

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: renata.nurzynska@up.lublin.pl

RENATA NURZYŃSKA-WIERDAK

**Właściwości lecznicze i wykorzystanie
w fitoterapii niektórych gatunków roślin drzewiastych.
Drzewa liściaste półkuli północnej**

Healing properties and the use of some species of woody plants in phytotherapy.
Deciduous trees in the northern hemisphere

Streszczenie. W pracy przedstawiono przegląd literatury dotyczący morfologii, występowania, składu chemicznego oraz aktywności biologicznej wybranych gatunków z rodzajów *Tilia*, *Betula*, *Sorbus* i *Fraxinus*, ważnych elementów lasów liściastych i mieszanych Europy oraz zadrzewień miejskich. Najważniejsze składniki aktywne syntetyzowane przez te rośliny to: olejek eteryczny (lipa, brzoza), związki flawonoidowe i fenolowe (wszystkie gatunki) oraz związki kumarynowe (jesion). Surowce omawianych roślin wykazują wielokierunkową aktywność biologiczną, w tym aktywność antyoksydacyjną, wynikającą najprawdopodobniej z obecności związków fenolowych. Liczne gatunki z omawianych rodzajów stosowane są w medycynie tradycyjnej, a ich aktywność terapeutyczna potwierdzona jest dzisiaj badaniami naukowymi.

Słowa kluczowe: *Tilia*, *Betula*, *Sorbus*, *Fraxinus*, związki fenolowe, aktywność antyoksydacyjna

WSTĘP

Fitomedycyna, bazująca na naturalnych substancjach leczniczych, od lat cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem zarówno środowisk naukowych, jak i potencjalnych odbiorców. W terapii roślinnej wykorzystywane są różne gatunki roślin, uprawiane i dziko rosnące, o mniej lub bardziej znanym składzie chemicznym i w mniejszym lub większym stopniu potwierdzonej aktywności biologicznej. Jedną z takich grup są rośliny drzewiaste – wieloletnie gatunki tworzące trwałe, silnie zdrewniałe łodygi nadziemne, a często także zdrewniałe korzenie. W zależności od pokroju określane są jako drzewa (tworzące pień i koronę) lub krzewy (pozbawione typowego pnia) [Szweykowska i Szweykowski 1993]. W pracy przedstawiono przegląd piśmiennictwa dotyczący właściwości leczniczych i wykorzystania w fitoterapii oraz kosmetyce wybranych gatunków roślin drzewiastych z rodzajów *Tilia*, *Betula*, *Sorbus* i *Fraxinus*, ważnych elementów lasów liściastych i mieszanych Europy oraz zadrzewień miejskich.

LIPA (*Tilia*)

Lipa (*Tilia*) – rodzaj z rodziny lipowatych (Tiliaceae), występujący w strefach umiarkowanych półkuli północnej. W Europie znane są przede wszystkim dwa gatunki: lipa drobnolistna (*T. cordata* Mill., syn. *T. parvifolia* Ehrh.) i lipa szerokolistna (*T. platyphyllos* Scop.), znana też jako wielkolistna (*T. grandifolia* Ehrh.), pospolite w Polsce na niżu – w zespołach leśnych i nasadzeniach miejskich. Lipa drobnolistna jest dużym drzewem, dorasta do 20–30 m wysokości, jej korona jest gęsta, kopulasta lub okrągława. Liście są długoogonkowe, blaszka o kształcie szerokojajowatym, u nasady sercowata, od spodu siniozielona, słabo owłosiona [Bugala 2000, Strzelecka i Kowalski 2000, Seneta i Dolatowski 2015]. Gatunek ten występuje w rozproszeniu na terenie całego kraju, częściej jednak we wschodniej i południowej Polsce [Ludwikowska i in. 2011]. Lipa szerokolistna jest również dużym drzewem, występującym częściej na południu Polski. Zakwita wcześniej niż lipa drobnolistna, już w połowie czerwca [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Seneta i Dolatowski 2015]. Lipa odznacza się znacznymi walorami użytkowymi. Drewno lipowe było i jest wykorzystywane w stolarstwie, tokarstwie, snycerstwie i węglarstwie. Lipa jest także bardzo cennym gatunkiem miododajnym, dostarczającym pszczołom nektaru, spadzi oraz pyłku [Samojlik 2005]. Surowiec leczniczy to kwiat lipy (*Tilliae flos*) oraz cały kwiatostan lipy (*Tilliae inflorescentia*), zbierany na początku kwitnienia i wysuszony w temperaturze do 40°C. W Polsce surowca dostarczają dwa gatunki lipy: lipa drobnolistna (*T. cordata* Mill.) i lipa szerokolistna (*T. platyphyllos* Scop.). Zbiór surowca lipy przeprowadza się z dziko rosnących lub sadzonych drzew. W niektórych krajach (Turcja) jako surowiec zbierane są także liście rodzimych gatunków lipy, zawierające kompleks związków fenolowych o silnej aktywności antyoksydacyjnej [Demiray i in. 2009].

Skład chemiczny surowca lipy. Główne składniki biologicznie czynne surowca lipy to związki flawonoidowe, śluz, olejek eteryczny (0,05–0,2%), polifenole oraz garbniki (do 2%). Flawonoidy lipy są to głównie pochodne glikozydowe kwercetyny, kemferolu i akacetyny [Kohlmünzer 2014]. Jako główne flawonoidy *T. cordata* wymieniane są: kwercetyno-3,7-di-O-ramnozyd, kemferolo-3,7-di-O-ramnozyd, kemferolo-3-O-(6''-p-kumarylo-glikozyd) oraz tilirozyd [Negri i in. 2013]. Zawartość polifenoli ogółem w ekstrakcie z kwiatostanu lipy określa się jako dość wysoką: 38,6 mg katechiny · g⁻¹ suchej masy [Duda-Chodak i in. 2011]. Kwiaty *T. cordata* i *T. platyphyllos* zawierają stosunkowo więcej garbników niż śluzu [Assessment report on *Tilia*... 2012]. Stosunek tanin do śluzu wydaje się być ważny w określaniu smaku herbaty przygotowanej z kwiatów lipy.

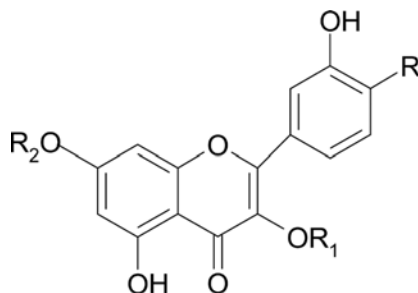
Olejek eteryczny lipy, odznaczający się silnym, swoistym aromatem, zawiera m.in. terpeny (farnesol, geraniol i eugenol), o przyjemnym zapachu, oraz liczne alkany [Strzelecka i Kowalski 2000]. Kompozycja olejku eterycznego lipy podlega różnym rodzajom zmienności. Badania przeprowadzone na trzech gatunkach z rodzaju *Tilia* [Toker i in. 1999] wykazały, że olejek eteryczny destylowany z kwiatów *T. platyphyllos* Scop. i *T. rubra* DC. charakteryzuje się wysoką zawartością węglowodanów (47,5–66,5%), podczas gdy olejek *T. argentea* Desf. ex DC. jest bogaty w estry (34,8%). Ponadto olejki otrzymane z kwiatów, przylistków i liści różniły się pod względem składu chemicznego: zawartość trikosanu w badanych olejkach wynosiła od 2,3% (liście *T. platyphyllos*) do 23,1% (kwiaty *T. rubra*), a koncentracja kwasu heksadekanowego mieściła się w zakresie od 9,8% (liście *T. platyphyllos*) do 28,5% (kwiaty *T. argentea*)

[Toker i in. 1999]. Izocyklocytral i hotrienol wymieniane są jako główne węglowodory monoterpeneowe olejku otrzymanego z kwiatostanów *T. tomentosa* i *T. cordata* (odpowiednio: 15,3 i 11,5%) [Fitsiou i in. 2007]. Kompozycja olejku eterycznego lipy zależy także od warunków wzrostu rośliny. Badania przeprowadzone w okolicy Wilna [Nivinskienė i in. 2007] wskazują różnice w składzie olejku eterycznego otrzymanego z kwiatów zebranych z drzew rosnących w warunkach miejskich o różnym stopniu zanieczyszczenia, sadzonych w pasach trawiastych i w otoczeniu płyt chodnikowych. Zawartość składnika dominującego badanego olejku – trikosanu – wynosiła od 1,1 do 12,2%, w zależności od lokalizacji nasadzeń [Nivinskienė i in. 2007].

