

PAWEŁ STANISZEWSKI, MACIEJ BILEK, WOJCIECH SZWERC, MICHAŁ GOSTKOWSKI,
PAWEŁ OSIĄK, NATALIA ŻUREK, RYSZARD KOCJAN

Wpływ wybranych czynników na zawartość składników mineralnych w soku brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth)

Influence of selected factors on the content of minerals in the silver birch (*Betula pendula* Roth) tree sap

ABSTRACT

Staniszewski P., Bilek M., Szwerc W., Gostkowski M., Osiak P., Żurek N., Kocjan R. 2020. Wpływ wybranych czynników na zawartość składników mineralnych w soku brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth). Sylwan 164 (5): 424-431. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2020021>.

The aim of this study was to determine the content of selected minerals in silver birch sap, and to examine whether the tree thickness (DBH), the obtained daily volume of sap and the date of collection have an impact on their content. The study was carried out in central-eastern Poland, in the Garwolin Forest District, in a stand with a dominant share of silver birch at the age of 65, which grows on a moist mixed broadleaved forest habitat type. Sap from the selected trees was taken after 24 hours of leakage, four times, at weekly intervals. In each case, the daily sap volume was measured and the content of zinc, copper, and manganese was determined. As a result, no effect of tree diameter on the content of the studied elements was found. However, a negative relationship was stated between copper content and daily sap volume. Moreover, birch sap was characterized by increasing concentration of zinc and copper over time. The obtained results of the determination of the content of minerals in birch sap testify to the fact that it is characterized by high nutritional value. However, the large variability in its composition means that in order to obtain such benefits it is necessary to combine sap taken from as many trees as possible, while sap collected from only one tree may have a negligible nutritional value.

KEY WORDS

non-wood forest products, silver birch sap, minerals

ADDRESSES

Paweł Staniszewski ⁽¹⁾ – e-mail: pawel.staniszewski@wl.sggw.pl

Maciej Bilek ⁽²⁾ – e-mail: mbilek@ur.edu.pl

Wojciech Szwerc ⁽³⁾ – e-mail: wojciech.szwerc@onet.eu

Michał Gostkowski ⁽⁴⁾ – e-mail: michal_gostkowski@sggw.pl

Paweł Osiak ⁽⁵⁾ – e-mail: osiak16@gmail.com

Natalia Żurek ⁽⁶⁾ – e-mail: nzurek@ur.edu.pl

Ryszard Kocjan ⁽³⁾ – e-mail: ryszrd.kocjan@umlub.pl

⁽¹⁾ Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Zakład Agroekologii, Uniwersytet Rzeszowski; ul. Ćwiklińskiej 1a, 36-601 Rzeszów

⁽³⁾ Zakład Chemii Analitycznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie; ul. Chodźki 4a, 20-093 Lublin

⁽⁴⁾ Katedra Ekonometrii i Statystyki, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽⁵⁾ Koło Naukowe Leśników, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽⁶⁾ Zakład Ogólnej Technologii Żywności i Żywnienia Człowieka, Uniwersytet Rzeszowski; ul. Zelwerowicza 4, 36-601 Rzeszów

Wstęp

Spożywanie wiosennego soku brzozonego to jeden z nielicznych dawnych obyczajów żywieniowych, który nie zanikł i cieszy się rosnącą popularnością [Papp i in. 2014; Sõukand i in. 2015; Enescu 2017]. Fakt ten określa sok brzożowy jako perspektywiczny niedrzewny surowiec leśny, mogący odegrać w bliskiej przyszłości istotną rolę w zrównoważonej gospodarce leśnej, szczególnie Europy Środkowej i Wschodniej [Zyryanova i in. 2010; Beck i in. 2016; Staniszewski i in. 2016].

