

©Borgis

*Anna Krajewska-Patan¹, Agnieszka Gryszczyńska¹, Sebastian Mielcarek¹,
Mirostawa Furmanowa², Waldemar Buchwald¹, Przemysław Ł. Mikołajczak^{1,3},
Bogusław Czerny^{1,4}, Przemysław M. Mrozikiewicz^{1,5}

Możliwości wykorzystania różeńca Kiryłowa (*Rhodiola kirilowii*) w nowoczesnej fitoterapii**

¹Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. Grzegorz Spychalski

²Katedra i Zakład Biologii i Botaniki Farmaceutycznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Kierownik Katedry: dr hab. Olga Olszowska

³Katedra i Zakład Farmakologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik Katedry: prof. dr hab. Teresa Bobkiewicz-Kozłowska

⁴Zakład Farmakologii Ogólnej i Farmakoekonomiki, Wydział Nauk o Zdrowiu,

Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Kierownik Zakładu : prof. dr hab. Bogusław Czerny

⁵Pracownia Farmakogenetyki Doświadczalnej, Katedra i Zakład Farmacji Klinicznej i Biofarmacji,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik Pracowni: prof. dr hab. Przemysław M. Mrozikiewicz

POSSIBLE RHODIOLA KIRILOWII USE IN MODERN PHYTOTHERAPY

SUMMARY

Rhodiola kirilowii (Regel) Maxim (Crassulaceae family) is a plant used in traditional East Asian medicine, mainly in China, to prevent damages due to hypoxic environment of high altitude. The authors present - on the basis of own investigations and wide review of the literature - the present status of phytochemical investigations carried out on *R. kirilowii* plant. The interesting perspectives of medicinal use of extracts from *R. kirilowii* are also presented.

KEY WORDS: RHODIOLA KIRILOWII – TRADITIONAL
MEDICINE – HYPOXIA – PHYTOCHEMICAL
INVESTIGATIONS – SALIDROSIDE

Wstęp

W ostatnich latach dało się zauważyć wzmożone zainteresowanie naukowców oraz pacjentów, również europejskich, badaniami nad różeńcem

Kiryłowa (*Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. (rodzina Gruboszowatych, *Crassulaceae*), rośliną stosowaną w tradycyjnej medycynie Azji Wschodniej. Jest to gatunek stosunkowo jeszcze mało poznany, w przeciwieństwie do różeńca górskiego (*Rhodiola rosea* L.), rośliny występującej też w Europie, na terenach górskich, a wchodzącej w skład licznych suplementów diety stosowanych w celu podniesienia wydajności fizycznej i psychicznej organizmu oraz w celu adaptacji do niesprzyjających warunków środowiskowych. Różeńiec Kiryłowa, jako roślina zbliżona systematycznie do różeńca górskiego, stosowana w ludowej medycynie chińskiej, głównie jako środek zapobiegający niekorzystnym zmianom w organizmie ludzkim na skutek hipoksji związanej z przebywaniem w górach na dużych wysokościach (1), stała się w ostatnich latach materiałem do badań fitochemicznych, a także szeregu wstępnych badań nad właściwościami biologicznymi prowadzonymi w

**Artykuł został opracowany w ramach realizacji projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N405 025 32/1687 oraz N N405 306 136.

wielu ośrodkach naukowych na świecie, a w Polsce głównie w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu oraz w Katedrze i Zakładzie Biologii i Botaniki Farmaceutycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.

Charakterystyka botaniczna surowca

Rhodiola kirilowii (Regel) Maxim., syn. *Sedum kirilowii* Regel i *Sedum elongatum* Kar. (2, 3) należy do rodziny *Crassulaceae* – Gruboszowate. Po raz pierwszy została opisana w roku 1859 w czasopiśmie *Mémoires présentés à l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersburg par Divers Savants et lus dans ses assemblées* (2). Jest to bylina, osiągająca wysokość do 90 cm, o lancetowatych ząbkowanych liściach i grubym kłączu z korzeniami, stanowiącym surowiec zielarski. Kwitnie w okresie od maja do września. Kwiaty są dwu- lub jednopłciowe o zielonych, zielonkawożółtych lub czerwonych płatkach. *R. kirilowii* rośnie głównie w pasmach górskich Tien-Szanu, Ałtaju i Pamiru na wysokości 2000-5600 m n.p.m. Naturalne stanowiska tej rośliny to brzegi lasów, trawiaste stoki; rośnie często w półcieniu (2, 3).