Aktywność biologiczna kwiatostanu lipy jest wielokierunkowa: surowiec działa napotnie, przeciwgorączkowo, przeciwzapalnie, osłaniająco, powlekająco, antyoksydacyjnie, przeciwdrobnoustrojowo, uspokajająco, wiatropędnie i moczopędnie. Stosowany jest jako łagodny środek napotny (*diaphoreticum*) – w postaci naparów, szczególnie w lekkich przeziębieniach z podwyższoną temperaturą. Wyciągi wodne z kwiatostanów lipy zwiększają wydzielanie potu [Strzelecka i Kowalski 2000, Nowak i Nawrot 2009, Kohlmünzer 2014]. Właściwości napotne, przeciwzapalne i przeciwskurczowe surowca lipy związane są z obecnością wszystkich składników aktywnych, a szczególnie flawonoidów, śluzu i kwasu p-kumarowego [Assessment report on *Tilia...* 2012]. Glikozydoester – tilirozyd oraz obecne w surowcu śluzu działają łagodnie przeciwzapalnie [Piaskowska 2003]. Działanie napotne surowca lipy jest prawdopodobnie związane z obecnością flawonoidów (pochodne kwercetyny i kemferolu) oraz związków fenolowych (m.in. kwas kawowy). Próby *in vitro* potwierdziły działanie napotne wymienionych składników, a surowiec zalecany jest do stosowania w podwyższonej temperaturze, katarze, niezżytach dróg oddechowych [Nowak i Nawrot 2009]. Związki śluzowe wykazują działanie osłaniające, powlekające, łagodzące i zmniejszające podrażnienia błon śluzowych, zmiękczejące (*emollientia*) w stanach zapalnych przewodu pokarmowego i górnych dróg oddechowych [Klimek 2011]. Zapewnia to efekt łagodzący kaszel i kojący ból gardła. Działanie moczopędne surowca lipy związane jest z obecnością terpenów w olejku eterycznym. Zwiększenie wydalania moczu następuje w wyniku działania drażniącego na kanaliki nerkowe [Piaskowska 2003]. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa lipy związana jest z obecnością różnych związków biologicznie aktywnych. Wyciąg heksanowy z kwiatostanu lipy drobnolistnej odznacza się średnią aktywnością antybiotyczną [Hołderna-Kędzia i in. 2009]. Z kolei olejek eteryczny destylowany z liści lipy drobnolistnej wykazuje istotną aktywność przeciwko bakteriom Gram-dodatnim [Fitsiou i in. 2007], co może wynikać z wysokiej koncentracji trikosanu, heneikosanu oraz nonakosanu. Surowiec lipy stanowi bogate źródło substancji antyoksydacyjnych (tab. 1).

Napar z kwiatu lipowego zawiera znaczne ilości związków polifenolowych (ponad 200 mg troloksu \cdot g⁻¹ s.m.), z czego wynika jego silna aktywność antyoksydacyjna [Duda-Chodak i in. 2011]. Właściwości uspokajające surowca lipy związane są z obecnością substancji lotnych oraz związków flawonoidowych. Kwiatostan lipy jest jednym z podstawowych fitoterapeutyków stosowanych w celu poprawy jakości snu. Wyciąg z kwiatostanu lipy przedłuża czas snu i działa mikrorelaksacyjnie [Cotrim i in. 1999]. Jedną z ważniejszych właściwości surowca lipy jest powodowanie sedacji – obniżania aktywności ośrodkowego układu nerwowego bez wyłączenia świadomości. Badania na zwierzęcym modelu behawioralnym potwierdziły, że ekstrakt z lipy, podobnie jak dia-

zepam, może zredukować stany lękowe, działając sedetywnie i relaksacyjnie na mięśnie [Cotrim i in. 1999]. Aktywność przeciwłękowa lipy związana jest najprawdopodobniej z zawartością flawonoidów (rys. 1), głównie pochodnych kwercetyny, kemferolu oraz glikozydoestru – tilirozydu [Negri i in. 2013, Cárdenas-Rodriguez i in. 2014]. Obecne w surowcu lipy substancje o właściwościach antyoksydacyjnych (tab. 1) przyczyniają się do selektywnej aktywności antyproliferacyjnej wobec komórek nowotworowych, za pośrednictwem modulacji stężenia H_2O_2 [Brizi i in. 2012].



Rys. 1. Proponowana struktura glikozydów flawonoidowych znalezionych u *T. cordata* [Negri i in. 2013]

Fig. 1. Proposed structure of flavonols glycosides found in *T. cordata* [Negri *et al.* 2013]

Tabela 1. Zawartość flawonoidów i polifenoli w wodnym i etanolowym ekstrakcie z *T. × viridis* [Brizi i in. 2012]

Table 1. Flavonoids and polyphenols content of water and ethanol extracts from *T. × viridis* [Brizi *et al.* 2012]

Ekstrakt/ Extract (extr.)	Rutyna/ Rutin (mg · g ⁻¹ extr.)	Kemferol/ Kaempferol (mg · g ⁻¹ extr.)	Polifenole/ Polyphenols (mg GAE · g ⁻¹ extr.)
Wodny/ Water	4,56 ± 0,3	4,16 ± 0,4	9,78 ± 0,37
Etanolowy/ Ethanol	12,45 ± 1	13,0 ± 1	150 ± 10

Surowiec lipy w fitoterapii. Przetwory z lipy stosowane w zalecanych dawkach nie powodują żadnych objawów niepożądanych. Napary z lipy stosuje się pomocniczo jako łagodny środek napotny w stanach gorączkowych w niektórych chorobach zakaźnych (angina, grypa, stany zapalne górnych dróg oddechowych, choroby przeziębieniowe) [Ożarowski i Jaroniewski 1987]. Kwiatostan lipy najczęściej stosowany jest w postaci herbatki przeciwko przeziębieniu (2–4 g ziół w formie naparu na dzień podzielone na dwie dawki [Nowak i Nawrot 2009]), preparatów obniżających temperaturę ciała (działanie napotne) oraz immunostymulujących. Napary z lipy stosuje się ponadto w nadmiernej pobudliwości nerwowej, jako środek łagodzący stany napięcia nerwowego, szczególnie u dzieci, młodzieży i osób starszych [Lamer-Zarawska i in. 2007]. Napar z kwiatostanów lipy zmniejsza nieznacznie napięcie mięśni gładkich przewodu pokarmowego oraz pobudza wydzielanie soku żołądkowego i zwiększa przepływ żółci do dwunastnicy, co ułatwia trawienie i przyswajanie składników pokarmowych [Piaskowska 2003]. Zewnętrznie surowiec stosuje się do okładów oraz kąpieli leczniczych i pielęgnacyjnych, a także w lekkich stanach zapalnych, podrażnieniach [Ożarowski i Jaroniewski 1987]. Kwiatostan lipy wcho-

dzi w skład mieszanek ziołowych (Degrosan, Pyrosan, Agryflos), preparatów Tiliros, Herbitussin, Rubipect, Symbioline Spokojny Sen. Syrop Lipomal zawierający suchy ekstrakt z lipy (*Tiliae inflorescentiae extractum siccum*) wykazuje działanie napotne i obniżające gorączkę oraz łagodzące kaszel. Polecany jest jako łagodny środek napotny w stanach gorączkowych, grypie i przeziębieniach. Drewno lipy jest składnikiem mieszanek ziołowych o działaniu moczopędnym, służy także do wyrobu węgla leczniczego (*Tiliae carbo*) zalecanego w zatruciach pokarmowych.

BRZOZA (*Betula*)

Brzoza (*Betula*) – rodzaj drzew i krzewów z rodziny brzoźowatych (Betulaceae), występujących powszechnie na półkuli północnej. Jest ważnym rodzajem skupiającym gatunki lasotwórcze. Ze znanych 120 gatunków brzozy na świecie, a z 40 gatunków na półkuli północnej, w Polsce występuje ich 7. Najbardziej rozpowszechniona jest brzoza brodawkowata, inaczej zwisła (*Betula verrucosa* Ehrh., syn. *B. pendula* Roth.), szybko rosnące jednopienne drzewo dorastające do 30 m wysokości [Kociółek-Balawejder i Żebrowska 2009, Seneta i Dolatowski 2015]. Występuje pospolicie na niżu (w lasach, na terenach suchych) i w niższych partiach górskich, często sadzona w parkach i ogrodach. Korę ma białą i łuszczącą się okrzężnie. Młode pędy są zwisające, ciemne, nagie i pokryte kropelkami żywicy; pączki – jajowate i lepkie, liście – ogonkowe, jajowato-romboidalne, zaostrome, żywozielone. Kwiaty są rozdzielnopłciowe, zebrane w kotki; owoc stanowi orzeszek [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Strzelecka i Kowalski 2000]. Brzoza brodawkowata kwitnie równolegle z rozwojem pierwszych liści (od połowy kwietnia do połowy maja); jej pyłek osiąga bardzo wysokie stężenie w atmosferze i należy do ważnych aeroalergenów w Polsce. Uczulenie na pyłek brzozy oraz innych brzoźowatych dotyczy co najmniej 8–10% chorych z alergicznym nieżytem nosa w Polsce. Progowe stężenie pyłku, przy którym obserwuje się objawy alergii, wynosi u osób uczulonych w populacji polskiej 20 ziaren w 1 m³ [Rapiejko 2004]. Drugi ważny rodzimy gatunek, brzoza omszona (*B. pubescens* Ehrh.), jest drzewem lub wysokim krzewem, występującym w Polsce na niżu w miejscach podmokłych i wilgotnych, w wilgotnych lasach, na torfowiskach, zrębach [Strzelecka i Kowalski 2000, Rutkowski 2012]. Jest gatunkiem pokrewnym brzozie brodawkowatej. Kora brzozy omszonej jest biała, matowa; młode pędy są proste, omszone, bez żywicznych gruczołów. Liście o nasadzie i brzegach wyraźnie zaokrąglonych, ciemnozielone, młode – gęsto omszone. Kwitnie nieco później niż brzoza brodawkowata, częściej w maju niż w kwietniu; owoce (orzeszki) dojrzewają później, są zaopatrzone w większe skrzydełka [Strzelecka i Kowalski 2000, Seneta i Dolatowski 2015].

