

Zawartość manganu w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia

Manganese content in the tree saps from the area of Podkarpacie

¹Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Stanisław Sosnowski

²Zakład Botaniki, Pozawydziałowy Zamiejscowy Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski

Kierownik Zakładu: dr hab. Łukasz Łuczaj

³Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. Ewa Cieślik

SUMMARY

Introduction. The spring sap of trees are consumed for centuries in the countries of central, eastern and northern Europe, and folk medicine assigns them various medicinal properties. In Poland, in recent years, the popularity of tree saps has grown. It manifests in a large group of consumers collecting tree saps, as well as in an expanding range of bottled tree saps.

Aim. The aim of this study was to estimate the manganese content in the tree saps and identify potential nutritional and medicinal benefits associated with this mineral.

Material and methods. Tree saps were collected at two localities in Podkarpacie region. In Niwiska tree saps were collected from the groups of individuals of silver birch growing at four different posts, while in Werynia trees were growing in the same post, but they belonged to the eight species. The manganese content has been determined by atomic absorption spectroscopy.

Results. Manganese content was significantly higher in the tree saps collected from the silver birch trees growing in the forest (17.59 mg/l \pm 8.46), and in turn the lowest – near of the farm (1.99 mg/l \pm 1.27) and farmland (3.98 mg/l \pm 2.31). Among the eight studied species significantly higher manganese content was observed in the case of hornbeam tree saps (6.89 mg/l \pm 6.84), white willow tree saps (4.61 mg/l \pm 4.31) and silver birch tree saps (4.25 mg/l \pm 2.46). In the context of the nutritional standards of the European Food Safety Authority one liter of examined tree saps can realize from zero to more than a thousand percent of the daily recommendation.

Conclusions. Depending on the species and collection sites tree saps can be a rich source of manganese. The greatest prospect for widespread use is associated with the birch tree saps, which can be used in the treatment of manganese deficiency.

Keywords: tree saps, manganese, nutritional deficiencies, medicinal plant materials

STRESZCZENIE

Wstęp. Wiosenne soki drzew od wieków spożywane są w krajach Europy Środkowej, Wschodniej i Północnej, a medycyna ludowa przypisuje im rozmaite właściwości lecznicze. W Polsce, w ostatnich latach popularność soków drzewnych wzrasta, co przejawia się dużą grupą konsumentów zbierających sok we własnym zakresie, jak również powiększającym się asortymentem soków butelkowanych.

Cel pracy. Celem badań było oszacowanie zawartości manganu w sokach drzewnych pochodzących z terenu Podkarpacia i określenie potencjalnych korzyści żywieniowych i leczniczych związanych z tym pierwiastkiem.

Materiał i metody. Soki drzewne pobrano w dwóch miejscowościach na terenie Podkarpacia. W Niwiskach soki zostały pobrane z brzozy zwisłej, rosnącej na czterech różnych stanowiskach, z kolei w Werynii z drzew rosnących na tym samym stanowisku, ale należących do ośmiu różnych gatunków. Oznaczenia zawartości manganu dokonano metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej.

Wyniki. Istotnie największą ilość manganu zawierał sok brzozy zwisłej rosnącej w lesie (17,59 mg/l \pm 8,46), a najmniejszą – w pobliżu gospodarstwa (1,99 mg/l \pm 1,27) i pola uprawnego (3,98 mg/l \pm 2,31). Pośród ośmiu badanych gatunków istotnie większą zawartość manganu od pozostałych badanych gatunków zawierał sok grabu pospolitego (6,89 mg/l \pm 6,84), wierzby białej (4,61 mg/l \pm 4,31)

i brzozy zwisłej (4,25 mg/l \pm 2,46). W odniesieniu do norm żywieniowych Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Żywności, soki badanych drzew w jednym litrze zawierają od zera do ponad tysiąca procent normy manganu.

Wnioski. W zależności od miejsca poboru i gatunku, soki drzewne są bogatym źródłem manganu. Największe perspektywy masowego wykorzystania stwarzają soki brzozy zwisłej, które mogą być wykorzystywane w walce z niedoborami manganu.

