

# Биотехнология растительного сырья с применением сверхкритических условий

**Докладчик:**

Голохваст Кирилл Сергеевич,  
директор СФНЦА РАН



Research Article

## Biochemical Content of Cambium of *Abies nephrolepis* Eaten by Bears on the Far East of Russia

I. V. Seryodkin,<sup>1,2</sup> A. M. Zakharenko,<sup>2</sup> P. S. Dmitrenok,<sup>3</sup> and K. S. Golokhvast<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Pacific Geographical Institute FEB RAS, 7 Radio St., Vladivostok 690041, Russia

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, 8 Sukhanova St., Vladivostok 690091, Russia

<sup>3</sup>G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, 159 Prospect 100 Let Vladivostoku, Vladivostok 690022, Russia

Correspondence should be addressed to I. V. Seryodkin; seryodkinivan@inbox.ru

Received 5 February 2017; Accepted 27 March 2017; Published 26 April 2017

Academic Editor: Robert J. Linhardt

Copyright © 2017 I. V. Seryodkin et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



FIGURE 2: Coniferous trees, bark stripped by bears to get the cambium in Primorsky Krai: (a) *Abies nephrolepis* and (b) *Larix dahurica*.

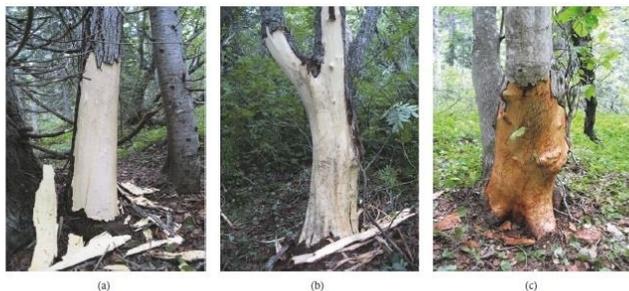


FIGURE 3: Deciduous trees, bark stripped by bears to get the cambium in Sakhalin Island: (a) *Populus tremula*, (b) *Salix caprea*, and (c) *Alnus hirsute*.

TABLE 1: The results of chemical analysis of the cambium from *Abies nephrolepis*.

