

MACIEJ BILEK, KINGA STAWARCZYK, ŁUKASZ ŁUCZAJ, EWA CIEŚLIK

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH I ANIONÓW NIEORGANICZNYCH W SOKACH DRZEWNYCH Z TERENU PODKARPACIA

Streszczenie

Analizowano soki drzewne ośmiu gatunków drzew z Podkarpacia: brzozy zwisłej (brodawkowatej) – *Betula pendula* Ehrh., brzozy omszonej – *Betula pubescens* Ehrh., grabu pospolitego – *Carpinus betulus* L., klonu zwyczajnego – *Acer platanoides* L., klonu jawora – *Acer pseudoplatanus* L., klonu polnego – *Acer campestre* L., klonu jesionolistnego – *Acer negundo* L. i klonu srebrzystego – *Acer saccharinum* L. Określono zawartość anionów nieorganicznych: chlorków, azotanów(V), siarczanów(VI) oraz fosforanów(V), a także składników mineralnych: miedzi, cynku, wapnia, magnezu, sodu i potasu. Największą średnią zawartość chlorków ($32,68 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i siarczanów ($21,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) oznaczono w sokach grabowych, a magnezu ($18,96 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i wapnia ($30,52 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) w sokach z klonu polnego. W sokach z klonu jesionolistnego stwierdzono największą średnią zawartość fosforanów ($114,53 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), miedzi ($1,45 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i azotanów ($25,99 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), a w soku z brzozy zwisłej – cynku ($1,85 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i sodu ($0,59 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Soki z klonu zwyczajnego odznaczały się z kolei największą średnią zawartością potasu ($82,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Otrzymane wyniki zestawiono z obowiązującymi w Polsce normami żywieniowymi. Wskazują one, że soki drzewne mogą być wartościowym źródłem składników mineralnych, szczególnie miedzi i cynku, w mniejszym stopniu wapnia, magnezu i fosforu. Jednocześnie stwierdzono znikome zagrożenie ze strony składników potencjalnie niekorzystnych dla ludzkiego zdrowia, tzn. anionów nieorganicznych: azotanów(V) i siarczanów(VI) oraz sodu.

Słowa kluczowe: soki drzewne, aniony nieorganiczne, składniki mineralne, normy żywieniowe

Dr M. Bilek, Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, mgr K. Stawarczyk, dr hab. Ł. Łuczaj, Pozawydziałowy Zamiejscowy Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski, Werynia 502, 36-100 Kolbuszowa, prof. dr hab. inż. E. Cieślik, Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków. Kontakt: mbilek@univ.rzeszow.pl

Wprowadzenie

Soki pochodzące z takich drzew, jak klon (*Acer* spp.) i brzoza (*Betula* spp.) są zbierane na półkuli północnej wczesną wiosną, ze względu na walory zdrowotne i żywieniowe [13, 23, 24, 25]. Rzadziej soki pobierane są z grabów, drzew owocowych, orzechów, lip, a także z winorośli [23].

Głównymi składnikami soków drzewnych, poza wodą stanowiącą zwykle ponad 95 % ich masy, są cukry. Sok klonowy, najśłodszy ze wszystkich badanych do tej pory soków drzewnych, stanowi surowiec do produkcji syropu, z którego słynie Ameryka Północna [5, 12]. Na obszarze Europy i Azji sok ten przeważnie spożywa się jako napój surowy lub po sfermentowaniu [23]. Surowy sok klonowy ma duże walory zdrowotne i stosowany jest tradycyjnie m.in. do łagodzenia dolegliwości żołądkowych i w nadciśnieniu tętniczym [23, 24]. Świeży sok klonowy zawiera przede wszystkim sacharozę, której stężenie w sokach pobranych na terenie Podkarpacia w roku 2013 wynosiło od 2,74 % (klon polny) do 4,01 % (klon srebrzysty) [13]. W soku klonowym stwierdzono także kwasy organiczne, aminokwasy, związki fenolowe, witaminy oraz składniki mineralne [5, 12, 24]. Do głównych składników mineralnych, zawartych w soku klonowym, należą wapń i potas. W świeżym soku *Acer saccharinum* znajduje się $25 \div 50 \text{ mg l}^{-1}$ potasu i $20 \div 30 \text{ mg l}^{-1}$ wapnia. Do pozostałych związków mineralnych, występujących w sokach drzew z rodzaju klon, należą: magnez, sód, cynk, żelazo i miedź [12, 24]. Składniki te oznaczono w ilościach $0,01 \div 5,5 \text{ mg l}^{-1}$ [8, 12, 24].

