

MACIEJ BILEK, KINGA STAWARCZYK, AGNIESZKA SIEMBIDA,
MACIEJ STRZEMSKI, MARCIN OLSZEWSKI, EWA CIEŚLIK

ZAWARTOŚĆ CUKRÓW W SOKACH DRZEWNYCH Z TERENU PODKARPACIA

Streszczenie

Oznaczono zawartość cukrów w sokach drzewnych sześciu gatunków drzew rosnących na terenie Podkarpacia. Materiał doświadczalny stanowiły soki z drzew gatunków: brzoza zwisła in. brodawkowata (*Betula pendula* Roth.), brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), grab pospolity (*Carpinus betulus* L.), klon zwyczajny (*Acer platanoides* L.), klon jesionolistny (*Acer negundo* L.) oraz wierzba biała (*Salix alba* L.). Analizę jakościową cukrów przeprowadzono metodą wysokosprawnej chromatografii cienkowarstwowej (HPTLC), a analizę ilościową – metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją światła rozproszonego (HPLC-ELSD). W sokach pozyskanych z drzew z rodzajów: brzoza oraz grab dominowała glukoza oraz fruktoza, a w sokach klonów i wierzby – sacharoza. Średnia zawartość sumy cukrów wynosiła: w sokach grabowych – 0,333 g/100 ml, klonu jesionolistnego – 1,109 g/100 ml, brzozy zwisłej – 0,897 g/100 ml, wierzby białej – 0,672 g/100 ml, brzozy omszonej – 0,475 g/100 ml, zaś klonu zwyczajnego – 1,083 g/100 ml. W soku klonu jesionolistnego oznaczono najwięcej cukrów (1,214 g/100 ml), a w soku grabu – najmniej (0,302 g/100 ml). Jedynie wyniki analizy soku z brzozy zwisłej są porównywalne z sokami brzozowymi pochodzącymi z krajów Europy Północnej i Ameryki Północnej.

Słowa kluczowe: soki drzewne, cukry, syrop brzozowy, syrop klonowy, HPLC-ELSD, HPTLC

Dr n. farm. M. Bilek, Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Żelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, mgr K. Stawarczyk, Zakład Botaniki, Pozawydziałowy Zamiejscowy Instytut Biotechnologii Stosowanej i Nauk Podstawowych, Uniwersytet Rzeszowski, Werynia 502, 36-100 Kolbuszowa, mgr inż. A. Siembida, prof. dr hab. inż. Ewa Cieślik, Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr n. farm. inż. M. Strzemski, Katedra Chemii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. W. Chodźki 4a, 20-093 Lublin, dr inż. M. Olszewski, Katedra Biotechnologii Molekularnej i Mikrobiologii, Wydz. Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12 80-233 Gdańsk.

Wprowadzenie

Świeże wiosenne soki drzew, zwłaszcza rodzajów: klon i brzoza, stanowią wartościowy element diety w wielu regionach świata [27]. W Azji najpopularniejszymi gatunkami, z których pobiera się soki, są: klon mono, klon ginnala i brzoza szerokolistna [5, 10, 11]. Na obszarze Ameryki Północnej najczęściej zbiera się soki z klonów: cukrowego, srebrzystego i czerwonego oraz z brzozy: papierowej, cukrowej i *Betula neoalaskana* [1, 9, 23, 26]. W Europie dominującymi gatunkami, z których pozyskuje się soki, są: brzoza zwisła i omszona oraz klon zwyczajny [22, 27]. Dawniej na obszarze Europy wschodniej, m.in. w Polsce i Rumunii, zbierano sok z grabu pospolitego [27]. Sok z klonu jesionolistnego używany był przez Indian Czejenów do wyrobu cukierków [7], a sok z wierzby spożywano na Syberii [27].

Pozyskiwane wiosną soki z różnych gatunków drzew składają się głównie z wody (ok. 97 %) i cukrów, przy czym dominującym cukrem soków klonowych jest sacharaza, zaś brzozowych – fruktoza i glukoza [22]. Soki drzewne stanowią źródło rozpuszczalnych związków metali [11, 12, 19, 28], wolnych aminokwasów oraz peptydów [13, 14, 16, 19], związków polifenolowych oraz witamin [5, 19, 28]. Obecność składników bioaktywnych determinuje aktywność biologiczną soków drzewnych, stąd są one przedmiotem badań [21, 24].