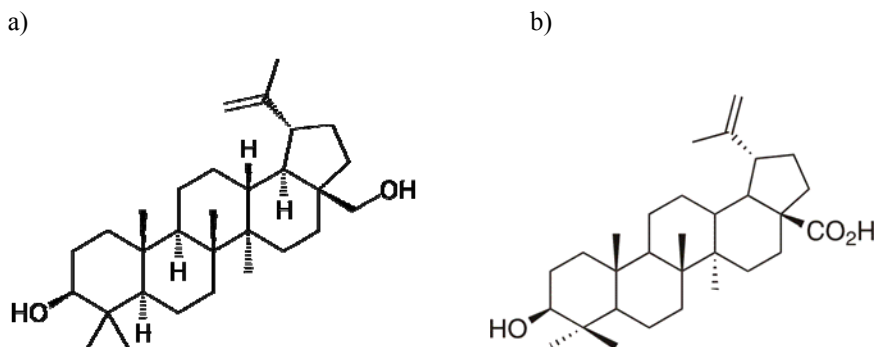
Brzoza dostarcza kilku rodzajów surowca stosowanego w lecznictwie i przetwórstwie farmaceutycznym. Dla celów leczniczych pozyskiwane są:

- liść brzozy (*Betulae folium*), zbierany w maju–czerwcu i suszony w temperaturze do 40°C,
- pączki brzozy (*Betulae gemmae*), zbierane od grudnia do marca i suszone w temperaturze około 30°C,
- świeży sok brzoźowy (*Betulae recens succus*), otrzymywany wczesną wiosną przez głębokie nacięcie gałęzi,
- kora brzozy (*Betulae cortex*), zbierana wiosną i suszona w temperaturze do 40°C,
- dziegieć, czyli smoła brzoźowa (*pix betulina*, syn. *oleum Rusci*), powstaje w wyniku suchej destylacji drewna [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Strzelecka i Kowalski 2000].

Skład chemiczny surowca brzozy. Surowcem o największym znaczeniu fitoterapeutycznym jest liść brzozy zawierający glikozydy flawonoidowe, głównie hiperozyd (do 3,5%), olejek eteryczny (0,05%), garbniki (zawartość zmienna, do 9%), saponiny (3%), triterpeny, związki poliprenolowe, kwasy organiczne, żywice, związki mineralne [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Kohlmünzer 2014]. Aglikony flawonoidowe występujące na powierzchni liści *Betula* spp. mogą stanowić do 10% suchej masy liścia. Poszczególne gatunki brzozy z diploidalnym zestawem chromosomów nie zawierają żadnych flawanonów, które byłyby obecne w liściach innych gatunków [Assessment report on *Betula*... 2014]. Spośród 26 składników polifenolowych oznaczonych w liściach *B. pendula* największy udział mają związki typu flawonolo-glikozydowego [Germano i in. 2012].

W pączkach brzozy znajduje się niewielka ilość flawonoidów, ale więcej niż w liściu związków lotnych (4–6%), pączki zawierają także saponiny i gorycze [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Strzelecka i Kowalski 2000]. Olejek eteryczny brzozy jest bogaty w związki seskwiterpenowe, szczególnie w pochodne kariofilenu. Kompozycja olejku destylowanego z pędów, liści i pączków *B. pendula* jest różna; zawartość α -betulenolu wynosi odpowiednio: 19,8; 29,3 i 25,3%, a 14-hydroksy-4,5-dihydro- β -kariofilenu: 13,4; 21,4 i 17,2% [Başer i Demirci 2007]. Olejek otrzymany z pączków *B. litwinowii* Doluch., gatunku brzozy o charakterystycznym różowo-białym pniu, rozpowszechnionego w Turcji i na Kaukazie, zawiera m.in. pochodne kariofilenu [Demirci i in. 2000]. Isidorov i in. [2015], badając pączki *B. litwinowii*, stwierdzili w oleju eterycznym obecność 150 składników, z największym udziałem α -humulenu (45%) i (E)- β -kariofilenu (26,6%); w ekstrakcie eterowym flawonoidy, triterpenoidy, fenylopropanoidy seskwiterpenowe (w tym estry kwasu ferulowego i kawowego) i alkohol typu kariofilenowego; a w ekstrakcie metylenowym, oprócz węglowodorów, także aminokwasy.

Sok brzozowy zawiera cukier inwertowany, kwasy organiczne (jabłkowy i cytrynowy), związki mineralne, aminokwasy i peptydy. Sok z brzozy jest wartościowym źródłem składników mineralnych, szczególnie miedzi i cynku, w mniejszym stopniu wapnia, magnezu i fosforu. Jednocześnie w soku stwierdzono znikome ilości składników potencjalnie niekorzystnych dla ludzkiego zdrowia, anionów nieorganicznych: azotanów (V) i siarczanów (VI) oraz sodu [Bilek i in. 2015].



Rys. 2. Składniki aktywne brzozy: a) betulina, b) kwas betulinowy
Fig. 2. Active compounds of birch-tree: a) betulin, b) betulinic acid

Kora brzozy odznacza się wysoką zawartością betuliny (10–30%), związku z grupy triterpenów (rys. 2), z którego otrzymuje się kwas betulinowy; ponadto zawiera: betulozyd, kwasy żywiczne, garbniki (4–15%) i olejek eteryczny z salicylanem metylu. Betulina, występująca w formie krystalicznych skupisk w dużych, cienkościennych, powstających na wiosnę komórkach, nadaje białe zabarwienie korze brzozy. Z kory brzozowej można ją wyizolować za pomocą sublimacji oraz na drodze ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi (chloroformem, acetonem, etanolem). Zawartość betuliny w ekstraktach pochodzących z kory różnych gatunków brzoź wynosi 70–80%, pozostałą część stanowią inne terpeny: lupeol, kwas betulinowy (4–12%), aldehyd betulinowy czy kwas oleanolowy [Zdzisińska i in. 2010].

Dziegieć brzozowy jest brunatną, ciągliwą cieczą, zawierającą około 6% fenoli (fenol, gwajakol, krezol, pirokatechol) [Strzelecka i Kowalski 2000, Kohlmünzer 2014].

Aktywność biologiczna poszczególnych surowców brzozy związana jest z ich składem chemicznym. Liść brzozy, bogaty w związki flawonoidowe, ma działanie moczopędne, niedrażniące nerek oraz saluretyczne, polegające na usuwaniu nadmiaru jonów sodu i potasu wraz z wodą, co daje efekt moczopędny i przeciwobrzękowy. Wykorzystywane jest to w leczeniu chorób z zaburzeniami metabolicznymi. Liść brzozy działa także słabo napotnie. Ekstrakt etanolowy z liści *B. pendula*, bogaty w związki polifenolowe, jest wskazywany jako potencjalne źródło czynników depigmentacyjnych o działaniu antyoksydacyjnym do wykorzystania w produkcji preparatów do wybielania skóry [Germano i in. 2012].

Olejek eteryczny otrzymany z pączków *B. litwinowii* Doluch. odznacza się aktywnością antydrobnoustrojową i antygrzybiczą [Demirci i in. 2000]. Ekstrakt eterowy z pączków *B. litwinowii* wykazuje aktywność antymikrobową [Isidorov i in. 2015].

Badania aktywności antyoksydacyjnej ekstraktów otrzymanych z różnych organów brzozy wykazały, że ekstrakt z pędów zawiera najwięcej flawonoidów i wykazuje największą zdolność do neutralizacji wolnych rodników mierzoną testem DPPH, podczas gdy ekstrakt z kory o najwyższej koncentracji związków fenolowych odznaczał się jednocześnie najlepszymi parametrami neutralizacji wolnego rodnika ABTS [Mashentseva i in. 2011].