Sok, pozyskiwany z drzew należących do rodzaju brzoza, nazywany w Polsce „oskołą”, ceniony jest w Europie i Azji, a zwłaszcza w krajach wschodniej Europy – na Ukrainie, Białorusi i w Rosji. Spożywany jest zarówno w postaci świeżej, jak i po przefermentowaniu do niskoalkoholowego, orzeźwiającego napoju [5, 12, 23, 24]. Sok z brzozy stosowany jest w medycynie ludowej do leczenia wielu chorób [12, 23, 24]. Zalecany jest także w wiosennych „kuracjach oczyszczających” oraz jako środek poprawiający kondycję skóry [23, 24, 25]. W przeciwieństwie do soków z klonu, zawierających sacharozę, soki brzozowe zawierają głównie glukozę (ok. 1 %) i fruktozę (ponad 1 %) [11, 12, 13, 24]. W skład soku brzozowego wchodzi ponadto aminokwasy, witaminy i kwasy organiczne [7, 10, 11, 12, 24]. W soku tym obecne są także składniki mineralne, głównie: potas (115 mg l^{-1}), wapń ($56,5 \text{ mg l}^{-1}$), magnez ($22,0 \text{ mg l}^{-1}$), sód ($14,5 \text{ mg l}^{-1}$), cynk, mangan, żelazo, miedź i chrom. Potas, wapń, magnez, mangan i cynk występują w świeżym soku brzozowym w największych ilościach [7, 24].

Najrzadziej pozyskuje się sok z grabu. Istnieją jedynie lokalne doniesienia o stosowaniu go jako napoju [23]. Ocena zawartości cukrów w soku grabowym z terenu Podkarpacia wykazała obecność fruktozy (0,38 %) i glukozy (0,49 %), ze śladowymi ilościami sacharozy [13]. Brak jest natomiast danych dotyczących zawartości składni-

ków mineralnych w świeżych sokach grabowych, jak również wyników zawartości anionów nieorganicznych w świeżych sokach drzewnych.

Celem pracy było określenie zawartości składników mineralnych i wybranych anionów nieorganicznych w sokach drzewnych, pochodzących z obszaru południowo-wschodniej Polski. Oszacowano, w jakim stopniu badane soki drzewne mogą pokrywać zapotrzebowanie człowieka na wybrane składniki mineralne. Oznaczenie zawartości anionów nieorganicznych pozwoliło także ocenić potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumenta.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły soki z brzozy zwistej (brodawkowatej) – *Betula pendula* Ehrh., brzozy omszonej – *Betula pubescens* Ehrh., grabu pospolitego – *Carpinus betulus* L., klonu zwyczajnego – *Acer platanoides* L., jawora – *Acer pseudoplatanus* L., klonu polnego – *Acer campestre* L., klonu jesionolistnego – *Acer negundo* L. i klonu srebrzystego – *Acer saccharinum* L.

Soki pobierano z grup drzew rosnących w południowo-wschodniej Polsce, liczących od 2 do 5 osobników. Na Płaskowyżu Kolbuszowskim soki pobierano z drzew rosnących w parku na terenie miejscowości Werynia, zaś z terenu Pogórza Karpackiego – z drzew rosnących w Pietruszej Woli, Rzepniku i Krośnie. Próbkę pobierano pomiędzy 9 a 14 kwietnia 2013 r., w godzinach 10 - 12. Osobniki w obrębie jednego gatunku dobierano tak, by charakteryzowały się zbliżoną pierśnicą na wysokości 130 centymetrów. W celu pobrania próbek na każdym z drzew od strony południowej wykonywano małe nacięcie w kształcie litery V. W miejscu nacięcia wbijano rurkę o długości 12 cm i średnicy 2 cm. Pod każdą z nich umieszczano sterylną probówkę wirówkową o pojemności 50 ml, którą zamykano natychmiast po zebraniu soku. Proces poboru soku trwał 5 ÷ 20 min. Następnie próbki zamrażano i transportowano do laboratorium w przewoźnej zamrażarce. Przed badaniami laboratoryjnymi próbki rozmrażano w łaźni wodnej, w temp. 60 °C.