Badania fitochemiczne różenia Kiryłowa

Pierwsze prace o badaniach fitochemicznych tego gatunku były prowadzone w Rosji w latach 70. XX wieku i pozwoliły na stwierdzenie obecności w tym gatunku fenylotanoidów: salidrozydu (jeden z głównych związków czynnych w innym gatunku tego rodzaju – *R. rosea*) oraz *p*-tyrozolu, kwasu galusowego (fenolokwas), hydroksykumaryn: eskuletyny i umbeliferonu oraz flawonoidu herbacytryny (glukozyd herbacetyny) (4). W następnych latach prace nad *R. kirilowii* prowadzone były głównie w Chinach i pozwoliły na identyfikację w korzeniach bergeniny (izokumaryna) za pomocą metody spektralnej przez Zhanga i wsp. (5) oraz fitosteroli: β -sitosterolu przez zespół Kanga (6) i daukosterolu przez Penga i wsp. (7). W kłączach wykryto również lotaustrolin, toksyczny glikozyd cyjanogeny (7), a jego zawartość według badań wykonanych metodą chromatografii gazowej w tym gatunku była wyższa niż jego zawartość w innych badanych gatunkach z tego rodzaju (8, 9).

W ostatnich latach do badań nad zawartością związków czynnych (jakościową i ilościową) w *R. kirilowii* zastosowano nowe techniki badawcze, np. strefową kapilarną elektroforezę (CZE), co pozwoliło na opracowanie szybkiej metody jednoczesnego wykrywania obecności salidrozydu i *p*-tyrozolu w materiale roślinnym, m.in. w *R. kirilowii*. Autorzy tej metody propo-

nują zastosowanie jej do kontrolnego jakościowego badania surowca roślinnego (10).

Liczne związki chemiczne w *R. kirilowii* zostały określone przy okazji badań na aktywność wyciągów w stosunku do przewlekłego zapalenia wątroby wywołanego obecnością wirusa C (*chronic hepatitis C virus*) (11). Zuo i wsp. stwierdzili, po raz pierwszy, że w wyciągu występowały następujące flawonoidy: luteolina, tricetyna, galusan (–)–epigalokatechiny (EGCG), galusan (–)–epikatechiny (ECG), (–)–epigalokatechyna, (–)–epikatechyna (cztery ostatnie związki są zaliczane do podgrupy flawonoidów – flawan-3-oli, zwanych też proantocyjanidynami), 3,3'-digalailopropronedifidyna B2 (rodizyna), 3,3'-digalailoprocyjanidyna B2 i rodiolinozyd (fenoloketon). Badacze ci potwierdzili też obecność w wyciągu kwasu galusowego, tyrozolu i salidrozydu (11).

Inna grupa badaczy chińskich, oceniając tuberkulostatyczną aktywność wyciągu (12), wyizolowała z *R. kirilowii* 12 związków, wśród nich wiele zidentyfikowano po raz pierwszy w tej roślinie, a mianowicie kwas trans-hydroksycynamonowy (fenylopropanoid), terpenoidy: sakranozyd B, geranylo- β -glukopiranozyd, nerylo- β -glukopiranozyd, oligosacharyd heksylo- β -glukopiranozyd, lignan isolaricirezinolo-9-O- β -glukopiranozyd, flawonoid rodiolgina i oligoglikozyd rodiooktanozyd. Potwierdzono też obecność β -sitosterolu, *p*-tyrozolu, kwasu galusowego i proantocyjanidyny – galusanu epigalokatechiny (12).

Badania Yanga i wsp. (13), opublikowane w 2011 roku, wskazują, że w *R. kirilowii* występują: 4-hydroksyfenyloetylo-(4'-metoksyfenyloetylo)eter, 1-(2-hydroksy-2-metylomaślan- β -D-glukopiranoza, octan 4-etoksyfenyloetanolu, *p*-hydroksyaceto-fenon, ester etylowy kwasu 4-hydroksybenzoesowego, kwas 4-hydroksybenzoesowy, aldehyd 4-hydroksybenzoesowy, melleina, stigmasterol, 4-metoksy-fenyloetanol i galusan metylu.

W Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich prace badawcze nad *R. kirilowii* zapoczątkowano w latach 90. XX wieku. Były one prowadzone w ramach projektów badawczych prowadzonych wspólnie z Katedrą i Zakładem Biologii i Botaniki Farmaceutycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Materiał do badań pochodził z upraw własnych, prowadzonych w Ogrodzie Roślin Leczniczych Instytutu w Plewiskach k. Poznania oraz z kultur kalusowych i kultur roślin zregenerowanych w warunkach *in vitro*. Badaniami objęto uprawę tej rośliny w warunkach gruntowych oraz w kulturach *in vitro*, chemizm oraz jej biologiczne właściwości w cyklu doświadczeń na zwierzętach. Badania fitochemiczne prowadzone były również przy zastosowaniu

metod opracowanych w Instytucie podczas realizacji projektów badawczych: z wykorzystaniem HPLC oraz ultrasprawnego chromatografu cieczonego sprzężonego z tandemowym spektrometrem mas (UPLC MS/MS).

W ramach prac prowadzonych w Instytucie stwierdzono, że w badanych korzeniach i wyciągach wodnych oraz wodno-alkoholowych z korzeni *R. kirilowii*, uprawianych na terenie Polski występują substancje (podano ilości w suchym sproszkowanym surowcu):

- proantocyjanidyny: (+)-katechyna (0,097 mg/100 g korzeni), (-)-epikatechyna (0,288 mg/100 g korzeni), (-)-epigallokatechyna (19,584 mg/100 g korzeni), (-)-galusan epikatechiny (5,294 mg/100 g korzeni), (-)-galusan epigallokatechiny (135,435 mg/100 g korzeni) (14-17),
- *p*-tyrozol: 25,68 mg/100 g korzeni (18, 19),

- salidrozyd: 0,239 mg/100 g korzeni (19, 20),
- kwas chlorogenowy: 0,051 mg/100 g korzeni (20),
- kwas galusowy: 3,852 mg/100 g korzeni (14, 15, 18, 20, 21, 22),
- lotaustralina: 3,226 mg/100 g korzeni (23),
- taniny (14, 18),
- rozawina, rozyna, rozaryna (fenylopropanoidy),
- kwas kawowy: 47,67 mg/100 g korzeni (24).

W surowcu uprawianym w Instytucie, a badanym w ramach współpracy z Instytutem Farmaceutycznym Uniwersytetu w Bonn, stwierdzono także występowanie nowych związków: rodiocyjanozydu A (glikozyd cyjanogeny), arbutyny i fruktopirano-(1-4)-glukopiranozy (25).

W tabeli 1 zestawiono sumarycznie związki biologicznie czynne, zidentyfikowane do tej pory w korzeniach *R. kirilowii*.

Tabela 1. Związki chemiczne zidentyfikowane w korzeniach *R. kirilowii*

L.p.	Nazwa związku chemicznego	Piśmiennictwo
1.	<i>p</i> -Tyrozol	Krasnov i wsp. (4), Kang i wsp. (6), Peng i wsp. (7), Cui i wsp. (10), Zuo i wsp. (11), Wong i wsp. (12), Krajewska-Patan i wsp. (18), Gryszczyńska i wsp. (19)
2.	Salidrozyd	Krasnov i wsp. (4), Kang i wsp. (6, 9), Peng i wsp. (7), Cui i wsp. (10), Zuo i wsp. (11), Krajewska-Patan i wsp. (18), Gryszczyńska i wsp. (19), Wiedenfeld i wsp. (25)
3.	Herbacytryna	Krasnov i wsp. (4)
4.	Eskuletyna	Krasnov i wsp. (4)
5.	Umbeliferon	Krasnov i wsp. (4)
6.	Kwas galusowy	Krasnov i wsp. (4), Zuo i wsp. (11), Wong i wsp. (12), Mścisz i wsp. (14), Buchwald i wsp. (15), Krajewska-Patan i wsp. (18), Gryszczyńska i wsp. (20), Mielcarek i wsp. (22)
7.	Bergenina	Zhang i wsp. (5)
8.	β -Sitosterol	Kang i wsp. (6), Wong i wsp. (12)
9.	Daukosterol	Peng i wsp. (7)
10.	Lotaustralina	Peng i wsp. (7), Kang i Wang (8), Kang i wsp. (9), Gryszczyńska i wsp. (23), Wiedenfeld i wsp. (24)
11.	Luteolina	Zuo i wsp. (11)
12.	Tricetina	Zuo i wsp. (11)
13.	(-)-Galusan epigallokatechiny (EGCG)	Zuo i wsp. (11), Wong i wsp. (12), Mścisz i wsp. (14), Buchwald i wsp. (15), Gryszczyńska i wsp. (16,17), Mielcarek i wsp. (22), Wiedenfeld i wsp. (25)
14.	(-)-Galusan epikatechiny (ECG)	Zuo i wsp. (11), Gryszczyńska i wsp. (16,17)
15.	(-)-Epigallokatechyna	Zuo i wsp. (11), Gryszczyńska i wsp. (16,17)
16.	(-)-Epikatechyna	Zuo i wsp. (11), Gryszczyńska i wsp. (16,17)