Słowa kluczowe: soki drzewne, mangan, niedobory żywieniowe, roślinne surowce lecznicze

Wprowadzenie

Spożywanie wczesną wiosną soków drzewnych, głównie z brzozy i klonu, jest wielowiekową tradycją w krajach Europy Środkowej, Wschodniej i Północnej (1, 2). W Polsce popularność soków drzewnych, szczególnie z brzozy, wzrasta, czego wyrazem jest nie tylko duża grupa konsumentów pozyskujących sok we własnym zakresie, ale także powiększający się asortyment soków brzozowych, konserwowanych kwasem cytrynowym, dosładzanych, pasteryzowanych i butelkowanych (3). Wiele ze współczesnych badań, dotyczących wiosennych soków drzewnych, koncentruje się na ustaleniu, które ze składników chemicznych decydują o szerokim ich wykorzystaniu w medycynie ludowej. Stosowano je bowiem m.in. w chorobach nerek, żołądka i wątroby, kamicy żółciowej i nerkowej, stanach anemii i ogólnego osłabienia, chorobach zakaźnych i zakażeniach pasożytami jelitowymi, osłabionej odporności, a także w chorobach skórnych (4-8).

W dotychczasowych badaniach soków drzewnych pochodzących z terenu Podkarpacia oszacowane zostały parametry chemiczne, świadczące o ich potencjale prozdrowotnym, przydatności technologicznej do produkcji syropów, a także ewentualnym, szkodliwym wpływie na organizm człowieka.

Wśród składników mineralnych, dla których określono normy żywienia dla populacji polskiej (9), zbadano w sokach drzewnych zawartość: wapnia, magnezu, żelaza, cynku, miedzi, fosforu i fluoru, natomiast wśród elektrolitów: sodu, potasu i chloru. Soki drzewne, szczególnie te pozyskiwane z powszechnie występującej na Podkarpaciu brzozy zwisłej, okazały się bardzo wartościowym źródłem miedzi i cynku. Jeden litr takiego soku niejednokrotnie pokrywał dzienne zapotrzebowanie na te biopierwiastki. Z kolei zawartość wapnia, magnezu, potasu, chloru i fosforu jest w stosunku do dziennego zapotrzebowania żywieniowego niska lub bardzo niska, przy czym w dotychczasowych badaniach fluoru i żelaza w sokach drzewnych nie wykryto (10, 11). Jednocześnie nie stwierdzono, by zawartość w sokach drzewnych substancji niekorzystnych, takich jak siarczany i azotany (V) oraz sól, stwarzała ryzyko zdrowotne (10, 12). Dla polskich soków drzewnych

brzozowych określono również potencjalną przydatność do produkcji syropu brzozowego (13).

Zawartość składników mineralnych w sokach drzewnych wydaje się być najważniejszym elementem ich działania prozdrowotnego, gdyż potencjał przeciwutleniający i zawartość związków polifenolowych, uznawanych jako jeden z istotnych czynników określających korzystne działanie produktów pochodzenia roślinnego, jest dla nich, niezależnie od pochodzenia, bardzo niska (14). Bogactwo biopierwiastków zawartych w sokach drzewnych stwarza realne szanse wykorzystania ich jako leczniczych surowców roślinnych, stosowanych w walce z niedoborami składników mineralnych.

Cel pracy

Celem niniejszych badań było oszacowanie zawartości manganu w sokach z drzew rosnących na terenie Podkarpacia i określenie ich potencjalnych korzyści żywieniowych i leczniczych.

Materiał i metody

Soki zostały pobrane z drzew rosnących w dwóch miejscowościach Podkarpacia: Werynii i Niwiskach. W Werynii soki pobrano z drzew rosnących na tym samym stanowisku, ale należących do ośmiu gatunków, tj. brzozy zwisłej (brodawkowej) (*Betula pendula* Roth.), brzozy omszonej (*B. pubescens* Ehrh.), grabu pospolitego (*Carpinus betulus* L.), klonu zwyczajnego (*Acer platanoides* L.), klonu jesionolistnego (*A. negundo* L.), orzecha czarnego (*Juglans nigra* L.), olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.) i wierzby białej (*Salix alba* L.). Z kolei w Niwiskach soki zostały pobrane z jednego gatunku, a mianowicie brzozy zwisłej, ale z drzew rosnących na czterech różnych stanowiskach: na wypasanym nieużytku (dalej: „Pastwisko”), wokół intensywnie użytkowanego gospodarstwa rolnego (dalej: „Gospodarstwo”), na terenie lasu (dalej: „Las”) oraz z miedzy, bezpośrednio sąsiadującej z polem uprawnym (dalej: „Pole uprawne”). Szczegółowy opis stanowisk w Werynii i Niwiskach wraz z ich pełną charakterystyką przedstawiony został w uprzednio opublikowanych pracach (11, 12, 14).