Wśród głównych celów pozyskiwania soków drzewnych jest ich spożywanie w postaci świeżej, produkcja napojów fermentowanych, a przede wszystkim półprzemysłowe wytwarzanie syropu. Produkt ten stosowany jest powszechnie jako zamiennik cukru, polewa do potraw, dodatek do owoców, deserów oraz sałatek. Coraz częściej stosowany jest również do warzyw, ryb i mięs [4, 9, 17, 27].

Zawartość cukru w sokach drzewnych wyznacza opłacalność ich przetwarzania do postaci syropu. Proces technologiczny polega na stopniowym i długotrwałym odparowywaniu wody z soku drzewnego do uzyskania produktu o pożądanej zawartości ekstraktu, kształtującej się na poziomie ok. 70 °Brix [1, 9, 22, 23, 26]. Do czynników ograniczających opłacalność przetwórstwa soków drzewnych należą także: potencjalne zanieczyszczenie mikrobiologiczne, szybko postępująca fermentacja zebranych soków, jak również ryzyko rozkładu termicznego cukrów (szczególnie fruktozy) podczas odparowywania wody [1, 9, 15, 18, 23, 26].

Wzmożony popyt na produkty naturalne powoduje, że istnieje potrzeba wprowadzania modyfikacji, innowacji technologicznych, rozwiązań materiałowych i ekologicznych związanych z nowymi produktami. W przypadku soków drzewnych ważne jest, aby pobierać najwięcej soków w sposób najmniej szkodliwy dla drzewa i minimalizować równocześnie zanieczyszczenia. Poszukuje się także innych rozwiązań, np. innych gatunków drzew, z których można byłoby pobierać na większą skalę wiosenne soki i produkować z nich wartościowe syropy [1, 9, 23, 26].

Celem pracy była ocena przydatności soków drzewnych, pozyskanych z terenu Podkarpacia, pod względem zawartości cukrów prostych i sacharozy do produkcji syropów.

Material i metody badań

Soki drzewne gatunków: brzoza zwisła (*Betula pendula* Roth.), brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), grab pospolity (*Carpinus betulus* L.), klon zwyczajny (*Acer platanoides* L.), klon jesionolistny (*Acer negundo* L.) oraz wierzba biała (*Salix alba* L.) pozyskano z osobników rosnących na terenie Instytutu Biotechnologii i Nauk Podstawowych Uniwersytetu Rzeszowskiego, zlokalizowanego na terenie miejscowości Werynia (50,25 °N, 21,83 °E), w województwie podkarpackim. Soki pobierano od 26 lutego do 16 marca 2014 r., w czasie pierwszego tygodnia ich płynięcia. Na wyznaczonym do poboru soków terenie nie stosowano żadnych zabiegów agrotechnicznych. Obszar znajdował się z daleka od zabudowań oraz szlaków komunikacyjnych. Do pobierania soków wytypowano drzewa tego samego gatunku, z tego samego stanowiska, znajdujące się od siebie w odległości nie większej niż 15 m. Wszystkie drzewa, z których pozyskiwano soki, miały średnicę większą niż 25 cm [1].

Własna procedura pobierania próbek, będąca modyfikacją wcześniej opublikowanych metod [8], miała na celu uniknięcie zanieczyszczenia mikrobiologicznego i ewentualnego rozkładu cukrów przez drobnoustroje. Przed przystąpieniem do pobierania soków na drzewie wyznaczonym do poboru (50 cm od wierzchniej warstwy gleby) od strony południowej usuwano fragment kory jałowym dłutem odkażonym preparatem Octenisept (Schülke & Mayr, Norderstedt, Niemcy). Miejsce to dezynfekowano 70-procentowym alkoholem etylowym (POCH, Gliwice, Polska) i po 30 s przystępowano do wiercenia otworów (o głębokości 4 ÷ 6 cm) pod kątem 30°. Czynniono to sterylnym, autoklawowanym wiertłem o średnicy 10 mm. Pozostałe po wierceniu elementy drewna usuwano sterylnym skalpelem (Schreiber, Fridingen, Niemcy). Następnie odczekiwano 5 min od rozpoczęcia wycieku soków, aby umożliwić wypłynięcie z otworu resztek drewna. Po upływie tego czasu miejsce w okolicy otworu nasączano 96-procentowym alkoholem etylowym, opalano gazowym palnikiem przenośnym i przystępowano do pobierania soków. Po otwarciu wlot jałowej probówki wirówkowej o pojemności 15 ml opalano palnikiem, umieszczano w wywierconym otworze i pobierano płynące soki do analizy. W momencie zakończenia poboru każdorazowo wlot probówek opalano palnikiem gazowym i szczelnie zamykano. Po zakończeniu poboru zabezpieczano otwór w drzewie za pomocą maści ochronnej.

