820 mg. W sokach z aronii zawartość antocyjanów mierzona spektrofotometrycznie była istotnie większa niż w próbach kontrolnych dzięki zastosowaniu obróbki termicznej i enzymatycznej owoców (Borowska i in., 2009). Zdaniem Narwojsz i Borowskiej (2010) obróbka termiczna owoców żurawiny wpłynęła na zwiększenie zawartości antocyjanów (metoda spektrofotometryczna) w sokach, jednakże poddanie ich procesowi pasteryzacji przyczyniło się do ich spadku.

Ponadto stwierdzono, iż pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą a zawartością polifenoli i antocyjanów w badanych sokach we wszystkich wariantach występuje silna korelacja na poziomie 0,93–0,97.

Wartości parametrów barwy przedstawiono w tabeli 1. Parametr L^* charakteryzował się małymi wartościami, w zakresie 0,3–6,5, co wskazuje na bardzo ciemną barwę soków. Zastosowanie obróbki termicznej owoców wpłynęło na zmniejszenie wartości parametru L^* , a więc na jeszcze ciemniejszą barwę otrzymanych soków. O ciemnej barwie świadczą również bardzo małe wartości składowych X, Y, Z, a zwłaszcza Z: w każdym przypadku wynosiły one 0,0. Soki tłoczone na ciepło charakteryzowały się także mniejszymi wartościami parametrów a^* , b^* i C^* . Wartości parametru h° (kąt tonu barwy) wynosiły od 12,1 do 18,1°, co wskazuje na fioletowo-czerwone odcienie barwy soków. W sokach przygotowanych z zastosowaniem obróbki termicznej owoców stwierdzono mniejsze wartości parametru h° niż w sokach tłoczonych na zimno, zatem soki tłoczone na ciepło odznaczały się bardziej fioletowym odcieniem barwy, soki zaś tłoczone na zimno – bardziej czerwonym. Różnice między sokami wynikające z obróbki wstępnej owoców były istotne statystycznie dla wszystkich parametrów barwy, natomiast nie zaobserwowano istotnych różnic między sokami pasteryzowanymi a niepasteryzowanymi. Najciemniejszą barwą oraz odcieniem najbardziej zbliżonym do fioletowego charakteryzowały się soki uzyskane z owoców odmiany 'Haschberg'. W pracy Casati i in. (2015) wartości parametru L^* dla miazgi z owoców bzu czarnego były znacznie większe i wraz ze wzrostem temperatury miazgi do 70, 80 i 90°C wartość początkowa L^* równa 22,28 zmieniała się odpowiednio do 29,81, 29,69 i 33,62, a zatem podgrzana miazga cechowała się jaśniejszą barwą. Wartość a^* zmniejszyła się pod wpływem ogrzewania (41,96–23,61), podobnie jak w niniejszej pracy. Wartość b^* wskutek podgrzania miazgi do 70°C zmniejszyła się, ale w miarę wzrostu temperatury do 80 i 90°C stopniowo się zwiększała. Kąt tonu barwy (h°) zmieniał się od wartości początkowej 15,66 do 26,04°, co wskazuje, iż w wyniku wzrostu temperatury miazgi odcień barwy zmieniał się w kierunku czerwono-pomarańczowego.

W badaniach dotyczących soków handlowych z bzu czarnego jasność barwy L^* była na poziomie 2,60–8,39, wartość a^* mieściła się w przedziale od 0,32 do 9,37, wartość b^* – od –0,31 do 3,30, wartość h° zaś wynosiła 12,83–19,37° i 319,27–347,31°, co świadczy o dużym zróżnicowaniu wartości parametrów barwy soków, jednakże nie wiadomo, jakimi metodami analizowane soki handlowe zostały otrzymane i ile czasu upłynęło od momentu produkcji do ich analizy (Młynarczyk i in., 2016).