Poboru soków drzewnych dokonano według wcześniej opisanej metodyki (10, 11). Oznaczenia

zawartości manganu dokonano metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej zgodnie z opisaną już metodyką (13), która przeszła pełną walidację, podlega procedurze wewnętrznej kontroli jakości (wg PN-EN 13804) oraz cyklicznie zgłaszana jest do weryfikacji w badaniach międzylaboratoryjnych. Analizę powtarzano dla każdej z próbek dwukrotnie.

Wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej w programie Statistica 10, za pomocą którego wykonano wieloczynnikową analizę wariancji (ANOVA) oraz test istotności NIR przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki

Wyniki oznaczania zawartości manganu w sokach drzew rosnących na terenie Podkarpacia zestawiono w tabelach 1 i 2.

W badaniach porównawczych soków różnych drzew należących do gatunku brzoza zwisła, rosnących na czterech stanowiskach, dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ stanowiska, na którym rosły brzozy oraz poszczególnych drzew na zawartość manganu w soku. Istotnie największą ilość manganu zawierał sok drzew rosnących w lesie ($17,59 \text{ mg/l} \pm 8,46$), a najmniejszą sok drzew rosnących w pobliżu gospodarstwa ($1,99 \text{ mg/l} \pm 1,27$) i pola uprawnego ($3,98 \text{ mg/l} \pm 2,31$) (ryc. 1). O wysokim zróżnicowaniu soku analizowanych drzew świadczy fakt, że jedynie dwa drzewa rosnące w pobliżu gospodarstwa nie różniły się istotnie między sobą zawartością manganu w ich soku (tab. 1).

Natomiast w badaniach porównawczych soków drzewnych pochodzących z drzew rosnących na

Tab. 1. Zawartość manganu w sokach drzewnych brzozowych pobranych w Niwiskach

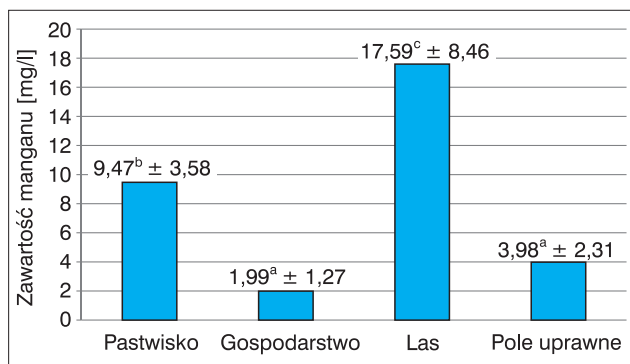
Miejsce poboru	Średnia zawartość manganu w soku poszczególnych drzew (mg/l) \pm SD (n = 2)				
	1	2	3	4	5
Pastwisko	11,51 ^d \pm 0,09	10,71 ^c \pm 0,17	13,79 ^e \pm 0,12	4,20 ^b \pm 0,13	7,13 ^a \pm 0,03
Gospodarstwo	3,42 ^c \pm 0,06	1,35 ^b \pm 0,07	0,56 ^a \pm 0,01	3,44 ^c \pm 0,01	1,20 ^b \pm 0,04
Las	8,97 ^a \pm 0,28	15,05 ^c \pm 0,07	31,27 ^e \pm 0,31	11,28 ^b \pm 0,26	21,38 ^d \pm 0,22
Pole uprawne	4,30 ^d \pm 0,04	1,34 ^a \pm 0,04	2,60 ^b \pm 0,10	3,80 ^c \pm 0,07	7,86 ^e \pm 0,07

Różne litery w wierszach oznaczają istotne różnice pomiędzy drzewami dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