L.p.	Nazwa związku chemicznego	Piśmiennictwo
17.	(+)-Katechina	Gryszczyńska i wsp. (16,17)
18.	3,3'-Digaloilopropodelfidyna B2 (rodizyna)	Zuo i wsp. (11)
19.	3,3'-Digaloiloprocyanidyna B2	Zuo i wsp. (11)
20.	Rodiolinozyd	Zuo i wsp. (11)
21.	Kwas trans-hydroksycynamonowy	Wong i wsp. (12)
22.	Sakranozyd B	Wong i wsp. (12)
23.	Geranylo-β-glukopiranozyd	Wong i wsp. (12)
24.	Nerylo-β-glukopiranozyd	Wong i wsp. (12)
25.	Heksylo-β-glukopiranozyd	Wong i wsp. (12)
26.	Isolaricirezinolo-9-O-β-glukopiranozyd	Wong i wsp. (12)
27.	Rodiolgina	Wong i wsp. (12)
28.	Rodiooktanozyd	Wong i wsp. (12)
29.	4-Hydroksyfenyloetylo-(4'-metoksyfenyloetylo)eter	Yang i wsp. (13)
30.	1-(2-Hydroksy-2-metylomaślan-β-D-glukopiranoza	Yang i wsp. (13)
31.	Octan 4-etoksyfenyloetanolu	Yang i wsp. (13)
32.	p-Hydroksyacetofenon	Yang i wsp. (13)
33.	Ester etylowy kwasu 4-hydroksybenzoesowego	Yang i wsp. (13)
34.	Kwas 4-hydroksybenzoesowy	Yang i wsp. (13)
35.	Aldehyd 4-hydroksybenzoesowy	Yang i wsp. (13)
36.	Melleina	Yang i wsp. (13)
37.	Stigmasterol	Yang i wsp. (13)
38.	4-Metoksy-fenyloetanol	Yang i wsp. (13)
39.	Galusan metylu	Yang i wsp. (13)
40.	Kwas chlorogenowy	Gryszczyńska i wsp. (20)
41.	Taniny	Mścisz i wsp. (14), Krajewska-Patan i wsp. (18)
42.	Kwas kawowy	Krajewska-Patan i wsp. (24)
43.	Rozawina	Krajewska-Patan i wsp. (18)
44.	Rozyna	Krajewska-Patan i wsp. (18)
45.	Rozaryna	Krajewska-Patan i wsp. (18)
46.	Rhodiocyjanozyd A	Wiedenfeld i wsp. (25)
47.	Fruktopirano-(1,4)-glukopiranoza	Wiedenfeld i wsp. (25)
48.	Arbutyna	Wiedenfeld i wsp. (25)
49.	Sacharoza	Peng i wsp. (7)

Potencjalne zastosowanie w fitoterapii

Powodem, dla którego w ostatnich latach wzrosło zainteresowanie badaczy różenicem Kiryłowa, jest jego zastosowanie w dalekowschodniej medycynie ludowej jako *remedium* na dolegliwości związane z przebywaniem człowieka na dużych wysokościach nad poziomem morza (1), co zostało też potwierdzone w doświadczeniach prowadzonych przez zespół pod kierownictwem Zhanga w serii badań na szczurach (26). Uzewnętrznia to potencjał tej rośliny, jako źródła związków naturalnych możliwych do stosowania w stanach hipoksji, występującej w wielu chorobach przebiegających z niedotlenieniem tkanek, np. przewlekłej niewydolności krążenia pochodzenia sercowego, w niewydolności krążenia pochodzenia obwodowego, w chorobie wieńcowej, jak również w takich stanach, jak ostra choroba wysokogórska, czy zespół przewlekłego zmęczenia. Obecnie do leczenia stanów związanych z występowaniem hipoksji w znacznej mierze stosowane są preparaty syntetyczne, są jednak doniesienia związane z prowadzeniem badań wyciągów z żeń-szenia i miłorzębu w modelach zwierzęcych w różnych rodzajach hipoksji (np. związanej z działaniem niskiej temperatury) (27, 28). Badano też na szczurach ochronne działanie ekstraktu z zielonej herbaty, stwierdzając jego pozytywny wpływ na syndrom przewlekłego zmęczenia, w którym to stanie występuje też zjawisko stresu oksydacyjnego (29). Istnieją ponadto doniesienia o pozytywnym działaniu korzenia traganka (*Radix Astragali*) na szczury podane działaniu przewlekłej hipoksji (30).