W Polsce kompleksowe badania soku brzozonego przeprowadzone zostały na Podkarpaciu. Stwierdzono w nich, że właściwości żywieniowe rodzimego surowca determinuje przede wszystkim obecność cynku, miedzi i manganu [Bilek i in. 2015, 2016b]. Dzięki wysokiej zawartości tych składników mineralnych sok brzożowy może zostać uznany za środek uzupełniający ich niedobory, a zatem przyczyniający się w wydatny sposób do poprawy stanu skóry, włosów i paznokci oraz zwiększający odporność i wpływający korzystnie na funkcje rozrodcze. Natomiast zawartość innych pierwiastków klasyfikowanych przez normy żywieniowe jako składniki mineralne [Jarosz 2017], np. wapnia, magnezu czy żelaza, jest niska i nie można z nią wiązać znaczących korzyści żywieniowych. Podobnie niskie stężenie odnotowuje się w przypadku pierwiastków klasyfikowanych jako elektrolity [Jarosz 2017] – potasu i sodu – co w przypadku tego drugiego przekłada się na cechę bardzo korzystną z żywieniowego punktu widzenia i pozwalającą klasyfikować sok brzożowy jako środek spożywczy niskosodowy [Bilek i in. 2016a, 2017a]. Jednak w kontekście wzrastającej popularności soku brzozonego, jak również sugerowanej możliwości wykorzystania rodzimego surowca przez przemysł spożywczy [Bilek 2018], wydawało się celowe podjęcie badań polskiego soku brzozonego pochodzącego z innego regionu aniżeli Podkarpacie, aby wykazać ewentualne różnice w jego właściwościach żywieniowych w zależności od miejsca poboru lub też przypisać mu stabilny skład niezależnie od miejsca pochodzenia. Zasadne wydawało się również zwrócenie uwagi na nowe, istotne z punktu widzenia gospodarki leśnej czynniki, mogące mieć wpływ na skład chemiczny soku brzozonego, a pomijane w dotychczasowych badaniach.

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości najistotniejszych z żywieniowego punktu widzenia składników mineralnych w soku brzożowym pochodzącym ze środkowo-wschodniej Polski oraz zbadanie, czy pierśnica drzewa, dobowo objętość pozyskiwanego soku oraz termin pozyskania mają wpływ na ich zawartość. Postawiono także pytanie, czy istnieje możliwość opracowania zaleceń dotyczących procedur poboru soku brzozonego, które umożliwiłyby pozyskanie surowca o najkorzystniejszych właściwościach żywieniowych.

Materiał i metody

POZYSKANIE SOKU BRZOZONEGO. Badania przeprowadzono w środkowo-wschodniej Polsce, na terenie Wysoczyzny Żelechowskiej (Nadleśnictwo Garwolin, leśnictwo Żelechów, oddział 62k), w drzewostanie o dominującym udziale brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth), w wieku około 65 lat, na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego. Do wyznaczenia drzew próbnych reprezentujących drzewostan zastosowano metodę Hartiga, polegającą na tym, że drzewa uporządkowane według wzrastających stopni pierśnic dzieli się na klasy o jednakowej powierzchni przekroju i do każdej przydziela się jednakową liczbę drzew próbnych o pierśnicach odpowiadających wartości

średniej powierzchni przekroju dla danej klasy [Graves 1906]. W tym przypadku były to wartości 19, 28 i 35 cm (klasy grubości odpowiednio I, II i III). Do badań wybrano drzewa zdrowe, o dobrze rozwiniętej koronie oraz pozbawione widocznych wad (po 3 drzewa w każdej z 3 klas grubości).

W każdym drzewie od strony południowej wywiercono na wysokości 1 m otwór o średnicy 1 cm i głębokości 5 cm, następnie łączono go ze zbiornikiem za pomocą przewodu z tworzywa sztucznego. Pobór soku w przypadku każdego drzewa prowadzono przez 24 godziny, czterokrotnie, w odstępach tygodniowych (15, 22 i 29 marca oraz 4 kwietnia 2015 roku; kolejne terminy poboru oznaczono dalej symbolami T1, T2, T3 i T4). W każdym przypadku określano dobową objętość soku oraz pobierano próbkę do badań chemicznych, którą niezwłocznie zamrażano.

ANALIZY CHEMICZNE. Roztwory wzorcowe o stężeniu 1,0 ppm (mg/l) dla cynku, 1,5 ppm dla miedzi i 1,5 ppm dla manganu zostały przygotowane poprzez rozcieńczenie roztworu 1000 ppm (Merck, Niemcy) każdego pierwiastka roztworem kwasu azotowego o stężeniu 0,5%, który przygotowano przez rozcieńczenie kwasu azotowego o stężeniu 65% Suprapur (Merck, Niemcy) wodą dejonizowaną o oporności 18,2 MΩ×cm, uzyskaną za pomocą dejonizatora Ultrapure Millipore Direct-Q-R 3UV (Merck, Niemcy).