Peak	$\lambda_{max}$ (nm)	Molecular ion	MS <sup>2</sup> (m/z)	MS <sup>3</sup> (m/z)	Tentative identification
1		191 [M-H] <sup>-</sup>	[191]: 173 (74.9), 127 (100), 111 (47.0), 109 (42.9), 85 (70.2)	163 (30.8), 125 (14.6), 109 (69.7), 99 (100)	Quinic acid
2	226, 294, 318	377 [M + Cl] <sup>-</sup> , 683 [2M-H] <sup>-</sup> , 719 [2M + Cl] <sup>-</sup> , 707 [2M + Na] <sup>+</sup>	[341]: 215, 179, 113, 101		Caffeic acid hexoside
3	230, 266	533 [M-H] <sup>-</sup>	[533]: 191 (100)		Quinic acid derivative
4	322	309 [M-H] <sup>-</sup>	[309]: 193 (100), 291 (45.3), 133 (10.3)		Feruloyl-L-malic acid
5	336, 276	293 [M-H] <sup>-</sup>			Apigenin
6		133 [M-H] <sup>-</sup>	[133]: 115 (100)		Malic acid
7	365	383 [M-H] <sup>-</sup>			Rosmarinic acid
8	241, 300, 324	353 [M-H] <sup>-</sup>	[353]: 191 (100)	[191]: 173 (22.7), 171 (21.9), 127 (100), 111 (52.4), 109 (28.1), 85 (47.8)	3-O-Caffeoylquinic acid
9	242, 300, 325	353 [M-H] <sup>-</sup>	[191]: 173 (55.2), 127 (100), 109 (65.8), 85 (97.0)		5-O-Caffeoylquinic acid-hexoside
10	324	353 [M-H] <sup>-</sup>	[353]: 191 (100)		Chlorogenic acid
11		325 [M-H] <sup>-</sup>	[325]: 265 (12.2), 187 (43.1), 163 (100), 145 (95.9), 119 (19.2)		p-Coumaric acid-O-hexoside
12	355	301 [M-H] <sup>-</sup>	[301]: 273.0399 (13), 229.0504 (3), 178.9983 (48), 151.0029 (100), 121.0292 (15)		Quercetin II
13	326	397 [M-H] <sup>-</sup>	[397]: 134 (25.3), 175 (21.9), 193 (100), 217 (44.4), 337 (32.6)		Ferulic acid derivative
14	304		[353]: 191 (100)	[191]: 179 (100), 127 (44.8), 111 (47.2), 93 (85.3), 85 (85.7), 81 (26.4)	Cis-5-O-p-coumaroylquinic acid
15			[329]: 311 (25.7), 293 (21), 229 (100), 211 (81.4), 171 (40)		Trihydroxyoctadecenoic acid
16		297 [M-H] <sup>-</sup>			Galacturonic acid 1-phosphate
17	328, 298	311 [M-H] <sup>-</sup>	[311]: 133.0 (100), 115.0 (37)		Caftaric acid
18		327 [M-H] <sup>-</sup>	[327]: 291 (56.0), 229 (100), 211 (51.9), 209 (10.8), 171 (62.1), 165 (15.2)		Oxo-dihydroxy-octadecenoic acid
19	240	441 [M-H] <sup>-</sup>	[441]: 289, 245, 169, 125		(-)-Epicatechin-3-gallate
20	223	934 [M-H] <sup>-</sup>	[934]: 915 (53.9), 897 (77.7), 783 (46.9), 633 (71.1), 301 (100)		Galloyl-bis-HHDP-O-hexoside
21		455 [M-H] <sup>-</sup>	[455]: 306 (100), 288 (34.8), 272 (11.6), 160 (16.4)	[306 → 254]: 210 (40.6), 179 (100), 161 (43.7), 135	Caffeic acid derivative
22	324	193 [M-H] <sup>-</sup>	[193]: 178 (17.8), 149 (100)		Ferulic acid
23		485 [M-H] <sup>-</sup>			Kaempferol-3-glucuronide
24		425 [M-H] <sup>-</sup>	[425]: 327 (100), 209 (21.9)		Glucaric acid derivative
25	245	175 [M-H] <sup>-</sup>	[175]: 115 (100)		L-Ascorbic acid
26		207 [M-H] <sup>-</sup>			Phosphocholine
27	327, 300, 268	295 [M-H] <sup>-</sup>	[295]: 277 (10.0), 179 (76.5), 133 (100), 115 (21.9)		Caffeoylmalic acid
28	334, 365	209 [M-H] <sup>-</sup>	[209]: 191 (100), 85 (25.9)		Glucaric acid