Oznaczanie zawartości składników mineralnych wykonywano przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej z atomizacją w płomieniu (F-AAS), przy użyciu aparatu Hitachi Z-2000 (Hitachi High-Technologies Corporation, Tokyo, Japan) według wcześniej opublikowanej metodyki [3], a do określenia zawartości anionów nieorganicznych zastosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, postępując według opracowanej wcześniej procedury analitycznej [2]. Zawartość fosforanów (V) oznaczano spektrofotometrycznie metodą wanado-molibdenową [17]. Każdą analizę powtarzano trzykrotnie.

Wyniki i dyskusja

W sokach drzewnych oznaczono siedem z dziewięciu pierwiastków, definiowanych przez polskie normy żywieniowe [9] jako składniki mineralne, czyli: fosfor, fluor, żelazo, wapń, magnez, miedź i cynk (tab. 1 i 2). W próbkach nie stwierdzono obecności fluoru i żelaza.

Średnia zawartość miedzi w badanych sokach wynosiła od $0,15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ w soku z brzozy zwisłej z Werynii do $1,45 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ w soku z klonu jesionolistnego z Pietruszej Woli (tab. 1 i 2). Pod względem zawartości miedzi produktami spożywczymi najbardziej zbliżonymi do soków drzewnych są owoce egzotyczne ($0,01 \div 2,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), produkty mleczne (ok. $0,01 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) [4], napary herbaciane (do $0,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) [22], piwo ($0,4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) [18], różne gatunki win (do $0,364 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) [3].

Soki drzewne mogą stanowić bogate źródło cynku. Najwięcej było go w soku z brzozy, odpowiednio: $1,29 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (brzoza omszona z Krosna) i $1,85 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (brzoza zwisła z Pietruszej Woli) – tab. 1 i 2. Zawartości zbliżone do soków drzewnych zostały stwierdzone w świeżych owocach ($0,2 \div 6,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), sokach owocowych, napojach bezalkoholowych ($0,1 \div 2,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) [4, 15] oraz napojach alkoholowych: w piwie $0,13 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [18], w winie do $0,36 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [3]. Podobną zawartość oznaczono w naparach herbacianych – poniżej $0,6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [22].

Soki drzewne mogą być także źródłem wapnia i magnezu. Największą zawartość wapnia i magnezu stwierdzono w próbkach soku klonu polnego pobranych na terenie Rzepnika. Średnia zawartość wapnia wynosiła $30,52 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, a magnezu – $18,96 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (tab. 1 i 2). W sokach drzewnych było mniej magnezu niż w butelkowanym piwie ($132 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [18]), mleku ($120 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [4]), czerwonym winie ($122 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i w białym winie ($66 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [3]). Jednak w soku jabłkowym ($40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ magnezu) ilości te są już zbliżone do soków drzewnych [4]. Najbliższe sokom drzewnym są nisko zmineralizowane wody mineralne, zawierające średnio $15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ magnezu, natomiast wody średnio zmineralizowane zawierają już ponad $30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [20]. Podobna tendencja dotyczy wapnia. Soki drzewne zawierają ilości porównywalne np. z nektarami i musami owocowymi [16], z piwem [18], z białym i czerwonym winem, [3, 4] oraz napojami typu *cola*, w których jest ok. $30 \div 50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Zawartość wapnia w sokach drzewnych jest również porównywalna z nisko zmineralizowanymi wodami mineralnymi, które zawierają średnio $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ [20].

Soki drzewne mogą być także źródłem fosforu, występującego w postaci łatwo przyswajalnych anionów – fosforanów(V). Średnia zawartość fosforu wynosiła od około $4,07 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ w soku z grabu (z Rzepnika) do $37,7 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ – z klonu jesionolistnego (z Pietruszej Woli) – tab. 1 i 2.

Tabela 1. Zawartość anionów nieorganicznych i składników mineralnych w sokach drzewnych [mg·l⁻¹]
 Table 1. Content of inorganic anions and minerals in tree saps [mg·l⁻¹]