Przed wykonaniem właściwych analiz poddano optymalizacji wysokość płomienia w stosunku do drogi optycznej spektrometru oraz ilość zużywanej mieszaniny palnej (acetylen – powietrze). Zastosowano również dodatek buforu jonizującego w postaci 0,1-procentowego chlorku potasu. Zoptymalizowane parametry zestawiono w tabeli 1.

Analiza ilościowa wybranych składników mineralnych została wykonana z użyciem techniki płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej z wykorzystaniem wysokorozdzielczego spektrometru absorpcji atomowej z ciągłym źródłem promieniowania (HR-CS-AAS) ContrAA 700 (Analytik Jena, Niemcy). Krzywe kalibracyjne oznaczanych pierwiastków dobrano za pomocą metody rozkładu reszt. Bufor jonizujący o stężeniu 0,1% został dodany do standardów kalibracyjnych oraz do każdej badanej próbki. Współczynnik rozcieńczenia dobrano w sposób automatyczny. Parametry walidacyjne metody analitycznej wykorzystującej technikę F-AAS zestawiono w tabeli 2.

Tabela 1.

Zoptymalizowana wysokość płomienia (WP [mm]) i przepływ gazu (PG [l/h]) w technice płomieniowej F-AAS

Optimized burner height (WP [mm]) and flow rate (PG [l/h]) in the F-AAS burner technique

	WP	PG
Zn	5	50
Cu	6	50
Mn	5	45

Tabela 2.

Parametry walidacyjne metody analitycznej wykorzystującej technikę F-AAS

Validation parameters of the analytical method using the F-AAS technique

	Długość fali Line [nm]	Zakres krzywej Conc. range [mg/l]	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	%RSD	LOD [mg/l]	LOQ [mg/l]
Zn	213,857	0-1	0,9999	0,5-1,6	0,0165	0,0880
Cu	324,754	0-1,5	0,9998	0,3-1,1	0,0093	0,0511
Mn	279,482	0-3,0	0,9999	1,9-2,7	0,0081	0,0440

ANALIZA STATYSTYCZNA. W przypadku badania zależności między pierśnicą drzewa (klasy grubości: I, II lub III) a zawartością składników mineralnych wykonano dla każdego pierwiastka analizę wariancji z powtarzającymi pomiarami, gdzie czynnikiem różnicującym była klasa grubości. Przy badaniu zależności między dobową wydajnością soku a zawartością składników mineralnych policzono dla każdego pierwiastka i wydajności współczynnik korelacji Pearsona i sprawdzono, czy jest on statystycznie istotny.

Wyniki

W przypadku oznaczania zawartości manganu uzyskano dla trzech próbek wartości poniżej granicy oznaczalności metody analitycznej. Dla pozostałych próbek uzyskano zakres stężenia od 0,24 do 2,08 mg/l, przy wartości średniej wynoszącej 1,21 mg/l. Dla cynku wszystkie uzyskane wyniki znalazły się powyżej granicy oznaczalności metody i wyniosły od 0,14 do 1,86 mg/l, przy wartości średniej 0,68 mg/l. Z kolei w przypadku miedzi dla pięciu badanych próbek uzyskano stężenie poniżej granicy oznaczalności. Dla pozostałych próbek zakres wartości wyniósł od 0,06 do 5,05 mg/l, ze średnią równą 0,77 mg/l. Nie stwierdzono wpływu grubości drzew na stężenie tych trzech składników mineralnych (tab. 3). Równocześnie zaobserwowano negatywną zależność statystyczną pomiędzy zawartością miedzi a dobową wydajnością soku pobranego z nawierconych drzew, co oznacza, że wraz ze wzrostem wydajności spada zawartość miedzi. Z kolei nie stwierdzono zależności statystycznej pomiędzy zawartością cynku i manganu a dobową wydajnością soku (ryc.).

Uzyskane wyniki wskazały ponadto na zmienność w profilu czasu średnich dla 3 drzew stężenia oznaczanych składników mineralnych (tab. 3). Dla cynku i miedzi obserwowano tendencje wzrostowe, niezależnie od klasy grubości. Miały one jednak różne nasilenie. Dla cynku średnie stężenie wzrastało z $0,38 \pm 0,03$ do $0,6 \pm 0,12$ mg/l dla I klasy grubości, z $0,32 \pm 0,10$ do $0,74 \pm 0,1$ mg/l dla klasy II i z $0,88 \pm 0,21$ do $1,18 \pm 0,42$ mg/l dla klasy III. Natomiast dla miedzi obserwowano znacznie większy wzrost średniego stężenia w czasie: z $0,39 \pm 0,16$ do $2,29 \pm 1,39$ mg/l dla klasy I, z $0,13 \pm 0,12$ do $2,35 \pm 0,69$ mg/l dla klasy II oraz z $0,16 \pm 0,05$ do $0,72$ mg/l dla klasy III. Z kolei w przypadku manganu tendencję wzrostową obserwowano w przypadku średniego stężenia w I klasie grubości, zaś dla klas II i III brak było wyraźnych tendencji.