Tab. 2. Zawartość manganu w sokach drzewnych pobranych w Werynii

Gatunek	Średnia zawartość manganu w soku poszczególnych drzew (mg/l) \pm SD (n = 2)				
	1	2	3	4	5
Olsza czarna	n.d. ^a	n.d. ^a	n.d. ^a	n.d. ^a	0,11 ^b \pm 0,02
Orzech czarny	n.d. ^a	n.d. ^a	0,07 ^a \pm 0,03	0,94 ^b \pm 0,01	n.d. ^a
Brzoza omszona	2,00 ^c \pm 0,00	2,14 ^d \pm 0,03	2,89 ^e \pm 0,00	n.d. ^a	0,76 ^b \pm 0,01
Brzoza zwisła	7,92 ^e \pm 0,07	5,33 ^d \pm 0,03	3,14 ^b \pm 0,05	0,90 ^a \pm 0,18	3,96 ^c \pm 0,10
Klon zwyczajny	n.d. ^a	0,25 ^b \pm 0,04	0,63 ^c \pm 0,05	1,32 ^d \pm 0,04	0,66 ^c \pm 0,00
Grab pospolity	n.d. ^a	2,11 ^b \pm 0,09	3,24 ^c \pm 0,04	12,36 ^d \pm 0,03	16,73 ^e \pm 0,10
Wierzba biała	11,88 ^e \pm 0,03	5,65 ^d \pm 0,01	3,90 ^c \pm 0,08	1,07 ^b \pm 0,06	0,52 ^a \pm 0,01
Klon jesionolistny	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Różne litery w wierszach oznaczają istotne różnice pomiędzy poszczególnymi drzewami dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$; n.d. – manganu nie wykryto



Ryc. 1. Średnia zawartość manganu w soku brzozy należącej do gatunku brzoza zwisła w zależności od ich stanowiska w miejscowości Niwiska. Różne litery oznaczają istotne różnice dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

jednym stanowisku przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ gatunku drzewa oraz poszczególnych drzew tego samego gatunku na zawartość manganu w uzyskanym soku. Istotnie większą zawartość manganu, w porównaniu do pozostałych badanych gatunków, zawierały soki pochodzące z grabu pospolitego (6,89 mg/l ± 6,84), wierzby białej (4,61 mg/l ± 4,31) i brzozy zwisłej (4,25 mg/l ± 2,46) (ryc. 2). Poszczególne drzewa należące do wymienionych gatunków charakteryzowały się również największym zróżnicowaniem ze względu na zawartość manganu w ich sokach (tab. 2).

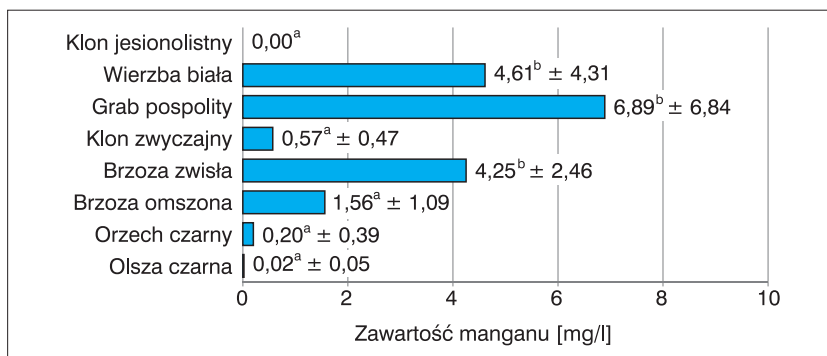
Dyskusja

Już na początku ubiegłego wieku istniało zainteresowanie przemieszczaniem się manganu w strukturach roślinnych (15). Później udowodniono, iż wraz ze spadkiem odczynu zawartość manganu dwuwartościowego (jony Mn^{2+}) wzrasta w glebie. Ta właśnie forma manganu, dostępna dla roślin, łatwo jest transportowana do korzeni, a następnie do pędów, gdzie ostatecznie jest gromadzona (16).

Odnotowane w niniejszych badaniach zakresy stężeń manganu w soku drzew porównać można z wynikami analiz soku drzew uzyskanymi w północnej i środkowej Europie oraz we wschodniej Azji. W badaniach prowadzonych na terenie Litwy w soku brzozy zwisłej średnie stężenie manganu wynosiło 1,17 mg/l (5), zaś na terenie Finlandii od 1,1 do 1,8, w zależności od terminu zbioru (17), podczas gdy w niniejszych badaniach dla gatunku tego odnotowano średnie stężenie 4,25 mg/l dla pięciu drzew rosnących w Werynii oraz 8,26 mg/l dla dwudziestu drzew rosnących w Niwiskach.