Tabela 1. Wartości parametrów barwy soków z owoców bzu czarnego w zależności od warunków ich tłoczenia i utrwalania

Stanowisko / odmiana owoców	Warunki tłoczenia i utrwalania soku	Parametr							
		L*	a*	b*	C*	h°	X	Y	Z
D1	Na zimno niepast.	2,69	17,72	4,60	18,31	14,55	0,71	0,30	0,00
	Na zimno past.	2,33	15,57	4,00	16,08	14,43	0,62	0,26	0,00
	Na ciepło niepast.	0,90	6,03	1,51	6,22	14,02	0,24	0,10	0,00
	Na ciepło past.	0,99	6,82	1,66	7,02	13,68	0,27	0,11	0,00
D2	Na zimno niepast.	6,54	34,21	11,20	36,00	18,12	1,72	0,72	0,00
	Na zimno past.	6,19	33,56	10,63	35,20	17,58	1,64	0,69	0,00
	Na ciepło niepast.	2,85	19,27	4,85	19,87	14,13	0,77	0,32	0,00
	Na ciepło past.	1,91	12,91	3,25	13,31	14,14	0,51	0,21	0,00
D3	Na zimno niepast.	2,57	17,40	4,40	17,95	14,17	0,70	0,28	0,00
	Na zimno past.	2,70	18,28	4,58	18,85	14,05	0,73	0,30	0,01
	Na ciepło niepast.	1,16	7,99	1,94	8,23	13,66	0,32	0,13	0,00
	Na ciepło past.	1,19	8,18	1,96	8,41	13,48	0,32	0,13	0,01
‘Sampo’	Na zimno niepast.	2,24	15,42	3,80	15,89	13,84	0,61	0,25	0,01
	Na zimno past.	2,05	13,95	3,44	14,37	13,85	0,56	0,23	0,01
	Na ciepło niepast.	0,54	3,68	0,87	3,78	13,33	0,15	0,06	0,00
	Na ciepło past.	0,47	3,08	0,76	3,17	13,92	0,12	0,05	0,00
‘Haschberg’	Na zimno niepast.	1,72	11,97	2,90	12,32	13,61	0,47	0,19	0,00
	Na zimno past.	1,58	11,07	2,70	11,39	13,73	0,44	0,18	0,00
	Na ciepło niepast.	0,32	2,20	0,47	2,25	12,05	0,09	0,04	0,00
	Na ciepło past.	0,28	1,77	0,43	1,82	13,65	0,07	0,03	0,00
‘Samyl’	Na zimno niepast.	6,28	34,23	10,79	35,90	17,50	1,68	0,69	0,00
	Na zimno past.	6,32	34,22	10,83	35,89	17,57	1,68	0,70	0,01
	Na ciepło niepast.	1,70	11,82	2,87	12,16	13,62	0,47	0,19	0,00
	Na ciepło past.	1,25	8,61	2,14	8,88	13,94	0,34	0,14	0,00
Średnia	Na zimno niepast.	3,67	21,83	6,28	22,73	15,30	0,98	0,41	0,00
		a	a	a	a	a	a	a	a
	Na zimno past.	3,53	21,11	6,03	21,96	15,20	0,94	0,39	0,00
		a	a	a	a	a	a	a	a
	Na ciepło niepast.	1,24	8,50	2,08	8,75	13,47	0,34	0,14	0,00
	b	b	b	b	b	b	b	a	
	Na ciepło past.	1,01	6,90	1,70	7,10	13,80	0,27	0,11	0,00
	b	b	b	b	b	b	b	a	

D1, D2, D3 – stanowiska dzikiego bzu czarnego, ‘Sampo’, ‘Haschberg’, ‘Samyl’ – odmiany uprawne z plantacji towarowej.

niepast. – niepasteryzowany, past. – pasteryzowany.

a, b – różnice między średnimi w kolumnach istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Podsumowanie

Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, iż soki z owoców bzu czarnego tłoczone na ciepło wykazywały większą aktywność przeciwutleniającą oraz ogólną zawartość polifenoli i antocyjanów niż soki tłoczone na zimno. Obróbka termiczna miazgi poprzedzająca tłoczenie soku spowodowała prawdopodobnie większą dezintegrację tkanki owoców i tym samym większe wydobycie badanych związków bioaktywnych. W wyniku pasteryzacji soków, bez względu na rodzaj obróbki wstępnej miazgi owoców (tłoczenie na zimno lub na ciepło), również nastąpił wzrost wartości badanych parametrów charakteryzujących właściwości bioaktywne (aktywność przeciwutleniająca, zawartość polifenoli i antocyjanów), jednak różnice między sokami pasteryzowanymi a niepasteryzowanymi nie zawsze były statystycznie istotne. Ponadto soki otrzymane metodą tłoczenia na ciepło charakteryzowały się ciemniejszą i bardziej fioletową barwą aniżeli soki tłoczone na zimno. Biorąc pod uwagę pochodzenie i odmianę owoców bzu czarnego, najbardziej wartościowe pod względem badanych właściwości bioaktywnych i fizyczno-chemicznych okazały się soki przygotowane z owoców odmiany uprawnej 'Haschberg', pochodzącej z plantacji towarowej.

Literatura

- Boranbayeva, T., Karadeniz, F., Yilmaz, E. (2014). Effect of storage on anthocyanin degradation in black mulberry juice and concentrates. *Food Bioprocess Technol.*, 7, 7, 1894–1902. <https://dx.doi.org/10.1007/s11947-014-1296-8>
- Borowska, E. J., Szajdek, A., Czaplicki, S. (2009). Effect of heat and enzyme treatment on yield, phenolic content and antioxidant capacity of juices from chokeberry mash. *Ital. J. Food Sci.*, 21, 2, 197–209.
- Casati, C. B., Baeza, R., Sanchez, V., Catalano, A., López, P., Zamora, M. C. (2015). Thermal degradation kinetics of monomeric anthocyanins, colour changes and storage effect in elderberry juices. *J. Berry Res.*, 5, 1, 29–39. <http://dx.doi.org/10.3233/JBR-150088>
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/12/UE z dnia 19 kwietnia 2012 r. zmieniająca dyrektywę Rady 2001/112/WE odnoszącą się do soków owocowych i niektórych podobnych produktów przeznaczonych do spożycia przez ludzi. (2012). *Dz.U. UE*, L, 115, 1–11.
- Espín, J. K., Soler-Rivas, C., Wichers, H. J., García-Viguera, C. (2000). Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 5, 1588–1592. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9911390>
- Giusti, M. M., Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. W: R. E. Wrolstad (red.), *Current protocols in food analytical chemistry (unit F1.2)*. New York: Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Hutchings, J. B. (red.). (1994). *Food colour and appearance*. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Jarczyk, A., Płocharski, W. (2010). Produkcja soków, nektarów i napojów z owoców i warzyw. W: A. Jarczyk, W. Płocharski, *Technologia produktów owocowych i warzywnych*. T. 1 (s. 270–352). Skierniewice: Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna im. Szczepana Pięiążka w Skierniewicach.
- Kaack, K. (1997). 'Sampo' and 'Samdal', elderberry cultivars for juice concentrates. *Fruit Var. J.*, 51, 1, 28–31.

Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D. (2017). Wpływ zabiegów technologicznych i pochodzenia surowca na aktywność przeciwutleniającą i właściwości fizyczno-chemiczne soku z bzu czarnego. *Nauka Przyr. Technol.*, 11, 4, 385–395. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00219>