Tabela 3.

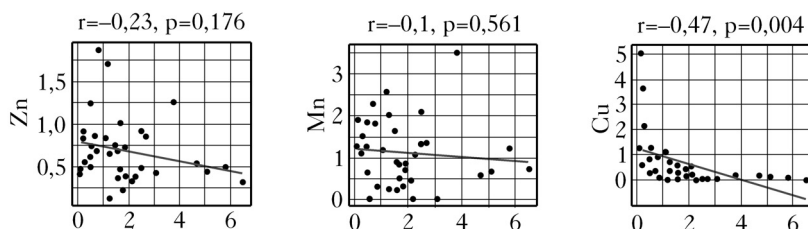
Średnie (\pm błąd standardowy) stężenie [mg/l] cynku (Zn), manganu (Mn) i miedzi (Cu) w soku w klasie grubości (I-III) w kolejnych terminach poboru (T1-T4)

Mean (\pm standard error) concentration [mg/l] of zinc (Zn), manganese (Mn) and copper (Cu) in diameter classes (I-III) in consecutive dates of collection (T1-T4)

			T1	T2	T3	T4
Zn	grupa: 0,022	I	0,38 \pm 0,03a	0,43 \pm 0,15a	0,72 \pm 0,06a	0,60 \pm 0,12a
	czas: 0,037	II	0,32 \pm 0,10a	0,43 \pm 0,03a	0,62 \pm 0,08a	0,74 \pm 0,10a
	interakcja: 0,940	III	0,88 \pm 0,21a	0,69 \pm 0,14a	1,19 \pm 0,26a	1,18 \pm 0,42a
Mn	grupa: 0,278	I	0,23 \pm 0,12a	0,38 \pm 0,25a	1,43 \pm 0,20a	1,21 \pm 0,37a
	czas: 0,163	II	0,76 \pm 0,31a	0,99 \pm 0,16a	1,49 \pm 0,35a	0,94 \pm 0,47a
	interakcja: 0,510	III	1,82 \pm 0,88a	1,21 \pm 0,44a	1,78 \pm 0,65a	1,13 \pm 0,45a
Cu	grupa: 0,358	I	0,39 \pm 0,16a	0,20 \pm 0,02a	0,76 \pm 0,24a	2,29 \pm 1,39a
	czas: 0,001	II	0,13 \pm 0,12a	0,19 \pm 0,14a	0,40 \pm 0,22a	2,35 \pm 0,69a
	interakcja: 0,486	III	0,16 \pm 0,05a	0,10 \pm 0,02a	0,24 \pm 0,12a	0,72 \pm 0,35a

różne litery w tej samej kolumnie oznaczają różnice istotne przy $p < 0,05$; grupa – efekt grubości, czas – efekt terminu, interakcja – efekt grubości i terminu

different letters in the same column indicate differences significant at $p < 0,05$; grupa – diameter effect, czas – date effect, interakcja – interaction of diameter and date



Ryc.

Zależność między dobową wydajnością pobieranego soku brzoźowego [l/24 h] a zawartością [mg/l] cynku (Zn), manganu (Mn) i miedzi (Cu)

Relationship between daily yield of silver birch sap [l/24 h] and content [mg/l] of zinc (Zn), manganese (Mn) and copper (Cu)