Średnie stężenie manganu w soku otrzymanym z klonu zwyczajnego pochodzącego z terenu Łotwy wynosiło 0,25 mg/l (6), zaś w sokach pobranych z pięciu drzew rosnących w Werynii kształtowało się na poziomie 0,57 mg/l. W badaniach soków pobranych z brzozy zwisłej na dwóch stanowiskach na Łotwie, odnotowano z kolei stężenie manganu w wysokości 0,5 i 0,52 mg/l (6). Natomiast w niniejszych badaniach średnie stężenia manganu w badanych próbkach soków pochodzących z czterech stanowisk brzozy zwisłej wynosiły odpowiednio: 9,47; 2,0; 17,59 oraz 3,98 mg/l. W badaniach prowadzonych na terenie Korei Południowej w soku drzewnym gatunku *Betula platyphylla* var. *japonica* stwierdzono zawartość manganu wynoszącą 2,36 mg/l (18), w soku uzyskanym z *Betula costata* T. – 5,7 mg/l, zaś w soku otrzymanym z klonu *Acer mono* Max. – 4,5 mg/l (19) oraz od 0,36 do 0,42 mg/l w zależności od pory zbioru (20).

Spośród trzech gatunków, dla których soków w niniejszych badaniach udowodniono najwyższe zawartości manganu, tj. grabu pospolitego, wierzby białej i brzozy zwisłej, występujących na terenie Podkarpacia, drzewem stwarzającym największe perspektywy wykorzystania dla celów praktycznych jest powszechnie występująca brzoza zwisła (21). Sok pozyskiwany z brzozy zwisłej stanowi bardzo bogate źródło manganu. Średnia zawartość manganu



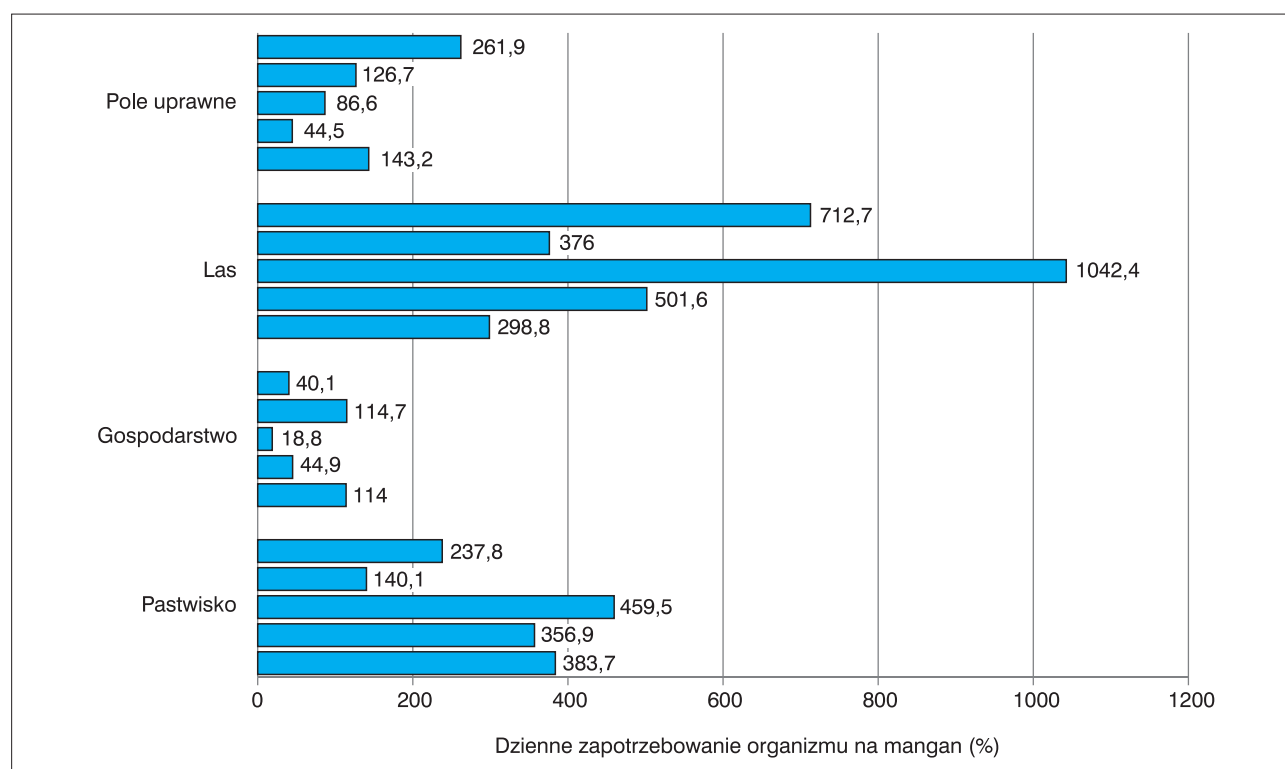
Ryc. 2. Średnia zawartość manganu w soku badanych gatunków drzew rosnących w miejscowości Werynia. Różne litery oznaczają istotne różnice dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$