Mechanizm działania tych roślin jest być może związany z właściwościami adaptogennymi zawartych w nich związków biologicznie czynnych, dlatego obecnie poszukuje się nowych surowców pochodzenia roślinnego, które miałyby podobną charakterystykę działania. Jednym z takich surowców o potencjalnym działaniu adaptogennym mógłby być różeniec Kiryłowa. Kontynuacja badań nad tym gatunkiem mogłaby doprowadzić w przyszłości do opracowania suplementu diety lub produktu leczniczego wspomagającego, stosowanego w zapobieganiu lub zmniejszaniu szkodliwych objawów hipoksji, występujących w przebiegu przewlekłej niewydolności krążenia i w chorobie wieńcowej. Mogłoby to umożliwić na etapie profilaktyki oraz w lżejszych postaciach chorób, zmniejszenie stosowanych dawek leków syntetycznych i ograniczyć ich znaczne skutki uboczne. Produkt taki mógłby być również stosowany przy wysiłku fizycznym o dużej intensywności, by zmniejszyć objawy niedotlenienia tkanek, jak również podczas leczenia pacjentów cierpiących na zespół przewlekłego zmęcze-

nia. Trzeba jednak zaznaczyć, że tylko jednoznaczne udokumentowanie wyników badań właściwości biologicznych i dokładne poznanie składu chemicznego tej rośliny mogłoby w przyszłości stanowić podstawę do stosowania otrzymany z niej preparatów w stanach hipoksji.

Piśmiennictwo

- Zhang ZH, Feng SH, Hu GD i wsp. Effect of *Rhodiola kirilowii* (Regel.) Maxim. on preventing high altitude reactions. A comparison of cardiopulmonary function in villagers at various altitudes. *China J Chinese Materia Med* 1989; 14:687-90, 704.
- Wu Zheng-yi, Raven PH. (ed.) *Flora of China*. Science Press (Beijing), Missouri Botanical garden Press (St. Louis), 2001; 8:251-68.
- Komarov WL, Juzepczyk SV. (ed.) *Flora SSSR*. Ed by SSSR Ac Sci Moscow, Leningrad 1939; IX:24-53.
- Krasnov EA, Kuvaiev VB, Choružaya TG. Chemotaksonomic investigations of *Rhodiola* sp. *Rast Res* 1978; 14(2):153-60.
- Zhang S, Wang J, Zhang H. Chemical constituents of Tibetan medicinal herb *Rhodiola kirilowii* (Reg.) Reg China *J Chinese Materia Medica* 1991; 16(8):483, 512.
- Kang S, Zhang J, Lu Y i wsp. Chemical constituents of *Rhodiola kirilowii* (Reg.) Reg China *J Chinese Materia Med* 1992; 17(2):100-1, 127.
- Peng JN, Ma CY, Ge YC. Chemical constituents of *Rhodiola kirilowii* (Reg.) Reg China *J Chinese Materia Med* 1994; 19:676-7, 702.
- Kang S, Wang J. Comparative study of the constituents from 10 *Rhodiola* plants. *Zhong Yao Cai* 1997; 20(12):616-8.
- Kang S, Wang J, Zhang J i wsp. Quantitative analysis of salidroside and lotaustralin in *Rhodiola* by gas chromatography. *China J Chinese Mater Med* 1998; 23:365-6.
- Cui S, Hu X, Chen X i wsp. Determination of p-tyrosol and salidroside in three samples of *Rhodiola crenulata* and one of *Rhodiola kirilowii* by capillary zone electrophoresis. *Anal Bioanal Chem* 2003; 377:370-4.
- Zuo G, Li Z, Chen L i wsp. Activity of compounds from Chinese herbal medicine *Rhodiola kirilowii* (Regel.) Maxim against HCV NS3 serine protease. *Antiviral Res* 2007; 76(1):86-92.
- Wong YC, Zhao M, Zong YY i wsp. Chemical constituents and anti-tuberculosis activity of root of *Rhodiola kirilowii*. *China J Chinese Materia Med* 2008; 33(13):1561-5.
- Yang LM, Hu R, Qi W i wsp. Chemical constituents of *Rhodiola kirilowii* Maxim. *J Chin Pharm Sci* 2011; 20:154-8.
- Mścisz A, Mielcarek S, Buchwald W i wsp. Phytochemical study of *Rhodiola rosea*, *Rhodiola quadrifida* and *Rhodiola kirilowii* extracts. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2005; 97 (Suppl 1):41.
- Buchwald W, Mścisz A, Krajewska-Patan A i wsp. Contents of biological active compounds of *Rhodiola kirilowii* roots during the vegetation. *Herba Pol* 2005; 51 (Suppl 1):105-6.
- Gryszczyńska A, Mielcarek S, Buchwald W. The determination of flavan-3-ol content in the root of *Rhodiola kirilowii*. *Herba Pol* 2011; 57(1):27-37.
- Gryszczyńska A, Krajewska-Patan A, Buchwald W i wsp. Comparison of proanthocyanidins content in *Rhodiola kirilowii* and *Rhodiola rosea* roots – application of UPLC-MS/MS method. *Herba Pol* 2012; 58(3):5-15.
- Krajewska-Patan A, Furmanowa M, Dergier M i wsp. Zawartość związków biologicznie czynnych w hodowlach kalusa i w hodowlach zawieszinowych *Rhodiola kirilowii* (Regel.) Maxim. *Herba Pol* 2006; 52(3):47-8.
- Gryszczyńska A, Łowicki Z, Opala B i wsp. Comparison of phenylethanoids content in *Rhodiola kirilowii* and *Rhodiola rosea* roots using applying new developed UPLC-MS/MS method. *Herba Pol* 2012; 58(4):28-38.
- Gryszczyńska A, Opala B, Łowicki Z i wsp. Determination of chlorogenic and gallic acids by UPLC-MS/MS. *Herba Pol* 2013; 59(1):w druku.
- Krajewska-Patan A, Furmanowa M, Mścisz A i wsp. Tissue cultures of *Rhodiola kirilowii* (Regel.) Maxim. – contents of biologically active components at different stages of growth. *Herba Pol* 2006; 52(4):98-106.
- Mielcarek S, Mścisz A,