Analizę soków techniką wysokosprawnej chromatografii cienkowarstwowej (HPTLC, *High Performance Thin Layer Chromatography*) prowadzono w komorze DS-L (Chromdes, Lublin, Polska). Rozdzielenie przeprowadzono na płytkach pokrytych żelem o zmodyfikowanej grupami aminowymi powierzchni HPTLC 60 NH₂ F₂₅₄S

20 × 10 cm (Merck, Darmstadt, Niemcy). Wykonywano wodno-metanolowe (10 : 90 v/v) roztwory wzorcowe fruktozy, glukozy i sacharozy o stężeniu 10 mg/ml oraz mieszaninę wzorców o stężeniu 10 mg/ml każdego z cukrów. Sok w ilości 0,5 ml odparowywano w temp. 20 ± 2 °C do sucha pod strumieniem azotu. Suchą pozostałość rozpuszczano w 50 µl wody dejonizowanej, a następnie dodawano 450 µl metanolu. Próbkę o objętości 4 µl nanoszono w postaci pasm o długości 1 cm w odstępach 5 mm aplikatorem TLC Autosampler AS-30 (Desaga, Heidelberg, Niemcy). Fazą ruchomą była mieszanina acetonitrylu i wody dejonizowanej w proporcjach 85 : 15 (v/v). Płytki nasycono parami eluentu w ciągu 10 min, a następnie rozwijano chromatogramy na długości 8 cm. Po wysuszeniu płytki spryskiwano świeżo sporządzonym odczynnikiem wywołującym: mieszaniną acetonowego roztworu aniliny – 10 g/l, acetonowego roztworu difenylaminy – 10 g/l i 85-procentowego kwasu fosforowego w proporcjach 5 : 5 : 1 (v/v/v). Płytki spryskiwano za pomocą spryskiwacza Merck TLC roztworem wywołującym i ogrzewano przez 3 min w temp. 140 °C na płycie grzewczej Camag TLC Plate Heater III. Fotografie płytek chromatograficznych wykonywano z użyciem komory Camag TLC Visualizer (Camag, Muttenz, Szwajcaria).

Analizę soków techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC-ELSD, *High Performance Liquid Chromatography with Evaporative Light Scattering Detection*) prowadzono metodą zwalidowaną, opublikowaną we wcześniejszej pracy [3]. Zastosowano wysokosprawny chromatograf cieczowy firmy Varian (Walnut Creek, USA), sterowany za pomocą programu Varian Workstation wersja 6.9.1, składający się z dwóch pomp Varian LC 212, automatycznego podajnika próbek Varian-ProStar 410, ewaporacyjnego detektora promieniowania rozproszonego Varian ELSD 385 LC oraz modułu integrującego Varian Star 800. Do rozdzielania chromatograficznego używano kolumny chromatograficznej Cosmosil Sugar-D, 4,6 × 250 mm (Nacalai Tesque, Kyoto, Japonia). Częstotliwość szczytywania danych prowadzono przy 5.0 Hz. Chromatogramy opracowywano za pomocą programu Varian Workstation wersja 6.9.1. Doświadczalnie ustalono optymalne parametry analizy chromatograficznej: przepływ izokratyczny, skład fazy ruchomej – acetonitryl : woda (80 : 20 v/v), natężenie przepływu strumienia fazy ruchomej – 1 ml/min, objętość dozowanych próbek – 25 µl, temperaturę kolumny – 35 °C, temperaturę tacy automatycznego podajnika próbek – 4 °C. Parametry detektora ELSD: natężenie przepływu strumienia gazu – 1,2 l/min, temperatura rozpylacza – 80 °C, temperatura parownika – 80 °C. Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona przez porównanie czasów retencji pików badanych próbek z czasami retencji wzorców: fruktozy, glukozy i sacharozy oraz ich mieszaniny. Określona została również liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych trzech wymienionych cukrów. Precyzję metody potwierdzono przez dwukrotne powtarzanie nastrzyku każdej z próbek. Kalibrację przeprowadzono na