Kora południowo-azjatyckiego gatunku brzozy (*B. alnoides* Buch-Ham. ex G. Don) wskazywana jest jako potencjalne źródło naturalnych antyoksydantów i związków antydrobnoustrojowych, do zastosowania w leczeniu chorób patogennych [Ghimire i in. 2012] oraz jako środek o działaniu przeciwzapalnym [Sur i in. 2002]. Również antybakteryjnie działa kora brzozy pożytecznej, zwanej też himalajską (*B. utilis* D. Don), gatunku pochodzącego z Azji, o charakterystycznej gładkiej, jaskrawej i błyszczącej korze barwy od białej, poprzez żółtą, purpurową, do fioletowej i o ciemnozielonych, błyszczących liściach, zawierająca według wstępnej analizy fitochemicznej węglowodany, alkaloidy i glikozydy [Kumaraswamy i in. 2008]. Ekstrakt z kory brzozy wykazywał działanie antyoksydacyjne (niższe stężenia) oraz apoptotyczne (wyższe stężenia). Badany ekstrakt działał ochronnie na żywotność komórek, wychwytywał wolne rodniki, hamował peroksydację lipidów, a także zwiększał aktywność enzymów antyoksydacyjnych, których stężenie we krwi zmienia się w różnych chorobach związanych z działaniem wolnych rodników [Ju i in. 2004]. Dodatkowo ekstrakt z kory brzozy szerokolistnej (*B. platyphylla* Scop.) wykazywał właściwości przeciw włóknieniowe, co daje możliwość wykorzystania go w leczeniu marskości wątroby [Lee i in. 2012].

Kwas betulinowy (rys. 2), pentacykliczny triterpen otrzymywany najczęściej z betuliny z kory brzozy, odznacza się aktywnością przeciwnowotworową (związek ten indukuje apoptozę komórek wielu linii ludzkich nowotworów), anty-HIV, antybakteryjną i antymalaryczną [Moghaddam i in. 2012]. Betulina i jej pochodne wykazują wielokierunkową aktywność biologiczną w małych stężeniach. Substancje te wyróżnia brak toksyczności, zarówno w warunkach *in vitro*, jak i *in vivo* [Dzubak i in. 2006]. Betulina wykazuje aktywność przeciwnowotworową, immunomodulującą, przeciwkamiczą, hepatoprotekcyjną, przeciwwirusową, przeciwdrgawkową i przeciwbólową. Przypuszcza się, że betulina indukuje syntezę białek działających ochronnie na komórki wątroby [Zdzisińska i in. 2010]. Betulina wykorzystywana jest w przemyśle kosmetycznym jako składnik kremów, balsamów i innych preparatów do pielęgnacji skóry przesuszonej, atopowej i wrażliwej.

Surowiec brzozy w fitoterapii. Liść brzozy stosowany jest w postaci odwarów i naparów oraz soku (z młodych liści) w chorobach dróg moczowych, chorobie reumatycznej, dnacie moczanowej, gościecu, trądziku, a zewnętrznie przy wypadaniu włosów. Sok z liści brzozy jest w istocie intraktem, sporządzanym na zimno ze zmiażdżonych świeżych liści i utrwalanym alkoholem [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Strzelecka i Kowalski 2000]. Sok z liści brzozy pobudza przesączanie w kłębkach nerkowych i zwiększa ilość wydalanego moczu oraz zawarty w nim jonów sodu, chloru oraz szkodliwych produktów przemiany materii. Wzmaga nieznacznie czynność wydzielniczą (wydzielanie potu i żółci), działa odtruwająco [Ożarowski i Jaroniewski 1987]. Liść brzozy jest składnikiem różnych preparatów, takich jak: granulaty Reumogran, Syligran i Urogran, mieszanki Pyrosan, Reumosan, Urosan, Diuroflos, Reumaflos, Arteflos oraz pasta Fitolizyna. Wyciągi z liści wchodziły w skład granulatu Betagran i płynu Betasol, stosowanych w łuszczycy [Strzelecka i Kowalski 2000].

JARZĄB (*Sorbus*)

Jarząb pospolity, jarzębina (*Sorbus aucuparia* L.) – drzewo (lub krzew) z rodziny różowatych (Rosaceae), występujące w całej Europie, Azji Mniejszej, na Kaukazie, Syberii; w Polsce pospolite w lasach i zaroślach na nizinach i w górach, aż po strefę koso-drzewiny [Ożarowski i Jaroniewski 1987, Strzelecka i Kowalski 2000, Seneta i Dolatowski 2015], także na terenach zieleni – jako roślina ozdobna. Dla miejskich terenów zieleni najczęściej polecane są trzy rodzime gatunki – jarząb mączny (*S. aria* (L.) Crantz.), jarząb pospolity (*S. aucuparia* L. em. Hedl.) i jarząb szwedzki (*S. intermedia* (Ehrh.) Pers.). Gatunki z rodzaju *Sorbus* wykazują dużą tolerancję wobec szkodliwych czynników środowiska miejskiego, a jednocześnie charakteryzują się znacznymi walorami dekoracyjnymi [Dimke i Bednorz 2004, Seneta i Dolatowski 2015]. Jarząb pospolity dorasta do 15–20 m, koronę ma rzadką, korę gładką, jasnopopielatą. Liście, długości do 20 cm, są nieparzystopierzaste, ostro piłkowane, od spodu owłosione. Kwiaty, białe, zebrane w baldachy, pojawiają się w maju. Owocem jest prawie kulista jagoda, początkowo pomarańczowa, w pełni dojrzała – szkarłatnoczerwona, w smaku gorzka i cierpka [Strzelecka i Kowalski 2000, Seneta i Dolatowski 2015].

Jarząb brekinia, jarząb brząk (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), należy do grupy nierzadszych gatunków rodzimych drzew leśnych. Jest przede wszystkim cennym gatun-

kiem biocenotycznym i domieszkowym, wzbogacającym bioróżnorodność lasów [Bednorz 2009]. Występuje w Europie, Azji Mniejszej, na Kaukazie i w Afryce Północnej; w Polsce dość rzadko. Gatunek ten postrzegany jest jako potencjalne źródło substancji bioaktywnych [Olszewska 2011b].

Skład chemiczny surowca jarzębiny. W lecznictwie stosowany jest głównie owoc jarzębiny (*Sorbi fructus*), zbierany w okresie pełnej dojrzałości i suszony w temperaturze 40°C. Owoce jarzębiny zawierają kwasy organiczne (jabłkowy, winowy, parasorbowy), karotenoidy, garbniki, węglowodany, witaminę C (0,2%), związki fenolowe [Kähkönen i in. 1999, Strzelecka i Kowalski 2000]. W grupie węglowodanów wyróżnia się: L(-)-sorbozę stanowiącą materiał wyjściowy do syntezy kwasu askorbowego oraz D-sorbitol (do 7%), alkohol cukrowy wykorzystywany w przemyśle farmaceutycznym przy produkcji witaminy C i emulgatorów, jako środek słodzący dla diabetyków i jako składnik odżywczy w żywieniu pozajelitowym [Kohlmünzer 2014]. Owoce jarzębiny wyróżnia znaczna zawartość witaminy C (kwasu L-askorbinowego), skutecznego antyoksydantu i środka przeciwszkorbutowego, o różnorodnych zastosowaniach profilaktycznych i terapeutycznych [Maćkowiak i Torliński 2007]. Zawartość kwasu askorbinowego w owocach roślin dziko rosnących i uprawnych wynosi od 1,19 do 2,18 g · kg⁻¹ św.m. i jest większa u odmian hodowlanych [Mlcek i in. 2014]. Owoce jarzębiny odznaczają się ponadto relatywnie wysoką zawartością związków fenolowych oraz silną aktywnością antyoksydacyjną; ogólna zawartość związków fenolowych wynosi 18,7 mg GAE · g⁻¹ s.m. [Kähkönen i in. 1999]. Badania Jabłońskiej-Ryś i in. [2009] potwierdziły silną korelację pomiędzy aktywnością antyoksydacyjną a zawartością witaminy C i związków fenolowych w owocach jarzębiny.

W celach leczniczych zbierane są niekiedy kwiaty jarzębiny (*Sorbi flos*), pozyskiwane na początku okresu kwitnienia. Suszenie surowca prowadzi się w warunkach naturalnych lub w suszarniach ogrzewanych. W przypadku suszenia w suszarniach ogrzewanych temperatura nie powinna przekraczać 30°C. Po wysuszeniu kwiaty ociera się z szypulek na sitach lub wyskubuje ręcznie. Prawidłowo przygotowane kwiaty po wysuszeniu powinny zachować białą barwę i nie powinny zawierać domieszki szypulek.

Cennym surowcem prozdrowotnym są także liście jarzębiny, charakteryzujące się aktywnością antyoksydacyjną i obecnością kompleksu związków biologicznie aktywnych, wśród których w grupie kwasów kawoilochinowych dominuje kwas chlorogenowy (71–82% ogólnej zawartości tych związków), a w zespole flawonoidów – kwercetyna (74–85% ogólnej zawartości flawonoidów) [Olszewska 2011a].

Aktywność biologiczna surowca jarzębiny. Owoce jarzębiny działa łagodnie ściągająco, przeciwzapalnie na błony śluzowe przewodu pokarmowego i lekko zapierająco, nieznacznie moczopędnie, antyoksydacyjnie, witaminizująco, przeciwdrobnoustrojowo. Suszone owoce stosowane są w chorobach nerek, zaburzeniach trawienia, biegunkach, zaburzeniach krążenia obwodowego [Strzelecka i Kowalski 2000, Kohlmünzer 2014].