Gatunek Species	Liczba drzew, z których pobrano próbki Number of trees sampled	Miejsce poboru Place of sampling	Zawartość anionów nieorganicznych i składników mineralnych w soku drzewnym Content of inorganic anions and minerals in tree sap									
			Cl ⁻	SO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Mg ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Klon zwyczajny Norway maple	5	P	3,03 ± 0,88	3,2 ± 1,59	1,34 ± 1,84	51,35 ± 58,25	5,76 ± 2,28	0,36 ± 0,27	0,17 ± 0,05	18,39 ± 17	81,59 ± 69,09	0,34 ± 0,14
			7,09 ± 2,28	3,71 ± 2,26	1,86 ± 4,16	66,54 ± 26,24	9,2 ± 2,32	0,17 ± 0,02	0,16 ± 0,06	27,08 ± 11,53	82,15 ± 30,65	0,25 ± 0,09
Klon polny Field maple	5	R	4,34 ± 0,45	3,8 ± 2,59	4,79 ± 10,71	19,8 ± 11,07	18,96 ± 5,27	0,43 ± 0,57	0,32 ± 0,12	30,52 ± 10,74	61,98 ± 15,7	0,22 ± 0,06
			17,01 ± 8,36	17,35 ± 11,48	0,53 ± 1,18	12,49 ± 6,67	8,34 ± 3,07	0,34 ± 0,46	0,11 ± 0,05	14,3 ± 7,64	25,21 ± 23,75	0,25 ± 0,06
Grab pospolity Common hornbeam	5	W	32,68 ± 11,09	21,8 ± 9,38	n.d.	20,8 ± 9,26	15,06 ± 5,84	0,78 ± 0,54	0,1 ± 0,05	18,62 ± 8,8	24,5 ± 3,74	0,46 ± 0,27
			3,21 ± 1,25	3,54 ± 1,39	n.d.	42,01 ± 13,96	14,36 ± 2,04	0,39 ± 0,25	1,85 ± 0,32	17,28 ± 9,6	23,76 ± 8,63	0,56 ± 0,16
Brzoza zwisła Silver birch	5	W	2,84 ± 1,42	2,16 ± 2,24	0,49 ± 1,09	58,01 ± 62,24	4,42 ± 2,9	0,15 ± 0,09	0,88 ± 0,5	5,52 ± 3,14	10,56 ± 5,1	0,59 ± 0,72
			5,39 ± 1,28	6,17 ± 5,57	0,59 ± 1,18	38,63 ± 34,41	13,82 ± 5,55	0,48 ± 0,42	1,29 ± 0,17	15,12 ± 4,74	18,08 ± 18,85	0,55 ± 0,62
Klon srebrzysty Silver maple	4	P	7,06 ± 2,15	2,64 ± 2,19	0,85 ± 1,7	37,3 ± 16,06	2,0 ± 0,73	0,74 ± 1,13	0,11 ± 0,04	2,93 ± 1,0	21,02 ± 9,77	0,14 ± 0,02
			8,04 ± 3,66	3,33 ± 0,81	5,39 ± 3,1	88,76 ± 41,55	8,7 ± 4,34	0,17 ± 0,05	0,18 ± 0,07	28,4 ± 20,84	55,67 ± 40,12	0,43 ± 0,15
Klon jawor Sycamore	5	R	8,87 ± 3,01	2,46 ± 0,76	13,29 ± 2,16	114,53 ± 59,12	8,95 ± 6,58	1,45 ± 1,67	n.d.	16,06 ± 9,77	58,13 ± 35,83	0,21 ± 0,2
			6,46 ± 4,25	6,19 ± 4,76	25,99 ± 38,88	82,17 ± 27,33	8,3 ± 3,94	0,16 ± 0,08	n.d.	15,15 ± 6,65	54,22 ± 51,01	0,21 ± 0,07

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W – Werynia / Werynia village, P – Pietrusza Wola / Pietrusza Wola village, R – Rzepnik / Rzepnik village, K – Krosno / Krosno city, n.d. – nie wykryto / not detected;
 W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations.

Tabela 2. Realizacja norm żywieniowych na składniki mineralne i elektrolity przez litrowe porcje badanych soków drzewnych