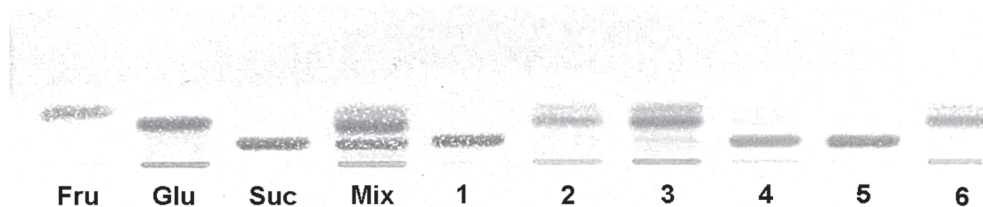


początku i po zakończeniu analizy. Pięciopunktową krzywą kalibracyjną utworzono ze średnich z dwóch wartości uzyskanych dla każdego poziomu kalibracyjnego. Analizę chromatograficzną poprzedzało odgazowanie próbek w łaźni ultradźwiękowej i przesączenie ich przez filtry strzykawkowe MCE o średnicy porów 0,45 μm (Alchem, Rzeszów, Polska).

Analizie poddano 18 próbek soków wiosennych, pochodzących z 6 gatunków drzew. Każdorazowo oznaczenia zawartości cukrów wykonywano w 2 powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (czynnikiem różnicującym grupy był gatunek drzewa, z którego pobierano soki) przy wykorzystaniu programu Statistica v. 10.0. W dalszej części analizy statystycznej, w celu wskazania istotnych różnic pomiędzy danymi grupami, zastosowano test *post hoc* rozsądnej istotnej różnicy (RIR) Tukeya. Różnice uznawano za istotne przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie analizy jakościowej wykazano, że soki pozyskane z drzew gatunku: grab pospolity, brzoza zwisła oraz brzoza omszona stanowiły źródło fruktozy i glukozy, natomiast soki z klonu zwyczajnego, klonu jesionolistnego i wierzby białej – sacharozy (rys. 1).



Fru – fruktoza / fructose; Glu – glukoza / glucose; Suc – sacharoza / sucrose; Mix – mieszanina wzorców trzech cukrów / mixture of three sugars; 1 – klon zwyczajny / Norway maple; 2 – grab pospolity / hornbeam; 3 – brzoza omszona / downy birch; 4 – wierzba biała / white willow; 5 – klon jesionolistny / boxelder; 6 – brzoza zwisła / silver birch.

Rys. 1. Chromatogram TLC badanych soków drzewnych

Fig. 1. TLC chromatogram of tree sap samples analyzed

W analizie ilościowej soków drzewnych, wykonanej metodą HPLC-ELSD, potwierdzono wyniki uzyskane metodą HPTLC, z tym, że w jednym z soków brzozy zwisłej wykryto obecność sacharozy (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość cukrów w badanych sokach drzewnych

Table 1. Content of sugars in tree saps analyzed

Gatunek Species	Zawartość cukru w soku drzewnym Content of sugar in tree sap [mg/ml]			Suma cukrów Total sugars [g/100 ml]	
	Fruktoza / Fructose	Glukoza / Glucose	Sacharoza / Sucrose		
Grab pospolity Hornbeam	1.	1,655 ± 0,021	1,9 ± 0,029	-	0,355
	2.	1,556 ± 0,002	1,869 ± 0,008	-	0,343
	3.	1,389 ± 0,005	1,633 ± 0,001	-	0,302
Klon jesionolistny Boxelder	1.	-	-	9,857 ± 0,037	0,986
	2.	-	-	12,142 ± 0,074	1,214
	3.	-	-	11,261 ± 0,018	1,126
Brzoza zwisła Silver birch	1.	4,767 ± 0,019	4,964 ± 0,001	-	0,973
	2.	4,031 ± 0,0	3,544 ± 0,032	-	0,769
	3.	4,34 ± 0,038	3,665 ± 0,02	1,509 ± 0,006	0,95
Wierzba biała White willow	1.	-	-	3,789 ± 0,023	0,378
	2.	-	-	11,683 ± 0,107	1,168
	3.	-	-	4,712 ± 0,023	0,471
Brzoza omszona Downy birch	1.	2,311 ± 0,013	2,342 ± 0,015	-	0,465
	2.	2,766 ± 0,038	3,016 ± 0,01	-	0,579
	3.	1,833 ± 0,003	1,986 ± 0,01	-	0,382
Klon zwyczajny Norway maple	1.	-	-	10,308 ± 0,017	1,031
	2.	-	-	8,541 ± 0,018	0,854
	3.	-	-	13,641 ± 0,053	1,364

Objaśnienia: / Explanatory notes:

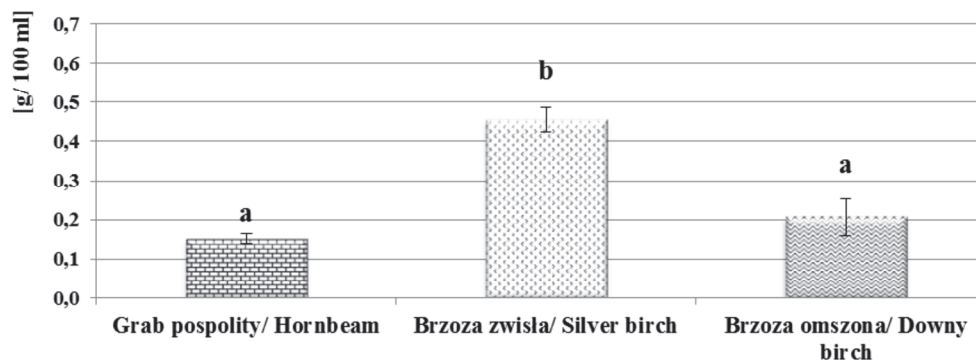
W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 2.

Średnia zawartość cukrów w badanych sokach drzewnych wynosiła w sokach grabowych 0,333 g/100 ml, klonu jesionolistnego – 1,109 g/100 ml, brzozy zwisłej – 0,897 g/100 ml, wierzby białej – 0,672 g/100 ml, brzozy omszonej – 0,475 g/100 ml, a klonu zwyczajnego – 1,083 g/100 ml. Największe różnice sumy cukrów stwierdzono w sokach gatunku wierzba biała (0,378 ÷ 1,168 g/100 ml), zaś najmniejsze – w sokach grabu pospolitego (0,302 ÷ 0,355 g/100 ml). Drzewem o największej zawartości sumy cukrów w soku był osobnik klonu jesionolistnego (1,214 g/100 ml), a o najmniejszej – grabu (0,302 g/100 ml).

Wykazano statystycznie istotne ($p < 0,05$) różnice pod względem zawartości zarówno fruktozy, jak i glukozy (rys. 2 i 3) pomiędzy sokami drzewnymi pozyskanymi z grabu pospolitego oraz brzozy omszonej a sokiem z brzozy zwisłej. Z kolei między sokami z klonu jesionolistnego i zwyczajnego a sokiem pozyskanym z brzozy zwisłej stwierdzono statystycznie istotne ($p < 0,05$) różnice pod względem zawartości sacharozy (rys. 4). Pomędzy sokami drzewnymi pozyskanymi z drzew gatunku klon jesiono-



listny oraz zwyczajny a grab pospolity oraz brzoza omszona wykazano natomiast statystycznie istotne ($p < 0,05$) różnice w zakresie ogólnej zawartości cukrów (rys. 5)

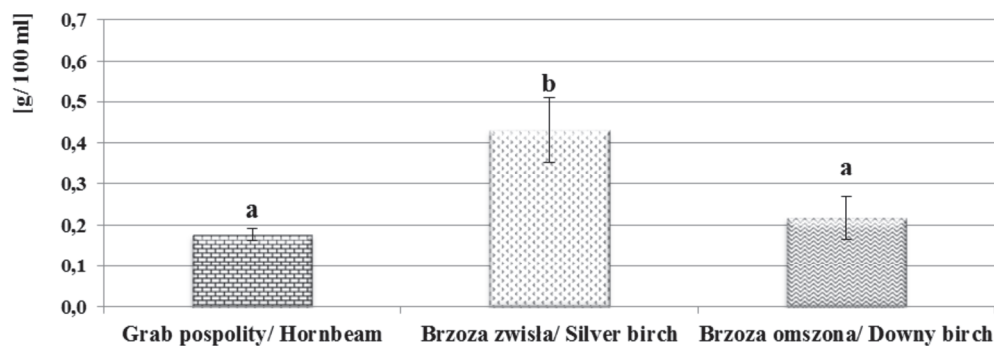


Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – te same litery oznaczają brak różnic statystycznie istotnych pomiędzy grupami eksperymentalnymi ($p < 0,05$) / the same letters denote no statistically significant differences among experimental groups ($p < 0,05$)