Dyskusja

Za właściwości żywieniowe soku brzoźowego odpowiedzialna jest w dużej mierze zawartość składników mineralnych [Kim i in. 1991; Viškelis, Rubinskiene 2011; Jeong i in. 2013; Kūka i in. 2013]. W przypadku rodzimego surowca badanego w północnej części Podkarpacia (Płaskowyż Kolbuszowski) ustalono, że kryterium wartości odżywczej stanowi zawartość trzech składników mineralnych: manganu, cynku i miedzi. Na terenie Podkarpacia prowadzono badania na kilkunastu stanowiskach, przeznaczając każdorazowo do poboru po 5 drzew. Uzyskane średnie wartości dla tych stanowisk wynosiły dla cynku od $0,88 \pm 0,50$ do $4,49 \pm 3,49$ mg/l, dla manganu od $0,90 \pm 0,18$ do $7,92 \pm 0,07$ mg/l i dla miedzi od $0,02 \pm 0,01$ do $0,39 \pm 0,25$ mg/l [Bilek i in. 2015; 2016a, b; 2017a]. W niniejszych badaniach średnie dla wszystkich badanych drzew stężenie manganu ($1,11 \pm 0,79$ mg/l) i cynku ($0,68 \pm 0,38$ mg/l) były niższe, natomiast dla miedzi wyższe ($0,66 \pm 1,04$ mg/l). Warto przy tym odnotować, że zawartość miedzi wyróżniała soki pobrane z terenu Podkarpacia w stosunku do dostępnych w Polsce soków butelkowanych pochodzących z importu (zakres stężenia do $0,10$ mg/l) [Bilek i in. 2018b]. W przypadku soku brzoźowego z terenu Nadleśnictwa Garwolin stężenie tego składnika mineralnego było jeszcze wyższe, a sok cechował się korzystniejszymi walorami żywieniowymi.

Niezależnie od tego, czy miejscem poboru było Podkarpacie, czy środkowo-wschodnia Polska, odnotowano bardzo duże zróżnicowanie w zawartości składników mineralnych pomiędzy badanymi drzewami. Realizacja dziennego zapotrzebowania żywieniowego [Jarosz 2017] na cynk, mangan i miedź przez litr soku brzoźowego może więc wahać się w zależności od osobnika i stanowiska w zakresie od kilku do kilkuset procent. Surowiec pobierany z jednego drzewa i przez jeden dzień nie może być zatem uznany za stabilne źródło wybranych składników mineralnych, a wyłącznie – za źródło potencjalne [Bilek i in. 2017a]. Dla obu miejsc poboru słuszny jest zatem wysuwany już wcześniej postulat konieczności łączenia soku pobieranego od jak największej liczby osobników w celu uśrednienia stężenia i otrzymania surowca o stabilnym składzie [Bilek 2018]. Jednocześnie zwrócono uwagę, że promowany w mediach indywidualny pobór soku brzoźowego, np. z jednego tylko drzewa, związany jest z dużym prawdopodobieństwem pozyskania surowca o znikomej wartości odżywczej, natomiast pobór masowy prowadzi do otrzymania surowca i następnie środków spożywczych o wysokiej wartości żywieniowej [Bilek 2018; Bilek i in. 2018b].

W badaniach prowadzonych na Podkarpaciu stwierdzono również, że czynnikiem ograniczającym korzystne właściwości żywieniowe i prozdrowotne soku brzoźowego jest duża zmienność składu mineralnego w profilu czasu [Bilek i in. 2017b, 2018a]. Przykładowo dla soku brzoźowego

pobieranego od 3 drzew w ciągu 16 dni i w jednodniowych odstępach czasu stwierdzono zakres stężenia manganu w przedziale od 0,1 do 0,38 mg/l, od 0,46 do 1,88 mg/l i od 0,54 do 1,06 mg/l [Bilek i in. 2018a]. W przypadku soku brzozonego pobranego w Nadleśnictwie Garwolin odnotowano dla tego składnika mineralnego analogiczne zależności, np. dla drzewa o najmniejszej pierśnicy najniższe stężenie manganu stwierdzono w pierwszym poborze (0,24 mg/l), najwyższe zaś w poborze trzecim (1,2 mg/l). Z kolei dla drzewa o pierśnicy największej najniższe stężenie uzyskano w poborze trzecim (0,49 mg/l), najwyższe zaś w poborze czwartym (1,8 mg/l). Nie potwierdzono natomiast dotychczas odnotowywanych zależności dotyczących tendencji w zmianach stężenia składników mineralnych w profilu czasu. Dla soku brzozonego pobieranego z 3 drzew i badanego w jednodniowych odstępach zaledwie dla jednego z nich odnotowano wyraźną tendencję (spadkową) w stężeniu miedzi. Tymczasem w niniejszych badaniach dla 7 spośród 9 badanych drzew i niezależnie od przynależności do klasy grubości odnotowano tendencję odwrotną, tj. wzrost stężenia miedzi w czasie. Podobnie w przypadku cynku – dla jednego z 3 drzew badanych na Podkarpaciu odnotowano wyraźną tendencję w czasie 16-dniowego okresu badań (tendencja spadkowa), natomiast w niniejszych badaniach wyraźne tendencje w stężeniu odnotowano dla soku 7 drzew, przy czym dla 6 z nich była to tendencja wzrostowa [Bilek i in. 2017b]. Z kolei dla manganu w badaniach prowadzonych na Podkarpaciu stwierdzono w czasie 16-dniowych badań soku brzozonego pobieranego od 3 drzew tendencję wzrostową stężenia dla jednego, tendencję spadkową dla drugiego oraz stężenie utrzymujące się na zbliżonym poziomie dla trzeciego [Bilek 2018]. W niniejszych badaniach z kolei dla manganu uzyskano wyniki niejednoznaczne: zaledwie dla 2 na 9 badanych drzew obserwowano wyraźną tendencję wzrostową stężenia manganu w czasie, dla jednego – spadkową, dla pozostałych zaś tendencji takich nie dało się zidentyfikować. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki wskazują, że sok brzozonego w miarę upływu czasu cechuje się coraz korzystniejszymi właściwościami żywieniowymi pod względem zawartości miedzi i cynku, natomiast dla manganu nie można wskazać najkorzystniejszego momentu poboru.