Table 2. Implementation of nutrition standards realized by one liter of tree sap

Pierwiastek Element	Wskazania norm żywieniowych na składnik mineralny lub elektrolit dla osoby dorosłej w wieku 31 ÷ 50 lat [mg/dzień] Recommended nutrition standards ref. to mineral or electrolyte for adult aged 31 ÷ 50 years [mg per day]		Największa średnia zawartość w badanym soku drzewnym The highest average content in tree sap analyzed [mg·l ⁻¹]	Realizacja normy w porcji soku drzewnego o obj. 1 litra Fulfilment of nutrition standards by tree sap portion of one litre [%]	
	Kobiety Women	Mężczyźni Men		Kobiety Women	Mężczyźni Men
Miedź Copper	0,9*		Klon jesionolistny / Boxelder 1,45	161,1	
Cynk Zinc	8*	11*	Brzoza zwisła / Silver birch 1,85	23,1	16,8
Wapń Calcium	1000*		Klon polny / Field maple 30,52	3	
Magnez Magnesium	320*	420*	Klon polny / Field maple 18,96	5,9	4,5
Fosfor Phosphorus	700*		Klon jesionolistny / Boxelder 37,7	5,4	
Potas Potassium	4700**		Klon zwyczajny / Norway maple 82,15	1,7	
Sód Sodium	1500**		Brzoza zwisła / Silver birch 0,59	0,04	
Chlor Chlorine	2300**		Grab pospolity Common hornbeam 32,68	1,4	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*) RDA – zalecane spożycie dzienne/ Recommended Dietary Allowances;

**) AI – wystarczające spożycie/ Adequate Intake.

Oceniono zawartość pierwiastków klasyfikowanych w diecie człowieka jako elektrolity sodu i potasu. We wszystkich próbkach soków drzewnych sód stanowił poniżej 1 mg·l⁻¹, co należy uznać za korzystne ze względu na negatywny wpływ nadmiernych ilości tego pierwiastka na organizm ludzki [6]. Natomiast zawartość potasu wynosiła od 10,56 mg·l⁻¹ w soku z brzozy zwisłej (z Werynii), do 82,15 mg·l⁻¹ – w soku z klonu zwyczajnego z tego samego miejsca (tab. 1 i 2). W porównaniu z sokami drzewnymi inne produkty płynne zawierają potas, w przeliczeniu na 1 litr: piwo – 309 mg [18], zaś wody butelkowane od 0,05 mg (woda źródłana) do 268 mg (woda mineralna) [14, 20].

Zawartość innych, poza fosforanami(V), anionów w sokach drzewnych nie stwarza perspektyw uzyskania korzyści żywieniowych. Średnia zawartość chlorków w badanych próbkach wynosiła od 2,84 mg·l⁻¹ w soku z brzozy zwisłej (z Werynii) do 32,68 mg·l⁻¹ w soku z grabu (również z Werynii) – tab. 1 i 2. Soki drzewne stanowią zatem znikome źródło chlorków, porównywalne z nisko zmineralizowanymi wodami mineralnymi, zawierającymi od 0,1 do 50 mg·l⁻¹ badanego anionu [20].

Nadmierna zawartość siarczanów(VI) w produktach spożywczych może być szkodliwa dla organizmu ze względu na efekt drażnienia przewodu pokarmowego. W żadnym z soków nie stwierdzono jednak przekroczenia normowanej dla wody pitnej, największej dopuszczalnej zawartości siarczanów, wynoszącej 250 mg·l⁻¹ [19]. Średnia zawartość siarczanów wynosiła od 2,16 mg·l⁻¹ w soku z brzozy zwisłej (z Werynii), do 21,8 mg·l⁻¹ w soku z grabu, z tej samej lokalizacji (tab. 1). Dla porównania – w polskich wodach mineralnych średnia zawartość siarczanów wynosi około 48 mg·l⁻¹ [20].

W aspekcie toksykologicznym należy rozpatrywać także zawartość azotanów(V) w sokach drzewnych (tab. 1). Uwagę zwraca duży rozrzut wyników zawartości tego anionu w sokach pochodzących z grupy kilku drzew. W obrębie pięciu osobników jawora zaobserwowano zawartość jonów azotanowych(V) w zakresie od 2,14 do 10,63 mg·l⁻¹. W przypadku klonu jesionolistnego, w próbkach z dwóch sąsiadujących drzew azotany(V) stanowiły 42,81 i 87,1 mg·l⁻¹ soku. Warto także podkreślić, że azotany(V) oznaczono w soku jednego lub dwóch osobników spośród, liczącej pięć sztuk, grupy drzew. W grupie pięciu osobników klonu polnego, w soku drzewnym czterech z nich nie stwierdzono występowania azotanów(V), zaś w przypadku jednego – zawartość wynosiła 23,96 mg·l⁻¹. Różnice mogły być spowodowane warunkami siedliskowymi i glebowymi w obrębie danego stanowiska. W porównaniu z wymaganiami dotyczącymi jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [19], według których dopuszczalny poziom azotanów(V) to 50 mg·l⁻¹, wymieniona wyżej ilość 87 mg·l⁻¹ wskazuje, że soki drzewne w wyjątkowych przypadkach mogą być potencjalnie szkodliwe dla zdrowia konsumenta. Jednak określone przez EFSA (*European Food Safety Authority* – Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności) i JECFA (*The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* – Wspólny Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności) dopuszczalne dzienne pobranie (ADI, *Acceptable Daily Intake*) azotanów(V) może wynosić 3,7 mg·kg⁻¹ masy ciała. Przekroczenie ADI byłoby możliwe przy spożyciu trzech litrów soku o największej oznaczonej zawartości azotanów(V) [21]. Pobierając soki drzewne w celach konsumpcyjnych, należałoby zwracać uwagę na otoczenie rośliny. Dotyczy to intensywnego nawożenia, stosowania środków ochrony roślin i ewentualnego występowania w sąsiedztwie drzew np. wysypiska odpadów.