Liście różnych gatunków z rodzaju *Sorbus* stosowane są w medycynie tradycyjnej. Ostatnie badania naukowe [Raudoné i in. 2014] wskazują na ich aktywność antyoksydacyjną związaną prawdopodobnie z zawartością związków fenolowych; ponadto kwasy neochlorogenowy i chlorogenowy wydają się być odpowiednie jako markery funkcjonalne jakości surowca [Raudoné i in. 2014]. Na uwagę zasługuje również potencjał przeciwcukrzycowy ekstraktu z kory *S. decora* (Sarg.) C.K. Schneid., związany m.in.

z aktywnością przeciwhiperglikemiczną, potwierdzający tym samym zasadność stosowania tego surowca w medycynie ludowej [Vianna i in. 2011].

Podwyższone stężenie lipidów we krwi jest związane ze zwiększonym ryzykiem powstawania miażdżycy. W uszkodzeniach miażdżycowych stwierdza się obecność utlenionych cząsteczek lipoprotein o małej gęstości (LDL). Peroksydacja LDL znacząco przyczynia się do rozwoju miażdżycy [Skoczyńska 2005, Strzyżewski i in. 2008]. Badania doświadczalne, kliniczne i epidemiologiczne wskazują jednoznacznie na ważną rolę fitozwiązków (zwłaszcza flawonoidów) zawartych w diecie w zapobieganiu rozwojowi miażdżycy, choroby niedokrwiennej serca. Najbardziej efektywnymi substancjami są związki polifenolowe [Kuźnicki 2006]. Ekstrakty z liści *S. aucuparia*, zawierające kompleks związków fenolowych, mogą być inhibitorem peroksydacji lipidów [Olszewska i Michel 2009].

Skład chemiczny oraz aktywność antyoksydacyjna ekstraktów z liści jarzębiny podlega zmienności sezonowej. Najsilniejszą aktywnością antyoksydacyjną i największą zawartością związków fenolowych odznaczały się próbki liści *S. aucuparia* zebrane w miesiącach letnich: czerwcu, lipcu i sierpniu [Olszewska 2011a]. Badania ekstraktów z kwiatostanów, liści i owoców *S. aucuparia* L., *S. aria* Crantz. i *S. intermedia* (Ehrh.) Pers. dowiodły, że zdolność antyoksydacyjną tych gatunków determinują związki fenolowe, a największy potencjał wykazuje ekstrakt z kwiatostanów *S. aucuparia* [Olszewska i Michel 2009]. Badania różnych gatunków z rodzaju *Sorbus* [Olszewska i in. 2010] wykazały, że głównym składnikiem ekstraktów z liści i kwiatostanów są proantocyjanidyny, a następnie kwasy kawoilochinowe i flawonoidy. Najwyższa zawartość proantocyjanidyn została stwierdzona w ekstraktach z kwiatostanów *S. pohuashanensis* (Hance) Hedl. ($7,67 \pm 0,05\%$ chlorku cyjanidyny) oraz *S. sitchensis* M. Roem. ($7,14 \pm 0,11\%$ chlorku cyjanidyny). Najwięcej izomerów kwasów kawoilochinowych zawierał ekstrakt z kwiatostanów *S. decora* (Sarg.) C.K. Schneid. ($5,11 \pm 0,08\%$), natomiast najwięcej flawonoidów stwierdzono w ekstrakcie z kwiatostanów *S. aucuparia* L. ($1,322\%$ s.m.) [Olszewska i in. 2010]. W badaniach dowiedziono również zdolności antyoksydacyjnej badanych ekstraktów oraz wskazano, że ekstrakty o najsilniejszej aktywności antyoksydacyjnej zawierają jednocześnie najwięcej proantocyjanidyn i kwasów kawoilochinowych [Olszewska i in. 2010]. Procyjanidyny określane są jako silne przeciwutleniacze, wzmacniające osłonę antyoksydacyjną naczyń, usuwające wolne rodniki tlenowe i zapobiegające w ten sposób utlenieniu tłuszczów we krwi (zwłaszcza cholesterolu) i niszczeniu śródbłonna naczyń (zastawki żyłne) [Kuźnicki 2006]. Przeciwutleniające zdolności frakcji fenolowych w ekstraktach *S. torminalis* były słabsze niż frakcji fenolowych z *S. aucuparia*, co sugeruje, że charakterystyczny skład kompleksu związków fenolowych wpływa również na siłę działania przeciwutleniającego badanych ekstraktów [Olszewska 2011b]. Surowce roślinne bogate w wymienione składniki kompleksu antyoksydacyjnego pozostają wciąż jednymi z najważniejszych elementów fitomedycyny.

Procesy wolnorodnikowe należą do bardzo złożonych; związki uważane za przeciwutleniacze w pewnych warunkach, jakie mogą powstać *in vivo*, wykazują aktywność prooksydacyjną, stymulującą procesy wolnorodnikowe [Sroka i in. 2005]. Niektóre związki, jak np. flawonoidy, mogą wykazywać silne właściwości przeciwutleniające, jak również prooksydacyjne, zależnie od ich stężenia i źródła wolnych rodników. W celu zapobiegania efektem prooksydacyjnym powinno się stosować kompleksy antyoksydan-

tów [Rosołowska-Huszcz 2007]. Badania Lei i in. [2007] wskazują na właściwości prooksydacyjne owoców jarzębiny, wynikające być może z obecności innych składników niż fenylopropanoidy czy flawonole (tab. 2).

Tabela 2. Zawartość fenoli w owocach *S. aucuparia* ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ św.m.) [Leja i in. 2007]

Table 2. Phenolic content in *S. aucuparia* fruits ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ f.m.) [Leja et al. 2007]

Suma fenoli Total phenols	Fenylopropanoidy Phenylpropanoids	Flawonole Flavonols	Antocyjaniny Anthocyanins	Aktywność antyrodnikowa Antiradical activity (%) DPPH	Aktywność antyoksydacyjna Antioxidant activity (%)
368,2	102,9	58,5	23,6	50,8	24,0

Owoce jarzębiny odznaczają się także właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi, hamując lub ograniczając wzrost niektórych mikroorganizmów. Ekstrakt z owoców *S. aucuparia* wykazywał własności antybakteryjne w stosunku do szczepów Gram-dodatnich (*Bacillus cereus* i *Staphylococcus aureus*), hamował wzrost *Pseudomonas aeruginosa*, ale nie działał na szczep *Escherichia coli*, nie stwierdzono również właściwości antygrzybiczych tego ekstraktu [Nohynek i in. 2006, Liepiņa i in. 2013]. Powyższe właściwości powodowane są najprawdopodobniej obecnością związków fenolowych, związków o różnorodnych działaniach fizjologicznych, jak aktywność przeciwwzapalna, przeciwdrobnoustrojowa czy antyoksydacyjna [Nohynek i in. 2006, Nitie-ma i in. 2012].

Surowiec jarzębiny w fitoterapii. *Sorbi fructus* jest składnikiem mieszanek ziołowych Rektosan, Sclerosan, Laxaflos. Świeże owoce używane są do produkcji nalewek. Świeże owoce do produkcji przetworów należy przetrzymać przez 1–2 dni w zamrażalniku lub zbierać je po przymrozkach, mają wtedy łagodniejszy smak i są mniej gorzkie. Z uwagi na wysoką zawartość witaminy C i karotenoidów owoce jarzębiny są dobrym uzupełnieniem kuracji antyprzeziębieniowych. Świeże owoce jarzębiny mogą wywołać wymioty i biegunkę. Jest to spowodowane obecnością kwasu parasorbowego, który rozkłada się podczas suszenia lub sporządzania wyciągów. Oprócz owoców stosowane są także kwiaty jarzębiny, w mieszankach ziołowych jako łagodny środek przeczyszczający (szczególnie dla dzieci) oraz jako środek moczopędny pomocny w leczeniu niektórych chorób nerek [Strzelecka i Kowalski 2000].

JESION (*Fraxinus*)

Jesion (*Fraxinus*) – rodzaj obejmujący około 60 gatunków drzew i krzewów z rodziny oliwkowatych (Oleaceae), pochodzących z obszaru klimatu umiarkowanego półkuli północnej.

Jesion wyniosły (*F. excelsior* L.) występuje w Europie i Azji; w Polsce popularny na niżu i w niższych partiach górskich, sadzony także w parkach i ogrodach. Drzewo dorasta do 40 m wysokości, korę ma ciemnoszarą, początkowo gładką, później spękaną. Liście jesionu są duże, długości do 30 cm, złożone z 7–11 jajowato-lancetowatych listków, o brzegu ząbkowanym lub piłkowanym. Kwiaty zebrane są w wiechy, pojawiają się w kwietniu, przed rozwojem liści. Owocem jest spłaszczony orzeszek, utrzymujący się na drzewie do następnej wiosny [Strzelecka i Kowalski 2000, Seneta i Dolatowski

2015]. W lecznictwie stosuje się korę jesionu (*Fraxini cortex*) oraz liść jesionu (*Fraxini folium*). Korę pozyskuje się wiosną, przed rozwojem liści; liście zbiera się od czerwca do sierpnia. Surowce następnie suszy się w warunkach naturalnych, w miejscu zacienionym i przewiewnym.