Wyniki badań wskazują również, że na skład soku brzozonego istotny wpływ może mieć miejsce poboru. Stwierdzona w niniejszych, pilotażowych badaniach wyższa zawartość miedzi w sokach drzewnych pobranych z terenu Nadleśnictwa Garwolin, zaś cynku i manganu w sokach z Podkarpacia może stanowić korzystną cechę surowca pobranego w danym regionie, a tym samym – istotny wyróżnik dla lokalnych producentów, bez konieczności konkurencji w ramach krajowego rynku soków drzewnych. Szerzej zakrojone badania soku brzozonego z różnych regionów Polski i ustalenie związku składu chemicznego z miejscem pochodzenia pozwoliłyby na wprowadzenie geograficznej identyfikacji surowca na podstawie profilu składników mineralnych, podobnie jak ma to miejsce w przypadku win [Hajdukiewicz 2015]. Ustalenie składu mineralnego charakterystycznego dla danego regionu geograficznego pozwoliłoby również na stosowanie przez producentów tzw. oświadczeń zdrowotnych o wysokiej zawartości wybranych składników mineralnych, a co za tym idzie – dotarcie do świadomych grup konsumentów o różnym zapotrzebowaniu żywieniowym [Ozimek, Przeździecka-Czyżewska 2017].

Wnioski

- ✦ Uzyskane wyniki zawartości składników mineralnych w soku brzozonego świadczą o tym, że jest to surowiec wartościowy pod względem żywieniowym, cechujący się jednak dużą zmiennością badanych parametrów, zarówno pomiędzy poszczególnymi drzewami, jak i w czasie.
- ✦ Nie wykazano, aby na stężenie manganu, cynku i miedzi miała wpływ klasa grubości drzew. Równocześnie stwierdzono negatywną zależność statystyczną pomiędzy zawartością miedzi a dobową wydajnością soku pobranego z nawierconych drzew. Nie stwierdzono zależności statystycznej pomiędzy zawartością cynku i manganu a dobową wydajnością soku.

- ✚ W miarę upływu czasu, niezależnie od grubości drzewa, sok brzożowy cechował się wzrastającymi wartościami stężenia – cynku oraz miedzi. W przypadku manganu nie wykazano wyraźnych tendencji w stężeniu badanym w profilu czasu.
- ✚ Uzyskane wyniki upoważniają do stwierdzenia, że w przypadku komercyjnego pozyskiwania soku brzożowego wskazany jest pobór soku z jak największej liczby drzew, tak aby uzyskiwać surowiec o możliwie najbardziej uśrednionych zawartościach składników mineralnych i tym samym o najkorzystniejszych walorach odżywczych. Natomiast pobór soku brzożowego z jednego tylko drzewa może wiązać się z pozyskaniem surowca o znikomej wartości odżywczej.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania Nadleśniczemu Nadleśnictwa Garwolin (RDLP Warszawa) za pomoc w realizacji badań terenowych.