Rys. 2. Zawartość fruktozy w badanych sokach drzewnych

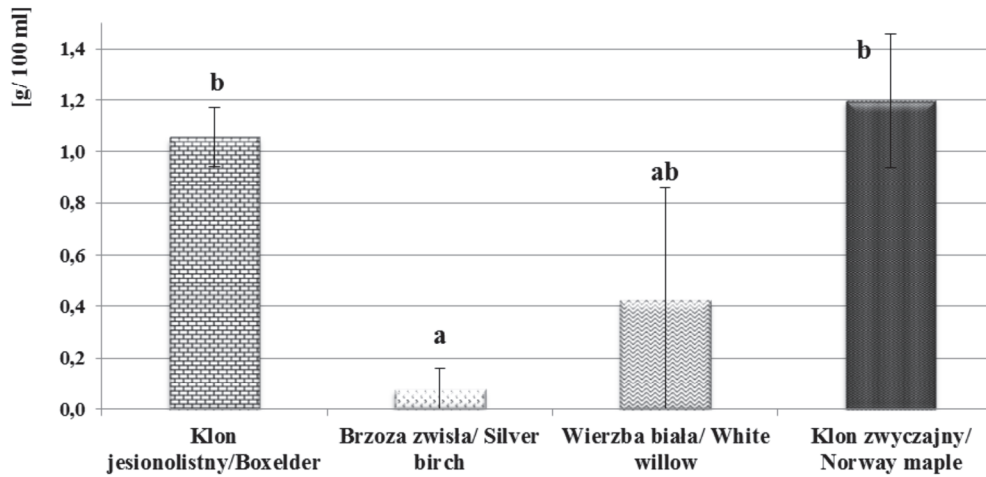
Fig. 2. Content of fructose in tree saps analysed



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Zawartość glukozy w badanych sokach drzewnych

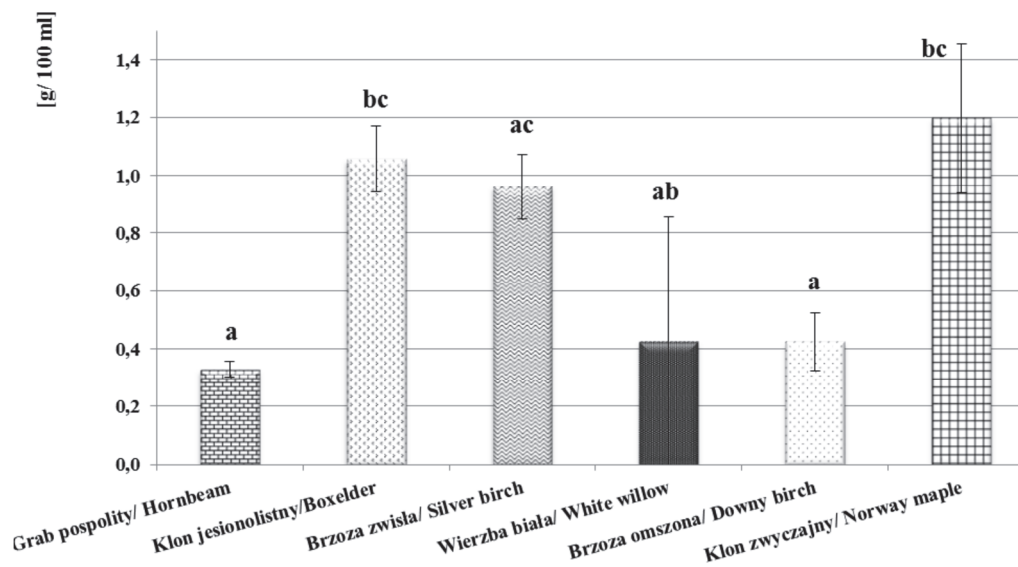
Fig. 3. Content of glucose in tree saps analysed



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 4. Zawartość sacharozy w badanych sokach drzewnych

Fig. 4. Content of sucrose in tree saps studied



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 5. Ogólna zawartość cukrów w badanych sokach drzewnych

Fig. 5. Content of total sugars in tree saps analyzed

Tylko w sokach brzozy zwisłej, pobranych z terenu Podkarpacia, oznaczono zawartość cukrów zbliżoną do zawartości tych składników w sokach pochodzących z krajów północnoeuropejskich, w których produkuje się syrop brzozowy. W sokach brzozy zwisłej z Łotwy stwierdzono 1,043 g/100 ml sumy cukrów, a w sokach brzozowych z Litwy zawartość sumy cukrów wynosiła 1,07 g/100 ml [28]. W Finlandii soki pobierane z brzozy zwisłej zawierały do 0,93 mg/100 ml sumy cukrów, a z brzozy omszonej – do 0,9 g/100 ml [14].