Jesion mанны (*F. ornus* L.) jest niedużym drzewem lub krzewem, spotykanym w południowej Europie, Azji Mniejszej i na Kaukazie. W Polsce sadzony bywa w parkach i ogrodach. Dorasta do 15–20 m wysokości, korę ma gładką, szarą, a pędy oliwkowoszare. Liście są sinozielone, długości do 20 cm, złożone z 3–4 par eliptycznych, piłkowano-karbowanych listków. Kwiaty białe i pachnące, zebrane w wiechy, rozwijają się razem z liśćmi (maj–czerwiec). Owocem jest skrzydlak, długości do 3 cm [Bugala 2000, Strzelecka i Kowalski 2000, Kostova 2001]. Roślina wydziela w miejscu zranienia sok, zwany manną, bogaty w mannitol (70–90%), cukry, żywicę i śluz. Mannę, w postaci żółtych grudek, zbiera się od lipca do września, w suche, słoneczne dni, nacinając korę 8–10-letnich drzew. Substancja wyróżnia się słodkim, miodowym smakiem i zapachem, działa łagodnie przeczyszczająco, służy do otrzymywania mannitolu.

Skład chemiczny surowca jesionu. Kora jesionu wyniosłego zawiera związki kumarynowe (fraksynę, fraksynol, izofraksydynę, eskulinę, eskulentynę), kwas ursolowy (0,7%), sekoirydoidy, stigmasterol i garbniki. W liściach tego gatunku znajdują się związki kumarynowe, flawonoidy (pochodne kwercetyny i kemferolu), kwas jabłkowy, mannitol, inozytol, fenolokwasy (kwas ferulowy, kawowy, p-kumarowy) i garbniki [Strzelecka i Kowalski 2000].

Fraxinus ornus L. jest gatunkiem bogatym w hydroksykumaryny. Występują one w postaci wolnej lub glikozydowo związanej. Głównymi składnikami kory jesionu mанны są: eskulina, eskuletyna, fraksyna i fraksetyna [Kostova 2001]. Kora *F. ornus* jest bardzo wydajnym źródłem do produkcji przemysłowej eskuliny. Surowce jesionu mанны zawierają także inne składniki bioaktywne; w korze występują: kwas kawowy, galusowy i p-kumarowy, ligniny i garbniki, w liściach i kwiatach – cychoryna, kwas ursolowy, kwasy tłuszczowe, ponadto w liściach – kwas kawowy, p-kumarowy i galusowy [Kostova 2001].

Aktywność biologiczna jesionu. Wyciągi z kory i liści jesionu wyniosłego działają żółciopędnie i przeciwreumatycznie, usuwają z organizmu kwas moczowy; wyciągi z liści działają przeczyszczająco (sole kwasu jabłkowego, mannitol). Ekstrakty z kory *F. excelsior* działają przeciwwzapalnie i antyoksydacyjnie [Strzelecka i Kowalski 2000].

Liście *F. floribunda* Wall., azjatyckiego gatunku jesionu, są tradycyjnie stosowane do leczenia złamań, w tym dyslokacji [Arunika i Palash 2015]. Badania naukowe potwierdziły lecznicze właściwości i zasadność stosowania tej rośliny w medycynie tradycyjnej do łagodzenia bólu w patologicznych stanach zapalnych, takich jak złamania i zwichnięcia, oraz w innych chorobach zapalnych [Lingadurai i in. 2007]. Ekstrakt z kory tego gatunku zawiera natomiast potencjalnie aktywne antyoksydanty (fenole, flawonoidy). Skład chemiczny i aktywność antyoksydacyjna ekstraktu zależy w dużej mierze od sposobu ekstrakcji [Arunika i Palash 2015]. Właściwości antyoksydacyjne wykazuje także ekstrakt z liści *F. excelsior* L. [Parveen i in. 2015]. Wymienione ekstrakty wydają się być obiecującym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy, które mogą pomóc w zapobieganiu rozwojowi różnych zaburzeń powodowanych stresem oksydacyjnym [Arunika i Palash 2015, Parveen i in. 2015].

Jednym z ostatnich kierunków w terapii cukrzycy jest dążenie do zwiększenia wykorzystania właściwości leczniczych roślin. Badania ostatnich lat wykazały, że antydiabetyczne działanie roślin stosowanych w ludowej medycynie w różnych regionach świata wiąże się z ich antyoksydacyjnymi właściwościami. Właściwości antydiabetyczne ekstraktów roślinnych stwarzają możliwości uwzględnienia ich w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II [Rosołowska-Huszcz 2007]. Wodny wyciąg z nasion *F. excelsior*, zawierający m.in. glikozydy sekoirydoidowe, okazał się bardzo skuteczny w zmniejszeniu stężenia glukozy we krwi, bez znaczącego oddziaływania na poziom insuliny [Bai i in. 2010]. Wyciąg z nasion (FraxiPure™), bogaty w węglowodany, ale o małej zawartości białka, błonnika, glukozy i sacharozy, działa ponadto hepatochronnie [Flanagan i in. 2013].

Fraxinus chinensis var. *rhynchophylla* (Hance.) Hemsl., azjatycki gatunek jesionu, stosowany jest w tradycyjnej medycynie koreańskiej. Kora tego jesionu zawiera eskulinę (rys. 3) i stosowana jest jako lek przeciwbólowy, przeciwzapalny, przeciwzakrzepowy, przeciwdrobnoustrojowy, przeciwkaszlowy, ściągający, moczopędny, wykrztuśny i żołądkowy, a także antyoksydacyjny [Kostova 2001, Huh i in. 2015]. Eskulina (glikozyd kumarynowy) wykazuje działanie podobne do witaminy P – działa uszczelniająco na naczynia krwionośne, szczególnie na najcieńsze – naczynia włosowate, przez co zmniejsza lub zatrzymuje krwawienia. Podobne właściwości wykazują też inne związki kumarynowe: eskuletyna (pochodna kumaryny, rys. 3), fraksyna, skopoletyna [Bielawska i in. 2014]. Fraksetyna z kory *F. rhynchophylla* (rys. 3) w niskim stężeniu działa ochronnie przeciwko utlenianiu LDL, natomiast w wysokim stężeniu indukuje wydzielanie enzymów antyoksydacyjnych, co sugeruje efekt przeciwmiażdżycowy [Thuong i in. 2009]. Kora jesionu działa regeneracyjnie na skórę, co potwierdza jej tradycyjne stosowanie w leczeniu ran [Kostova 2001].

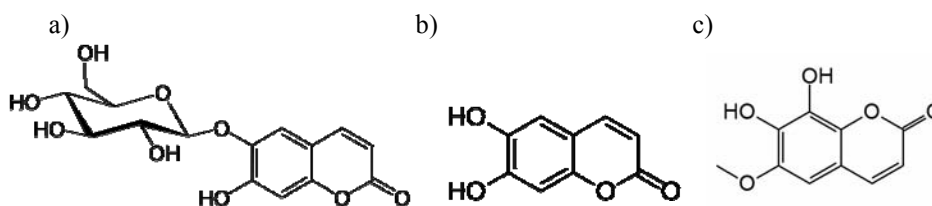


Fig. 3. Związki bioaktywne kory jesionu: a) eskulina, b) eskuletyna, c) fraksetyna

Fig. 3. Bioactive substances of ash bark: a) esculin, b) esculetin, c) fraxetin

Kora azjatyckiego gatunku jesionu *Fraxinus micrantha* Lingelsh. wykazuje właściwości przeciwzapalne i jest polecana do stosowania w bolesnych stanach zapalnych [Kumar i Kashyap 2015].

Surowiec jesionu w fitoterapii. Liście i kora jesionu wyniosłego są składnikami mieszanek żółciopędnych, przeciwreumatycznych i przeciwwzdęciowych. Wyciąg z kory wchodzi w skład preparatu Phytodolor, zalecanego w bólach reumatycznych i artretycznych [Strzelecka i Kowalski 2000]. Bogaty w związki cukrowe sok zagęszczony *F. ornus* (manna) jest składnikiem preparatów: *Sirupus Mannae* i *Sirupus Sennae*

compositum. Mannitol (polihydroksylowy alkohol cukrowy zaliczany do diuretyków osmotycznie czynnych) oraz cukry mają zastosowanie jako środki lecznicze, energetyczne, dietetyczne i słodzące w produktach spożywczych i farmaceutycznych [Strzelecka i Kowalski 2000]. Zastosowanie płynów wzbogaconych mannitolem umożliwiło wydłużenie czasu przechowywania koncentratów krwinek czerwonych [Antosik i Żbikowska 2014].