Literatura

- Beck P. S. A., Caudullo G., de Rigo D., Tinner W. 2016. *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats. W: San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A. [red.]. European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union Editors.
- Bilek M. 2018. Perspektywy i warunki wykorzystania rodzimego soku brzożowego jako surowca dla przemysłu spożywczego. *Postępy Techniki w Leśnictwie* 143: 41-45.
- Bilek M., Kuźniar P., Stawarczyk K., Cieślak E. 2016a. Zawartość manganu w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia. *Postępy Fitoterapii* 17 (4): 255-261.
- Bilek M., Siembida A., Gostkowski M., Stawarczyk K., Cieślak E. 2017a. Variability of the minerals content as a factor limiting health properties of birch saps. *Journal of Elementology* 22 (3): 957-967.
- Bilek M., Stawarczyk K., Gostkowski M., Olszewski M., Kędziora K. M., Cieślak E. 2016b. Mineral content of tree sap from the Subcarpathian region. *Journal of Elementology* 21 (3): 669-679.
- Bilek M., Stawarczyk K., Łuczaj Ł., Cieślak E. 2015. Zawartość wybranych składników mineralnych i anionów nieorganicznych w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 100 (3): 138-147.
- Bilek M., Szwerc W., Kuźniar P., Stawarczyk K., Kocjan R. 2017b. Time-related variability of the mineral content in birch tree sap. *Journal of Elementology* 22 (2): 497-515.
- Bilek M., Szwerc W., Sosnowski S., Kocjan R. 2018a. Zróżnicowanie zawartości manganu w soku drzewnym brzożowym w profilu czasu. *Postępy Fitoterapii* 19 (1): 27-31.
- Bilek M., Żurek N., Szwerc W., Staniszewski P., Kocjan R. 2018b. Składniki mineralne i metale ciężkie w butelkowanych sokach brzożowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 51 (4): 284-292.
- Enescu C. M. 2017. Collection and use of birch sap, a less known non-wood forest product in Romania. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 17 (1): 191-194.
- Graves H. S. 1906. *Forest mensuration*. New York John Wiley & Sons, Inc. London.
- Hajdukiewicz A. 2015. Oznaczenia geograficzne produktów rolno-spożywczych jako kwestia sporna w negocjacjach transatlantyckiego partnerstwa handlowo-inwestycyjnego. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania* 41 (1): 39-51.
- Jarosz M. [red.]. 2017. *Normy żywienia dla populacji Polski*. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa.
- Jeong-Jeong S., Jeong H. S., Woo S. H., Shin Ch. S. 2013. Consequences of ultrafiltration and ultraviolet on the quality of white birch (*Betula platyphylla* var. *japonica*) sap during storage. *Australian Journal of Crop Science* 7: 1072-1077.
- Kim C.-M., Jung D.-J., Sheo H.-J. 1991. A study on the ingredients in the sap of *Acer mono* Max. and *Betula costata* T. in Mt. Jiri area – on the components of mineral and sugar. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 20 (5): 479-482.
- Kūka M., Čakste I., Geršebeka E. 2013. Determination of bioactive compounds and mineral substances in Latvian birch and maple saps. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences* 4/5: 437-41.
- Ozimek I., Przeździecka-Czyżewska N. 2017. Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne w regulacjach prawnych i opinii konsumentów. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 24 (1): 5-17.
- Papp N., Czégényi D., Hegedűs A., Morschhauser T., Quave C. L., Cianfaglione K., Pieroni A. 2014. The uses of *Betula pendula* Roth among Hungarian Csángós and Székelys in Transylvania, Romania. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 83 (2): 113-122.
- Sőkand R., Pieroni A., Biró M., Dénes A., Dogan Y., Hajdari A., Kalle R., Reade B., Mustafa B., Nedelcheva A., Quave C. L., Łuczaj Ł. 2015. An ethnobotanical perspective on traditional fermented plant foods and beverages in Eastern Europe. *Journal of Ethnopharmacology* 170: 284-96.

- Staniszewski P., Nowacka W. Ł., Gasek A. 2016.** Potrzeby i wyzwania edukacji w zakresie nieдрzewnego użytkowania lasu. *Studia i Materiały CEPL* 47: 155-161.
- Viškelis P., Rubinskienė M. 2011.** Beržų sulos cheminė sudėtis. *Sodininkystė Ir Daržininkystė* 30 (1): 75-81.
- Zyryanova O. A., Terazawa M., Koike T., Zyryanov V. I. 2010.** White birch trees as resource species of Russia: their distribution, ecophysiological features, multiple utilizations. *Eurasian Journal of Forest Research* 13 (1): 25-40.