w 20 próbkach soku pobranego z brzozy zwisłej wynosiła 8,26 mg/l, przy czym jeden z soków zawierał 31,27 mg/l manganu. Tymczasem do warzyw o najwyższych zawartościach manganu zalicza się: szpinak (do 10,32 mg/kg), sałatę (5,45 mg/kg) i szczaw (do 6,9 mg/kg) (22). Wśród miodów najbogatszym źródłem manganu są miody spadziowe: iglasty (10,9 mg/kg) i liściasty (13,8 mg/kg) (23), zaś wśród produktów zbożowych: otręby (do 85,0 mg/kg), chleby pszenne (do 20 mg/kg) i chleby żytnie (do 26,7 mg/kg) (24). Nie tylko sok, ale także liście brzozy zwisłej cechuje bardzo wysoka zawartość manganu. Napary z liści brzozy zawierają od 174,9 do 192,1 mg/l manganu, podczas gdy napary z liści mięty do 28,6 mg/l, z liści pokrzywy do 7,8 mg/l, a z liści melisy do 21,4 mg/l (25).

Zawartość manganu w sokach brzozowych, w odniesieniu do przyjętych obecnie norm dziennego zapotrzebowania organizmu człowieka na ten biopierwiastek, jest wysoka. Znowelizowane „Normy żywienia dla populacji polskiej” z roku 2012 nie precyzują zapotrzebowania organizmu człowieka na mangan (9). Europejska Agencja Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) wskazuje jednak na bardzo istotną rolę manganu w utrzymaniu zdrowia człowieka, wynikającą m.in. z funkcji, którą pełni ten biopierwiastek

jako składnik licznych enzymów, takich jak glikozylo-transferaza, fosfataza alkaliczna i arginaza. Ustalono zatem, że wystarczające spożycie manganu powinno wynosić 3 mg/dzień dla osoby dorosłej. Wcześniej wytyczne EFSA mówiły o średnim zapotrzebowaniu 6,4-9,9 mg manganu na dzień dla osób dorosłych i 6,8-7,2 mg dla dzieci w wieku 3-14 lat, przy czym EFSA nie określiła dawki uważanej za toksyczną (26-28).

Badania wykazały, że sok z brzozy zwisłej zawiera w 1 l poziom manganu przekraczający ponad 10-krotnie aktualne zalecenia EFSA (ryc. 3). Przyjmuje się, że nieorganiczne związki manganu wykazują niską toksyczność po podaniu doustnym (29). Zatem wysoka zawartość manganu w sokach drzewnych może być wykorzystana do zwalczania ewentualnych niedoborów tego pierwiastka, manifestujących się m.in. w spadku płodności, w zahamowanym wzroście włosów i ich nadmiernym wypadaniu, przebarwieniach skóry i jej zwiększonej podatności na stany zapalne, a także w zaburzoną płytek paznokciowych (28). Tylko przy regularnym, długotrwałym spożywaniu w dużych ilościach soku drzewnego, należałoby wziąć pod uwagę możliwość niekorzystnego wpływu manganu nie tylko na funkcjonowanie układu nerwowego (30), ale także sercowo-naczyniowego (28).



Ryc. 3. Dzienne zapotrzebowanie organizmu na mangan w odniesieniu do 1 l soku uzyskanego z brzozy zwisłej rosnącej na czterech stanowiskach na terenie Niwisk

Przeprowadzone badania wskazują, że stanowisko, na którym rosną drzewa, ma istotny wpływ na zawartość manganu w ich soku. Świadczą o tym próbki soku pobrane z brzozy zwisłej rosnącej w lesie. Ma ono także wpływ na wartość zdrowotną takich soków. Ponadto na przyswajalność manganu przez drzewa z gleby wpływać mogą różne czynniki, m.in. odczyn gleby, zawartość substancji organicznej i obecność węglanu wapnia (31-33). Z kolei w samych roślinach wyższe stężenia manganu obserwuje się w przypadku osobników wysoce ekspozowanych na zanieczyszczenia atmosferyczne (34).