PODSUMOWANIE

Rośliny drzewiaste trwale związane są z krajobrazem ziemskim. Spotykane są na stanowiskach naturalnych, plantacjach produkcyjnych, w ogrodach i na terenach zieleni. Liczne gatunki stosowane były i są w różnych kulturach świata jako rośliny lecznicze. Badania naukowe potwierdziły wielokierunkową aktywność biologiczną surowców najważniejszych gatunków roślin z rodzajów: *Tilia*, *Betula*, *Sorbus* i *Fraxinus*, jakimi są: *Tilia cordata*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia* oraz *Fraxinus excelsior*. Najważniejsze składniki aktywne syntetyzowane przez rośliny wymienionych gatunków to: olejek eteryczny (lipa, brzoza), związki flawonoidowe i fenolowe (wszystkie gatunki) oraz związki kumarynowe (jesion). Surowce omawianych roślin wyraźnie łączy aktywność antyoksydacyjna, wynikająca najprawdopodobniej z obecności związków fenolowych. Wyciągi z surowców wymienionych roślin, bądź też wyizolowane z nich substancje aktywne, wykorzystywane są do produkcji różnych preparatów leczniczych i kosmetycznych. Zauważalny jest ponadto silny nurt badawczy skierowany na rodzime gatunki i odmiany roślin, stosowane w tradycyjnej medycynie ludowej. Wyniki badań etnofarmakologicznych potwierdzają skuteczność tradycyjnego stosowania wielu surowców i substancji roślinnych poprzez określenie struktury aktywnego kompleksu chemicznego oraz poznanie mechanizmu działania niektórych związków. Dzięki tej wiedzy możemy dzisiaj uznać i zastosować w praktyce fitoterapeutycznej wiele surowców i związków bioaktywnych, pozyskiwanych z mniej znanych gatunków roślin z rodzaju *Tilia*, *Betula*, *Sorbus* i *Fraxinus*.

PIŚMIENNICTWO

- Antosik A., Żbikowska H.M., 2014. Koncentraty krwinek czerwonych w transfuzjologii. *Kosmos* 63, 1 (302), 13–23.
- Arunika S., Palash M., 2015. Antioxidant potential of *Fraxinus floribunda* Bark Extracted through Various Aqueous Processing. *Free Rad. Antiox.* 5 (1), 6–12.
- Assessment report on *Betula pendula* Roth. and/or *Betula pubescens* Erth. as well as hybrids of both species, folium, 2014. EMA/HMPC/573240/2014, Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC), European Medicines Agency.
- Assessment report on *Tilia cordata* Miller, *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia* × *vulgaris* Heyne or their mixtures, flos, 2012. EMA/HMPC/337067/2011, Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC), European Medicines Agency.
- Bai N., He K., Ibarra A., Bily A., Roller M., Chen X., Rühl R., 2010. Iridoids from *Fraxinus excelsior* with adipocyte differentiation-inhibitory and PPAR α activation activity. *J. Nat. Prod.* 73, 2–6.
- Başer K.H.C., Demirci B., 2007. Studies on *Betula* essential oils. *ARKIVOC* 2007 (vii), 335–348.

- Bednorz L., 2009. Jak chronić jarząb brekinię (*Sorbus torminalis*) w polskich lasach? Sylwan 153 (5), 354–360.
- Bielawska K., Malinowska M., Cyuńczyk M., 2014. Wpływ kumaryn na życie człowieka. Bromat. Chem. Toksykol. 47 (2), 213–221.
- Bilek M., Stawarczyk K., Łuczaj Ł., Cieślak E., 2015. Zawartość wybranych składników mineralnych i anionów nieorganicznych w sokach drzewnych z terenu Podkarpacia. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 3 (100), 138–147.
- Brizi M.R., Marrassini C., Zettler G., Ferraro G., Anesini C., 2012. Comparative antiproliferative action of two extracts from *Tilia × viridis* on normal and tumoral lymphocytes: Relationship with antioxidant activity. Chin. Med. 3, 20–29.
- Bugała W., 2000. Drzewa i krzewy dla terenów zieleni. PWRiL, Warszawa.
- Cárdenas-Rodríguez N., González-Trujano M.-E., Aguirre-Hernández E., Ruíz-García M., Sampieri A., Coballase-Urrutia E., Carmona-Aparicio L., 2014. Anticonvulsant and antioxidant effects of *Tilia americana* var. *mexicana* and flavonoids constituents in the pentylenetetrazole-induced seizures. Oxid. Med. Cell. Longev., article ID 329172, DOI 10.1155/2014/329172.
- Cotrim M.D., Figueiredo I.V., Cavadas C., Proem A., Cunha A.P. da, Caramona M.M., Macedo M.D., 1999. Pharmacological properties of *Tilia europea* aqueous extract: Screening anxiolytic/sedative activity in mice. Arq. Patol. 31, 23–29.
- Demiray S., Pintado M.E., Castro P.M.L., 2009. Evaluation of phenolic profiles and antioxidant activities of Turkish medicinal plants: *Tilia argentea*, *Crataegi folium* leaves and *Polygonum bistorta* roots. World Academy of Science, Engineering and Technology 54, 312–317.
- Demirci B., Başer K.H.C., Demirci F., Hamann M.T., 2000. New caryophyllene derivatives from *Betula litwinowii*. J. Nat. Prod. 63, 902–904.
- Dimke M., Bednorz L., 2004. Gatunki rodzaju jarząb (*Sorbus* L.) w terenach zieleni centralnych dzielnic Poznania. Roczn. AR Pozn. 363, Botanika 7, 53–60.
- Duda-Chodak A., Tarko T., Rus M., 2011. Antioxidant activity and total polyphenol content of selected herbal medicinal products used in Poland. Herba Pol. 57 (1), 48–61.
- Dzubak P., Hajduch M., Vydra D., Hustova A., Kvasnica M., Biedermann D., Markova U., Urban M., Sarek J., 2006. Pharmacological activities of natural triterpenoids and their therapeutic implications. Nat. Prod. Rep. 23, 394–411.
- Fitsiou I., Tzakou O., Hancianu M., Poiata A., 2007. Volatile constituents and antimicrobial activity of *Tilia tomentosa* Moench and *Tilia cordata* Miller oils. J. Essent. Oil Res. 19 (2), 183–185.
- Flanagan J., Meyer M., Pasamar M.A., Ibarra A., Roller M., Alvarez i Genohar N., Leiva S., Gomez-García F., Alcaraz M., Martínez-Carrasco A., Vicente V., 2013. Safety evaluation and nutritional composition of a *Fraxinus excelsior* seed extract, FraxiPure™. Food Chem. Toxicol. 53, 10–17.
- Germano M.P., Cacciola F., Donato P., Dugo P., Certo G., D'Angelo V., Mondello L., Rapisarda A., 2012. *Betula pendula* leaves: Polyphenolic characterization and potential innovative use in skin whitening products. Fitoterapia 83, 877–882.
- Ghimire B.K., Tamang J.P., Yu C.Y., Jung S.J., Chung I.M., 2012. Antioxidant, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase activity by *Betula alnoides* Buch. bark extract and their relationship with polyphenolic compounds concentration. Immunopharmacol. Immunotoxicol. 34 (5), 824–831.
- Holderna-Kędzia E., Kędzia B., Mścisz A., 2009. Poszukiwanie wyciągów roślinnych o wysokiej aktywności antybiotycznej. Post. Fitoter. 1, 3–11.
- Huh M.K., Cho K.-S., Jeon S.-J., 2015. Inhibitory effect of lipooxygenase and DPPH radical scavenging activity of *Fraxinus rhynchophylla*. EJARBLS 3 (3), 10–16.