Wnioski

1. Soki drzewne mogą stanowić w diecie człowieka cenne źródło wybranych składników mineralnych, szczególnie miedzi i cynku, a w mniejszym stopniu: magnezu, wapnia i fosforu.
2. Badane soki drzewne nie zawierały dużych ilości składników potencjalnie niekorzystnych dla człowieka, tzn. azotanów(V), siarczanów(VI) i sodu.
3. Stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości składników mineralnych w sokach drzewnych, nie tylko w obrębie jednego gatunku, ale nawet na tym samym stanowisku. Dlatego badania dotyczące wpływu różnych czynników (sposób pobierania soku, cechy drzewa, skład gleby) na skład soków drzewnych powinny być kontynuowane.

Autorzy składają podziękowania pracownikom Wydziałowego Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego – magistrowi Marcinowi Pieniżkowi za wykonanie analiz przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej oraz dr Agnieszce Ozimek za wykonanie analiz przy użyciu spektrofotometru UV-Vis.

Literatura

- [1] Beveridge T., Bruce K., Kok R.: Carbohydrate and mineral composition of gray birch syrup. Canadian Inst. Food Sci. Technol. J., 1978, **1** (11), 28-30.
- [2] Bilek M., Natłok N., Kaniuczak J., Gorzelany J.: Sugar and inorganic anions content in mineral and spring water-based beverages. Roczn. Państw. Zakł. Hig., 2014, **3** (65), 193-197
- [3] Bilek M., Stawarczyk M., Stępień A., Pieniżek M.: Analiza wybranych parametrów jakościowych i zdrowotnych win wytrawnych. Bromat. Chem. Toksykol., 2013, **4** (46), 440-448.
- [4] Ekmekcioglu C.: Intestinal bioavailability of minerals and trace elements from milk and beverages in humans. Nahrung, 2000, **6** (44), 390-397.
- [5] Essiamah S.: Spring sap of trees. Ber. Deut. Bot. Ges., 1980, **93**, 257-267.
- [6] Gertig H., Przysławski J.: Bromatologia. Zarys nauki o żywności. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2007, ss. 273-343.
- [7] Harju L., Hulten S.G.: Birch sap as a tool for biogeochemical prospecting. J. Geochem. Explor., 1990, **3** (37), 351-365.
- [8] Hyun-Shik M., Kwon S.-D., Park S.-B., Goo J.-W.: Sap collection and major components of Acer mono in Mt. Jiri. Korean J. Ecol., 2004, **5** (27), 263-267.
- [9] Jarosz M. (Red): Normy żywienia dla populacji polskiej. Nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012, ss. 123-142 i 143-154.
- [10] Jeong S.J., Lee Ch.H., Kim H.Y., Lee S.H., Hwang I.G., Shin C.S., Lee J., Jeong H.S.: Quality characteristics of the white birch sap with varying collection periods. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 2012, **1** (41), 143-148.
- [11] Kallio H., Ahtonen S., Raulo J., Linko R.R.: Identification of the sugars and acids in birch sap. J. Food Sci., 1985, **1** (50), 266-269.
- [12] Kūka M., Čakste I., Geršebeka E.: Determination of bioactive compounds and mineral substances in latvian birch and maple saps. Proc. Latv. Acad. Sci. Sect. B Nat. Exact Appl. Sci., 2013 **4-5** (67), 437-441.