Badane soki klonowe, jak również sok wierzbowy zawierający sacharozę, były uboższe w cukry niż soki klonowe, z których produkuje się syropy w krajach Ameryki Północnej. W soku klonu cukrowego, najczęściej używanego do produkcji syropu, Larochelle i wsp. [20] stwierdzili do 5,5 g cukrów w 100 g soku, a Holgate [8] – do 2,73 g/100 ml. Soki klonów: czerwonego, amurskiego, srebrzystego i jesionolistnego zawierają cukry w ilościach odpowiednio [g/100 ml]: 4,09, 3,9, 3,43 i 2,54 [6]. Także soki pobrane z klonu zwyczajnego na terenie Łotwy zawierały więcej cukrów – 1,983 g/100 ml [19] niż soki z Podkarpacia.

Wyniki badań wskazują, że sok brzozowy stwarza perspektywę wykorzystania go do produkcji syropów. W Finlandii do produkcji syropu brzozowego stosuje się sok brzozowy o zawartości ekstraktu 1 °Brix (czyli zawierający ok. 1,0 g sumy cukrów w 100 ml), co pozwala na uzyskanie produktu o pożądanych przez nabywców cechach sensorycznych, smakowych i zdrowotnych [17]. Wytwarzanie syropu brzozowego w skali półprzemysłowej na Alasce jest opłacalne, gdy sok brzozowy wykazuje średnią skręcalność właściwą co najmniej 0,74 °Brix (ok. 0,7 g/100 ml sumy cukrów) [2, 4]. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych soków brzozy zwisłej. Gatunek ten stanowi ok. 7 % udziału powierzchniowego lasów państwowych i blisko 10 % lasów prywatnych w Polsce [25].

Wnioski

1. Jedynie soki brzozy zwisłej odznaczały się parametrami zbliżonymi do tych, z których produkuje się syrop brzozowy w Finlandii i USA.
2. Średnia zawartość cukrów w sokach klonowych była mniejsza niż w sokach wykorzystywanych do produkcji syropów w Kanadzie i USA.
3. Zawartość cukrów w sokach brzozowych pozyskiwanych z terenu Podkarpacia stwarza perspektywę produkcji syropu brzozowego, natomiast produkcja syropu klonowego może być mniej opłacalna.

Literatura

- [1] A Handbook of Best Management Practices for Massachusetts Maple Syrup Farms [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2014.]: http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/pdf_doc_ppt/maple_bmp_final.pdf
- [2] Berg A. van den: Birch syrup production to increase the economic sustainability of maple syrup production in the Northern Forest [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: <http://nsrcforest.org/sites/default/files/uploads/vandenBerg11full.pdf>
- [3] Bilek M., Natłok N., Kaniuczak J., Gorzelany J.: Sugar and inorganic anions content in mineral and spring water-based beverages. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.*, 2014, **3 (65)**, 193-197.
- [4] Cameron M.: Establishing an Alaskan birch syrup industry: Birch syrup-it's the un-maple [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015]: http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/other/gtr-nc217/gtr_nc217page135.pdf
- [5] Choi Y H., Han S.S., Hyun Ok Lee H.O., Baek S. W.: Biological activity of bioactive components from *Acer ginnala* Max. *Bull. Korean Chem. Soc.*, 2005, **9 (26)**, 1450-1452.
- [6] Conger A.: A comparative analysis of sugar concentrations in various maple species on the St. John's Campus [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: http://www.employees.csbsju.edu/ssaupe/CV/conger_final_report.pdf
- [7] Hart J.: The ethnobotany of the Northern Cheyenne Indians of Montana. *J. Ethnopharmacol.*, 1981, **1 (4)**, 1-55.
- [8] Holgate K.C.: Changes in the composition of maple sap during the tapping season [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: <http://ecommons.library.cornell.edu/bitstream/1813/4305/1/bulletin742.pdf>
- [9] Hopkins K.: Maple syrup quality control manual [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: <http://www.umext.maine.edu/onlinepubs/PDFpubs/7038.pdf>
- [10] Jeong-Jeong S., Lee C.H., Kim H.Y., Hwang I.G., Shin C.S., Park E.S., Lee J., Jeong H.S.: Characteristic of *Goroshoe* (*Acer mono* Max.) sap with different collection times after ultra filtration. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 2011, **5 (40)**, 753-758.
- [11] Jeong-Jeong S., 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. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 2012, **1 (41)**, 143-148.
- [12] Jeong-Jeong S., Jeong H.S., Woo S.H., Shin Ch.S.: Consequences of ultrafiltration and ultraviolet on the quality of white birch (*Betula platyphylla* var. japonica) sap during storage. *Aust. J. Crop. Sci.*, 2013, **7 (8)**, 1072-1077.
- [13] Jiang H., Sakamoto Y., Tamai Y., Terezawa M.: Proteins in the exudation sap from birch trees, *Betula platyphylla* Sukatchev var. japonica Hara and *Betula verrucosa* Her. *Eurasian J. For. Res.*, 2001, **2**, 59-64.
- [14] 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.
- [15] Kalio H., Karppinen T., Holmbom B.: Concentration of birch sap by reverse osmosis. *J. Food Sci.*, 1985, **50**, 1330-1332.
- [16] Kalio H., Ahtonen S.: Identification and seasonal variations of amino acids in birch sap used for syrup production. *Food Chem.*, 1989, **33**, 125-132.
- [17] Kalio H., Teerinen T., Ahtonen S., Suihko M., Linko R.R.: Composition and properties of birch syrup (*Betula pubescens*). *J. Agric. Food Chem.*, 1989, **37**, 51-54.
- [18] Koffi K., Labrie S., Genois A., Aït Aïssa A., Aïder M.: Contribution to the development of a method of maple sap soft drink stabilization by electro-activation technology. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2014, **59**, 138-147.