- Kaack, K., Austed, T. (1998). Interaction of vitamin C and flavonoids in elderberry (*Sambucus nigra* L.) during juice processing. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 52, 3, 187–198. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008069422202>
- Kaack, K., Fretté, X. C., Christensen, L. P., Landbo, A.-K., Meyer, A. S. (2008). Selection of elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes best suited for the preparation of juice. *Eur. Food Res. Technol.*, 226, 4, 843–855. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-007-0605-0>
- Lee, J., Finn, Ch. E. (2007). Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 14, 2665–2675. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.3029>
- Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D. (2016). Właściwości przeciwutleniające handlowych soków z owoców bzu czarnego. W: T. Cłapa, E. M. Szymański (red.), *Nauka dla środowiska. T. II* (s. 38–47). Zgorzelec: Górnołużyckie Stowarzyszenie Stowarzyszenie Pszczelarzy.
- Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Siwińska, K., Kidoń, M., Radziejewska-Kubzdela, E., Biegańska-Marecik, R. (2016). Porównanie wybranych właściwości soków i dżemów z owoców bzu czarnego. W: D. Piasecka-Kwiatkowska, R. Cegielska-Radziejewska (red.), *Współczesne trendy w kształtowaniu jakości żywności* (s. 67–76). Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.
- Narwojsz, A., Borowska, E. J. (2010). Cranberry and strawberry juices – influence of method production on antioxidants content and antioxidative capacity. *Pol. J. Nat. Sci.*, 25, 2, 209–214. <http://dx.doi.org/10.2478/v10020-010-0018-6>
- Oszmiański, J., Wojdyło, A. (2005). *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.*, 221, 6, 809–813. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5>
- Pastuszek, W. (2000). *Barwa w grafice komputerowej*. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.
- Pliszka, B., Ważbińska, J., Puczel, U., Huszcza-Ciołkowska, G. (2005). Biologicznie czynne związki polifenolowe zawarte w owocach różnych odmian hodowlanych i dziko rosnącego bzu czarnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 507, 443–449.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 26, 9–10, 1231–1237. [http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 3, 144–158.
- Stintzing, F. C., Stintzing, A. S., Carle, R., Frei, B., Wrolstad, R. E. (2002). Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 21, 6172–6181. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0204811>
- Wootton-Beard, P. C., Ryan, L. (2011). Improving public health? The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Res. Int.*, 44, 10, 3135–3148. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.015>

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL TREATMENTS AND ORIGIN OF RAW MATERIAL ON THE ANTI-OXIDATIVE ACTIVITY AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF ELDERBERRY JUICE

Abstract

Background. Fruit juices provide numerous bioactive compounds. Elderberry fruits are red and purple due to particularly high content of phenolic compounds, especially anthocyanins, which is also manifested by their high anti-oxidative activity. The selection of adequate fruit pre-treatment conditions may affect the health-promoting properties of juice. The aim of this study was to evaluate the anti-oxidative activity and physicochemical properties of elderberry juices according to

the fruit origin and cultivar as well as different conditions of juice processing and preservation (with or without pasteurisation).

Material and methods. Juices were made from wild elderberry fruits (D1, D2, D3) and from ‘Sampo’, ‘Haschberg’ and ‘Samyl’ cultivars grown at plantations. Four variants of juices were prepared: cold-pressed, hot-pressed (60°C, 1 min), pasteurised (90°C, 5 min) and unpasteurised. The juices were subjected to spectrophotometric measurements of the anti-oxidative activity using the ABTS radical, the total phenolic content – using the Folin-Ciocalteu reagent, and the total anthocyanins content – using the differential method. The colour parameters were measured in the CIE L*a*b* system.

Results. The hot-pressed juices exhibited higher anti-oxidative activity and had higher total content of bioactive compounds than the cold-pressed juices. Pasteurisation did not deteriorate the bioactive properties of the elderberry juices. Apart from that, the thermal treatment of fruits before pressing decreased the values of colour parameters L*, a*, b*, C* and h°. This means that hot-pressed juices were darker, with a more purple hue. As far as the origin and cultivar of the fruit are concerned, the juices pressed from a commercial plantation of ‘Haschberg’ elderberries were the most valuable in terms of the properties under analysis.

Conclusions. The thermal treatment of elderberry fruits before pressing improved the juice quality, whereas pasteurisation did not deteriorate the properties under study.

Keywords: elderberry, juice, anti-oxidative activity, polyphenols, anthocyanins, colour

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Karolina Młynarczyk, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: mlynk@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

19.10.2017

Do cytowania – For citation:

*Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D. (2017). Wpływ zabiegów technologicznych i pochodzenia surowca na aktywność przeciwutleniającą i właściwości fizyczno-chemiczne soku z bzu czarnego. *Nauka Przym. Technol.*, 11, 4, 385–395. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00219>*