W związku z powyższym, badania soków drzewnych powinny objąć także analizy składu gleby i wskazać na ewentualne zależności pomiędzy zawartością wybranych substancji w soku drzewnym i glebie. Szersze badania tego typu mogłyby przyczynić się do typowania optymalnych miejsc poboru soków drzewnych i – opierając się na badaniach gleboznawczych – przyczynić się do pobierania surowca o najkorzystniejszych parametrach prozdrowotnych. Wysoka w kontekście norm żywieniowych zawartość manganu w sokach drzewnych wskazuje również na konieczność kontrolowania ewentualnej obecności w sokach drzewnych pierwiastków śladowych, które w wysokich stężeniach mogą wykazać efekt toksyczny.

Wnioski

1. Wykazano, że w zależności od stanowiska i gatunku drzewa, soki drzewne mogą być bogatym źródłem manganu.
2. Największe perspektywy masowego wykorzystania pośród gatunków drzew, których soki są bogate w mangan, stwarzają soki brzozy zwisłej.
3. Wysokie stężenia manganu odnotowywane w soku z brzozy zwisłej sprawiają, że może on być wykorzystywany w leczeniu niedoborów tego biopierwiastka.
4. W nawiązaniu do badań gleboznawczych i środowiskowych wydaje się celowe opracowanie procedury warunkującej pozyskiwanie soków o optymalnych dla ludzkiego zdrowia stężeniach manganu.

Piśmiennictwo

1. Rastogi S, Pandey MM, Rawat AKS. Medicinal plants of the genus *Betula* – Traditional uses and a phytochemical-pharmacological review. *J Ethnopharmacol* 2015; (159):62-83.
 2. Zyryanova OA, Terazawa M, Koike T i wsp. White birch trees as resource species of Russia: their distribution, ecophysiological features, multiple utilizations. *Eurasian J For Res* 2010; 13(1):25-40.
 3. Stawarczyk M. Soki drzewne. *Aptekarz Polski* 2015; 102(80e):17-21.
 4. Peev C, Dehelean C, Mogosanu C i wsp. Spring drugs of *Betula pendula* roth.: biologic and pharmacognostic evaluation. *Studia Universitatis Vasile Goldis,*

Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series) 2010; 20(3):41-3.
 5. Viškeliš P, Rubinskienė M. Beržų sulos cheminė sudėtis. *Sodininkystė Ir Daržininkystė* 2011; 30(1):75-81.
 6. Kūka M, Čakste I, Geršebeka E. Determination of bioactive compounds and mineral substances in Latvian birch and maple saps. *Proc Latvian Acad Sci, Section B* 2013; 4/5(685/686):437-41.
 7. Svanberg I, Sōukand R, Łuczaj Ł i wsp. Uses of tree saps in northern and eastern parts of Europe. *Acta Soc Bot Pol* 2012; 81(4):343-57.
 8. Papp N, Czégényi D, Hegedűs A i wsp. The uses of *Betula pendula* Roth among Hungarian Csángós and Székelys in Transylvania, Romania. *Acta Soc Bot Pol* 2014; 83(2):113-22.
 9. Jarosz M. Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012.
 10. Bilek M, Stawarczyk K, Łuczaj Ł i wsp. Zawartość wybranych składników mineralnych i anionów nieorganicznych w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2015; 3(100):138-47.
 11. Bilek M, Stawarczyk K, Gostkowski M i wsp. Mineral content of tree saps from Subcarpathian region. *J Elem* 2016; 21(3):669-679.
 12. Bilek M, Stawarczyk K, Kuźniar P i wsp. Evaluation of inorganic anions content in the tree saps. *J Elem* 2016; 21(4):1277-1288.
 13. Bilek M, Stawarczyk K, Siembida A i wsp. Zawartość cukrów w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia. *Żywn-Nauk Technol* 2015; 6(103):53-63.
 14. Bilek M, Siembida A, Stawarczyk K i wsp. Aktywność przeciwrodnikowa soków drzewnych z terenu Podkarpacia. *Żywn-Nauk Technol* 2015; 4(101):151-61.
 15. Kelley WP. The function and distribution of manganese in plants and soils. *Hawaii Agric Exper Stat, Bulletin* 1912; (26):1-56.
 16. Millaleo R, Reyes-Díaz M, Ivanov AG i wsp. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. *J Soil Sci Plant Nutr* 2010; 10(4):476-94.
 17. Harju L, Huldén S-G. Birch sap as a tool for biogeochemical prospecting. *J Geochem Explor* 1990; (37):351-65.
 18. Jeong SJ, Jeong HS, Woo SH i wsp. Consequences of ultrafiltration and ultraviolet on the quality of white birch (*Betula platyphylla* var. *japonica*) sap during storage. *Aust J Agric Res* 2013; 7(8):1072-7.
 19. Kim C-M, Jung D-J, Sheo H-J. 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. *J Korean Soc Food Nutr* 1991; 20(5):479-82.
 20. Jeong SJ, Lee CH, Kim HY i wsp. Characteristics of Goroshoe (*Acer mono* Max.) sap with different collection times after ultra filtration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2011; 40(5):753-8.
 21. Raport o stanie lasów w Polsce 2012. *Centr Inf Lasów Państw*, Warszawa 2013.
 22. Czech A, Rusinek E, Bartoszek D. Zawartość pierwiastków śladowych w wybranych warzywach z rejonu Lubelszczyzny. *Roczn PZH* 2006; 57(1):57-64.
 23. Stecka H, Gręda K, Pohl P. Zawartość i biodostępność wapnia, miedzi, żelaza, magnezu, manganu i cynku w komercyjnie dostępnych krajowych miódach pszczołach. *Bromat Chem Toksykol* 2012; (2):111-6.
 24. Kot A, Zaręba S. Produkty zbożowe źródłem żelaza i manganu. *Roczn PZH* 2005; 56(1):91-6.
 25. Koniecznyński P, Wesolowski M. Ocena zawartości manganu i miedzi w liściach wybranych roślin leczniczych i otrzymanych z nich ekstraktach wodnych. *Bromat Chem Toksykol* 2008; (3):338-42.
 26. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion of the panel on food additives and nutrient sources added to food on manganese ascorbate, manganese aspartate, manganese bisglycinate and manganese pidolate as sources of manganese added for nutritional purposes to food supplements following a request from the European Commission. *The EFSA J* 2009; (114):1-23.
 27. EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2013. Scientific Opinion on Dietary reference values for manganese. *EFSA J* 2013; 11(11):3419. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3419.
 28. Zawadzki M, Gać P, Poręba R i wsp. Zmiany w układzie ser-

cowo-naczyniowym zwierząt poddawanych intoksykacji związkami manganu. *Med Pr* 2008; 59(5):387-93. **29.** Starek A. Mangan i jego związki nieorganiczne – w przeliczeniu na Mn. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. *Podst Metody Oceny Środ Pracy* 2012; 1(71):27-58. **30.** Rybakowska I, Kaletha K, Sein Anand J. Manganizm – choroba neurodegeneracyjna mózgu spowodowana zatruciem manganem. *Przegl Lek* 2012; 69(8):555-6. **31.** Jaworska H. Mangan całkowity oraz jego formy mobilne w wybranych glebach pól z okolic huty mie-

dzi Głogów. *Proc EC Opole* 2012; 6(2):731-6. **32.** Wysokiński A. Zawartość żelaza i manganu w roślinach nawożonych osadami ściekowymi kompostowanymi z CaO i popiołem z węgla brunatnego. *Ochr Środ Zas Nat* 2011; (49):108-16. **33.** Sapek B. Zawartość manganu i cynku w roślinności użytku zielonego na tle zmian kwasowości środowiska w wieloletnim. *Ochr Środ Zas Nat* 2009; (40):224-35. **34.** Szyszlak-Bargłowicz J, Mijalska-Szewczak I. Zawartość manganu i żelaza w pasie zieleni przydrożnej. *Ochr Środ Zas Nat* 2011; (48):508-12.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 08.01.2016

zaakceptowano/accepted: 15.02.2016

Adres/address:

*dr n. farm. Maciej Bilek

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów

tel. +48 663-196-847

e-mail: mbilek@ur.edu.pl