- Isidorov V.A., Bagan R., Szczepaniak L., Świącicka I., 2015. Chemical profile and antimicrobial activity of extractable compounds of *Betula litwinowii* (Betulaceae) buds. *Open Chem.* 13, 125–137.
- Jabłońska-Ryś E., Zalewska-Korona M., Kalbarczyk J., 2009. Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 17 (2), 115–120.
- Ju E.M., Lee S.E., Hwang H.J., Kim J.H., 2004. Antioxidant and anticancer activity of extract from *Betula platyphylla* var. *japonica*. *Life Sci.* 74, 1013–1026.
- Kähkönen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3954–3962.
- Klimek B. (red.), 2011. Analiza fitochemiczna roślinnych substancji leczniczych. UM w Łodzi, Łódź.
- Kociołek-Balawejder E., Żebrowska M.K., 2009. Brzoza – kierunki wykorzystania biomasy. *Nauki Inż. Technol.* 1, 252–265.
- Kohlkünzer S., 2014. *Farmakognozja*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa.
- Kostova I., 2001. *Fraxinus ornus* L. *Fitoterapia* 72, 471–480.
- Kumar S., Kashyap P., 2015. *In-vivo* anti-inflammatory activity of an methanolic extract of *Fraxinus micrantha*. *ARC J. Pharm. Sci.* 1 (1), 1–4.
- Kumaraswamy M.V., Kavitha H.U., Satish S., 2008. Antibacterial evaluation and phytochemical analysis of *Betula utilis* D. Don against some human pathogenic bacteria. *World J. Agric. Sci.* 4, 5661–5664.
- Kuźnicki D., 2006. Antyoksydanty i środki obniżające poziom cholesterolu zawarte w surowcach roślinnych wykazujące działanie przeciwmiażdżycowe. *Post. Fitoter.* 4, 206–212.
- Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworok J., 2007. *Fitoterapia i leki roślinne*. PZWL, Warszawa.
- Lee M., Park J.H., Min D.S., Yoo H., Park J.H., Kim Y.Ch., Sung S.H., 2012. Antifibrotic activity of diarylheptanoids from *Betula platyphylla* toward HSC-T6 cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 76 (9), 1616–1620.
- Leja M., Mareczek A., Nanaszko B., 2007. Antyoksydacyjne właściwości owoców wybranych gatunków dziko rosnących drzew i krzewów. *Rocz. AR Pozn.* 383, *Ogrodnictwo* 41, 327–331.
- Liepiņa I., Nikolajeva V., Jākobsone I., 2013. Antimicrobial activity of extracts from fruits of *Aronia melanocarpa* and *Sorbus aucuparia*. *Environm. Exp. Biol.* 11, 195–199.
- Lingadurai S., Nath L.K., Kar P.K., Besra S.E., Joseph R.V., 2007. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of methanolic extract of the leaves of *Fraxinus floribunda* Wallich. *Afr. J. Trad. CAM* 4 (4), 411–416.
- Ludwikowska A., Kowalkowski W., Tarasiuk S., 2011. Wzrost szczepów lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.) na plantacji nasiennej w Nadleśnictwie Susz. *Leśne Pr. Badaw.* 7 (2), 121–130.
- Maćkowiak K., Torliński L., 2007. Współczesne poglądy na rolę witaminy C w fizjologii i patologii człowieka. *Now. Lek.* 76 (4), 349–356.
- Mashentseva A.A., Dehaen W., Seitembetov T.S., Seitembetova A.J., 2011. Comparison of the antioxidant activity of the different *Betula pendula* Roth. extracts from northern Kazakhstan. *J. Phytol.* 3 (1), 18–25.
- Mlcek J., Rop O., Jurikova T., Sochor J., Fisera M., Balla S., Baron M., Hrabe J., 2014. Bioactive compounds in sweet rowanberry fruits of interspecific Rowan crosses. *Cent. Eur. J. Biol.* 9 (11), 1078–1086.
- Moghaddam M.G., Ahmad F.B.H., Samzadeh-Kermani A., 2012. Biological activity of betulinic acid: A Review. *Pharmacol. Pharm.* 3, 119–123.

- Negri G., Santi D., Tabach R., 2013. Flavonol glycosides found in hydroethanolic extracts from *Tilia cordata*, a species utilized as anxiolytics. *Rev. Bras. Pl. Med., Campinas* 15 (2), 217–224.
- Nitiema L.W., Savadogo A., Simpore J., Dianou D., Traore A.S., 2012. *In vitro* antimicrobial activity of some phenolic compounds (coumarin and quercetin) against gastroenteritis bacterial strains. *Intl. J. Microbiol. Res.* 3 (3), 183–187.
- Nivinskiene O., Butkiene R., Gudalevic A., Mockute D., Meskauskiene V., Grigaliunaite B., 2007. Influence of urban environment on chemical composition of *Tilia cordata* essential oil. *Chemija* 18 (1), 44–49.
- Nohynek L.J., Alakomi H.-L., Kähkönen M.P., Heinonen M., Helander I.M., Oksman-Caldentey K.-M., Puupponen-Pimiä R.H., 2006. Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. *Nutr. Cancer* 54 (1), 18–32.
- Nowak G., Nawrot J., 2009. Surowce roślinne i związki naturalne stosowane w chorobach układu oddechowego. *Herba Pol.* 55 (4), 178–213.
- Olszewska M.A., 2011a. Variation in the phenolic content and *in vitro* antioxidant activity of *Sorbus aucuparia* leaf extracts during vegetation. *Acta Pol. Pharm. Drug Res.* 68 (6), 937–944.
- Olszewska M.A., 2011b. *In vitro* antioxidant activity and total phenolic content of the inflorescences, leaves and fruits of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. *Acta Pol. Pharm. Drug Res.* 68 (6), 945–953.
- Olszewska M.A., Michel P., 2009. Antioxidant activity of inflorescences, leaves and fruits of three *Sorbus* species in relation to their polyphenolic composition. *Nat. Prod. Res. Form. Nat. Prod. Lett.* 23 (16), 1507–1521.
- Olszewska M.A., Nowak S., Michel P., Banaszczak P., Kicel A., 2010. Assessment of the content of phenolics and antioxidant action of inflorescences and leaves of selected species from the genus *Sorbus* sensu stricte. *Molecules* 15, 8769–8783.
- Ożarowski A., Jaroniewski J., 1987. Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa.
- Parveen M., Ahmad F., Malla A.M., Azaz S., 2015. Microwave-assisted green synthesis of silver nanoparticles from *Fraxinus excelsior* leaf extract and its antioxidant assay. *Appl. Nanosci.*, DOI 10.1007/s13204-015-0433-7.
- Piaskowska M., 2003. Lipa. *Panacea* 3 (4), 16–17.
- Rapiejko A., 2004. Pyłek roślin jako źródło alergenów. *Prz. Alergol.* 1 (1), 7–12.
- Raudonė L., Raudonisa R., Gaivelytė K., Pukalskasc A., Viškelisbc P., Venskutonisc P.R., Janulis V., 2014. Phytochemical and antioxidant profiles of leaves from different *Sorbus* L. species. *Nat. Prod. Res.* 29 (3), 281–285, DOI 10.1080/14786419.2014.950577.
- Rosołowska-Huszcz D., 2007. Antyoksydanty w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 6 (55), 62–70.
- Rutkowski L., 2012. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Samojlik T., 2005. Drzewo wielce użyteczne – historia lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*) w Puszczy Białowieskiej. *Rocz. Dendrol.* 53, 55–64.
- Seneta W., Dolatowski J., 2015. *Dendrologia*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Skoczyńska A., 2005. Rola lipidów w powstawaniu miażdżycy. *Postępy Hig. Med. Dośw.* 59, 346–357.
- Sroka Z., Gamian A., Cisowski W., 2005. Niskocząsteczkowe związki przeciwutleniające pochodzenia naturalnego. *Postępy Hig. Med. Dośw.* 59, 34–41.
- Strzelecka H., Kowalski J., 2000. *Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

- Strzyżewski K., Pioruńska-Stolzmann M., Majewski W., 2008. Ocena peroksydacji lipidów i stężenia wybranych antyoksydantów w surowicy pacjentów z miażdżycowym niedokrwieniem kończyn dolnych. *Now. Lek.* 77 (1), 8–11.
- Sur T.K., Pandit S., Battacharyya D., Ashok Kumar C.K., Mohana Lakshmi S., Chattopadhyay D., Mandal S.C., 2002. Studies on the antiinflammatory activity of *Betula alnoides* bark. *Phytother. Res.* 16, 669–671.
- Szweykowska A., Szweykowski J., 1993. Słownik botaniczny. Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Toker G., Baser K.H.C., Kurkcuoglu M., Ozek T., 1999. The composition of essential oils from *Tilia* L. species growing in Turkey. *J. Essent. Oil Res.* 11, 369–374.
- Thuong P.T., Pokharel Y.R., Lee M.Y., Kim S.K., Bae K.H., Su N.D., Oh W.K., Kang K.W., 2009. Dual anti-oxidative effects of fraxetin isolated from *Fraxinus rhinchophylla*. *Biol. Pharm. Bull.* 32 (9), 1527–1532.
- Vianna R., Brault A., Martineau L.C., Couture R., Arnason J.T., Haddad P.S., 2011. *In vivo* anti-diabetic activity of the ethanolic crude extract of *Sorbus decora* C.K. Schneid. (Rosacea [sic!]): A medicinal plant used by Canadian James Bay Cree nations to treat symptoms related to diabetes. *Evid.-Based Compl. Alt. Med.*, article ID 237941, DOI 10.1093/ecam/nep158.
- Zdzisińska B., Szuster-Ciesielska A., Rzeski W., Kandefer-Szerszeń M., 2010. Właściwości lecznicze betuliny i kwasu betulinowego, składników ekstraktu z kory brzozy. *Far. Przegł. Nauk.* 3, 33–39.

Summary. The paper presents a review of the literature concerning the morphology, occurrence, chemical composition and biological activity of selected species of genera *Tilia*, *Betula*, *Sorbus* and *Fraxinus*, important elements of deciduous and mixed forests of Europe and the urban tree plantings. The most important components synthesized by these plant are essential oil (linden, birch), flavonoid and phenolic compounds (all species) and coumarin compounds (ash). The raw material of these plants exhibits a broad biological activity, including antioxidant activity, most likely resulting from the presence of phenolic compounds. Numerous species of the genus are used in traditional medicine and their therapeutic activity is confirmed by scientific research today.

Key words: *Tilia*, *Betula*, *Sorbus*, *Fraxinus*, phenolic compounds, antioxidant activity