- [13] Łuczaj Ł., Bilek M., Stawarczyk K.: Sugar content in the sap of birches, hornbeams and maples in southeastern Poland. *Cent. Eur. J. Biol.*, 2014, **4** (9), 410-416.
- [14] Marcussen H., Holm P.E., Hansen H.Ch.: Composition, flavor, chemical food safety, and consumer preferences of bottled water. *Compr. Rev. Food Sci.*, 2013, **12**, 333-356.
- [15] Martínez-Ballesta M.C., Dominguez-Perles R., Moreno D.A., Muries B., Alcaraz-López C., Bastías E., García-Viguera C., Carvajal M.: Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 2010, **2** (30), 295-309.
- [16] Marzec A., Marzec Z., Kidała J., Zaręba S.: Zawartość wapnia i fosforu w niektórych produktach przeznaczonych do żywienia niemowląt i małych dzieci. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, **3** (XLII), 793-797.
- [17] Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z.: *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1991.
- [18] Rajkowska M., Holak M., Protasowicki M.: Makro- i mikroelementy w wybranych asortymentach piwa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **2** (63), 112-118.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożyci przez ludzi. *Dz. U.* 2010 r. Nr 72, poz. 466. Zał. nr 1.
- [20] Salomon A., Regulska-Iłow B.: Polskie butelkowane wody mineralne i lecznicze – charakterystyka i zastosowanie. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2013, **1** (XLVI), 53-65.
- [21] Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. Nitrate in vegetables. Adopted on 10 April 2008. pp. 2. [online]. Dostęp w Internecie [12.07.2013]: <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/689.pdf>.
- [22] Street R., Száková J., Drábek O., Mládková L.: The status of micronutrients (Cu, Fe, Mn, Zn) in tea and tea infusions in selected samples imported to the Czech Republic. *Czech J. Food Sci.*, 2006, **2** (24), 62-71.
- [23] Svanberg I., Šoukand R., Łuczaj Ł., Kalle R., Zyryanova O., Dénes A., Papp N., Nedelcheva A., Šeřkauskaitė D., Kołodziejska-Degórska I., Kolosova V.: Uses of tree saps in northern and eastern parts of Europe. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 2012, **4** (81), 343-357.
- [24] Viřkelis P., Rubinskienė M.: Beržų sulos cheminų sudėtis. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro filialno sodininkystės ir daržininkystės instituto Ir Lietuvos žemės ūkio universiteto Mokslo Darbai. *Sodininkystė ir Daržininkystė* 2011, **3-4** (30), 75-81.
- [25] Zyryanova O.A., Terazawa M., Koike T., Zyranov V.I.: White birch trees as resource species of Russia: their distribution, ecophysiological features, multiple utilizations. *Eurasian J. For. Res.*, 2010 **1** (13), 25-40.

CONTENT OF SELECTED MINERALS AND INORGANIC ANIONS IN TREE SAPS FROM PODKARPACIE REGION

S u m m a r y

There were analyzed tree saps of eight tree species: silver birch - *Betula pendula*, downy birch - *Betula pubescens*, common hornbeam - *Carpinus betulus*, Norway maple - *Acer platanoides*, sycamore maple - *Acer pseudoplatanus*, field maple - *Acer campestre*, boxelder maple - *Acer negundo*, and silver maple - *Acer saccharinum*). The contents of the following inorganic anions were determined: chlorides, nitrates (V), sulphates (VI), and phosphates (V) as well as of the following minerals: copper, zinc, calcium, magnesium, sodium, and potassium. The highest average content of chlorides ($32.68 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) and sulphates ($21.8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) was determined in common hornbeam saps, whereas of magnesium ($18.96 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) and calcium ($30.52 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) in field maple saps. The highest average content of phosphates ($114.53 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), copper ($1.45 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), and nitrates ($25.99 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) was detected in boxelder maple saps. The highest average contents of zinc ($1.85 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) and sodium ($0.59 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) were found in the silver birch saps. The Norway maple tree saps, in turn, were characterized by the highest average content of potassium ($82.15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

The results obtained were compared with the nutrition standards in force in Poland. They indicate that tree saps could be a valuable source of minerals, especially of copper and zinc, and to a lesser degree, of calcium, magnesium, and phosphorus. At the same time, it was reported that the ingredients showing a potentially adverse impact on human health, i.e. inorganic anions: nitrates(V), sulphates(VI), and sodium, present a negligible risk.

Key words: tree saps, inorganic anions, minerals, nutrition standards ✕