- Buchwald W i wsp. Phytochemical investigation of *Rhodiola* sp. roots. *Herba Pol* 2005; 51 (Suppl 1):159-160. **23.** Gryszczyńska A, Łowicki Z, Opala B i wsp. Determination of lotaustralin in *Rhodiola* species. *Herba Pol* 2013; 59(1):w druku. **24.** Krajewska-Patan A, Dreger M, Buchwald W i wsp. Otrzymywanie wzbogaconej biomasy tkanek kalusowych *Rhodiola kirilowii* na drodze suplementacji *p*-tyrozolem i alkoholem cyjankowym. *Pamiętnik Puławski* 2009; 151:183-92. **25.** Wiedenfeld H, Zych M, Buchwald W i wsp. New compounds from *Rhodiola kirilowii*. *Sci Pharm* 2007; 75:29-34. **26.** Zhang Z, Wang L, Chen Q i wsp. Electron microscopic observation of the effects of *Rhodiola kirilowii* (Regel.) Maxim. In preventing damage of the rats viscera by hypoxic high altitude environment. *China J Chinese Materia Med* 1990; 15(3):177-81, 192. **27.** Ramachandran U, Dyvekar HM, Grover SK i wsp. New experimental model for the evaluation of adaptogenic products. *J Ethnopharmacol.* 1990; 29(3):275-81. **28.** Berg JT. *Ginkgo biloba* extract prevents high altitude pulmonary edema in rats. *High Alt Med Biol* 2004; 5(4):429-34. **29.** Signal A, Kaur S, Tirkey N i wsp. Green tea extract and catechin ameliorate chronic fatigue-induced oxidative stress in mice. *J Med Food* 2005; 8(1):47-52. **30.** Liu JC, An CS, Wang JF i wsp. Influence of *Radix Astragali* on nitric oxide and endothelin-1 in pulmonary tissue in hypoxic pulmonary hypertension in rats. *Zhonghua Er Ke Za Zhi* 2006; 44(1):46-8.

otrzymano/received: 18.01.2013
zaakceptowano/accepted: 22.01.2013

Adres/address:
*dr Anna Krajewska-Patan
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
ul. Libelta 27, 61-707 Poznań
tel.: +48 (61) 665-95-50, fax: 665-95-51
e-mail: anna.patan@iwnirz.pl