- [19] Kūka M., Ćakste 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.
- [20] Laroche F., Forget E., Rainville A., Bousquet J.: Sources of temporal variation in sap sugar content in a mature sugar maple (*Acer saccharum*) plantation. *Forest Ecol. Manag.*, 1998, **106**, 307-313.
- [21] Legault J., Girard-Lalancette K., Grenon C., Dussault C., Pichette A.: Antioxidant activity, inhibition of nitric oxide overproduction, and *In vitro* antiproliferative effect of maple sap and syrup from *Acer saccharum*. *J. Med. Food*, 2010, **2 (13)**, 460-468.
- [22] Luczaj 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.
- [23] Maher K.A.C.: Factors influencing birch sap production in Alaskan birch (*Betula neoalaskana* Sarg.) [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: <http://www.uaf.edu/files/ces/aknfc/resources/workshops/06FactorInfluenceBirchSap.pdf>
- [24] Peev C., Dehelean C., Mogosanu C., Feflea F., Corina T.: Spring drugs of *Betula pendula* Roth.: Biologic and pharmacognostic evaluation, *Studia Univ. VG, SSV*, 2010, **3 (20)**, 41-43.
- [25] Raport o stanie lasów w Polsce 2012 [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: http://bip.lasy.gov.pl/pl/bip/raporty_i_prognozy
- [26] Reference manual [online]. Dostęp w Internecie [4.02.2015.]: http://www.omafra.gov.on.ca/english/food/inspection/maple/pdf/fs_maple_ch3.pdf
- [27] Svanberg I., Sōukand R., Luczaj Ł., Kalle R., Zyryanova O., Dénes A., Papp N., Nedelcheva A., Šeškauskaitė D., Kołodziejska-Degōrska I., Kolosova V.: Uses of tree saps in northern and eastern parts of Europe. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 2012, **4 (81)**, 343-357.
- [28] Viškelis P., Rubinskienė M.: Beržų sulos cheminės sudėtis. *Sodininkystė ir Daržininkystė*, 2011, **3-4 (30)**, 75-82.

CONTENT OF SUGARS IN TREE SAPS FROM THE PODKARPACIE REGION

S u m m a r y

The content of sugars was determined in the tree saps of six species from the Podkarpacie region. The experimental material included the silver birch sap (*Betula pendula* Roth.), downy birch sap (*B. pubescens* Ehrh.), hornbeam sap (*Carpinus betulus* L.), Norway maple sap (*Acer platanoides* L.), boxelder sap (*A. negundo* L.), and white willow sap (*Salix alba* L.). The qualitative analysis of sugars was performed using a high performance thin layer chromatography (HPTLC) method, and the quantitative analysis was carried out with the use of a high performance liquid chromatography method with light scattering detection (HPLC-ELSD). In the birch and the hornbeam saps, glucose and fructose prevailed and in the maple and willow saps: sucrose. The mean content of total sugars was as follows: 0.333 g/100 ml in the hornbeams saps; 1.109 g/100 ml in the boxelder saps; 0.897 g/100 ml in the silver birch saps; 0.672 g/100 ml in the white willow saps; 0.475 g/100 ml in the downy birch saps; and 1.083 g/100 ml in the Norway maple saps. In the boxelder sap, the highest amount of total sugars was determined (1.214 g/100 ml), whereas in the hornbeam sap: the lowest amount of sugars (0.302 g/100 ml). The results of the silver birch analysis are the only ones that could be compared with the tree saps from the countries in Northern Europe and North America.

Key words: tree saps, sugars, maple syrup, birch syrup, HPLC-ELSD, HPTLC ☒