**Еляков Георгий Борисович**  
Академик РАН, доктор  
химических наук, профессор  
1929 - 2005



**Брехман Израиль Ицкович**  
доктор медицинских наук,  
профессор  
1921-1994

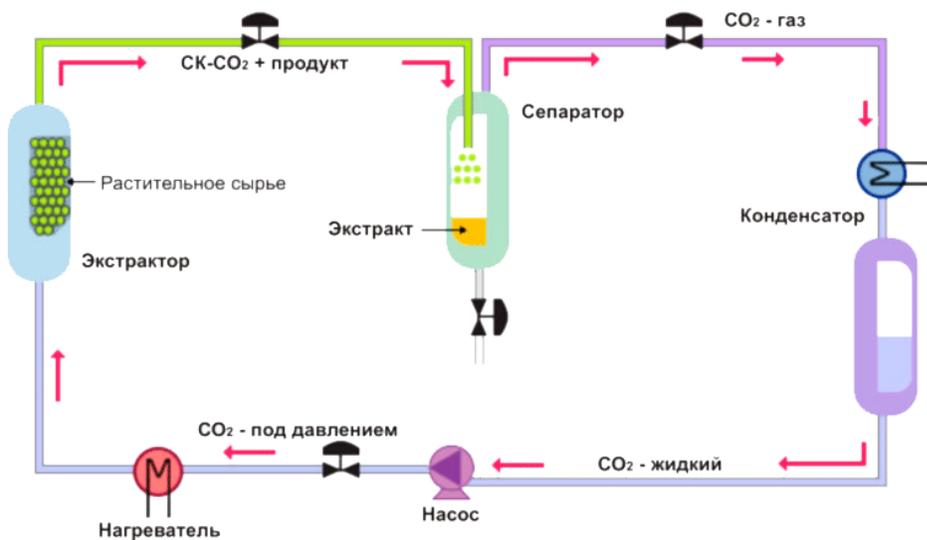
# Сверхкритическая экстракция

## Преимущества:

- «зеленая» технология
- отсутствие растворителей
- селективность
- микробная инаktivация
- сохранение лабильных веществ

## Недостатки:

- сложное оборудование
- работа с высоким давлением



## Сравнение себестоимости технологий CO<sub>2</sub> экстракции и дистилляции с органическими растворителями

Показатели	Сверхкритическое экстрагирование	Дистилляция
чистота продукта, %	98,7	98,5
Стоимость предприятия, у.е.	3.540.000	2.500.000
Стоимость работы операторов, у.е.	262.000	262.000
Стоимость водяного пара, у.е./год	-	1.400.000
Стоимость электроэнергии, у.е./год	248.000	1.440
Стоимость охлаждающей воды, у.е./год	32.000	340.560
Стоимость диоксида углерода, у.е./год	30.500	-
Стоимость циклогексана, у.е./год	-	69.120
Стоимость обслуживания предприятия у.е./год	70.800	50.000
Налоги и страхование, у.е./год	70.800	50.000
Стоимость амортизации, у.е./год	354.000	250.000
Полная стоимость функционирования предприятия, у.е./год	1.036.420	2.432.12
Среднегодовая себестоимость продук- ции, у.е./м <sup>3</sup>	13,8	32,2



# Используемые методы

Экстракция холодными растворителями

Экстракция на установке Сокслета

Сверхкритическая экстракция

Сверхкритическая экстракция с соразтворителями

Обращенно-фазовая хроматография на  $C_{18}$

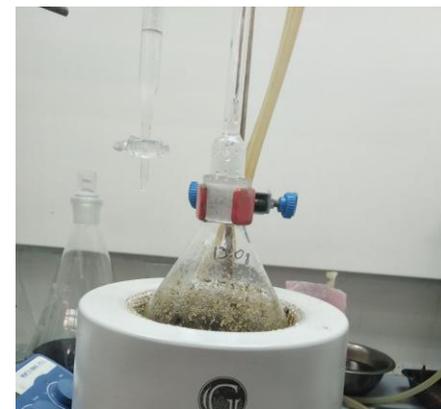
ВЭЖХ на колонке с амидным носителем

Тандемная масс спектрометрия

ИК спектроскопия

РАМАН спектроскопия

Химические модификации (ацетилирование, метелирование, гидролиз)



# Объекты исследования

## Сельскохозяйственные растения

*Zea mays, Triticum aestivum, Ledum palustre L., Glycine max*

## Корни

*Rhodiola rosea L., Panax ginseng, Solanum tuberosum*

## Ягоды

*Vitis amurensis, Actinidia chinensis, Ribes nigrum L., Solanum lycopersicum, Schisandra chinensis*

## Хвоя

*Picea obovata Ledeb, Picea ajanensis, Pinus koraiensis, Pinus pumila, Juniperus davurica Pall, Larix sibirica Ledeb, Taxus cuspidata*



# Выделение минорных соединений

FARMACIA, 2019, Vol. 67, 2

<https://doi.org/10.31925/farmacia.2019.2.2>

REVIEW

## SUPERCRITICAL FLUID TECHNOLOGY AND SUPERCRITICAL FLUID CHROMATOGRAPHY FOR APPLICATION IN GINSENG EXTRACTS

MAYYA PETROVNA RAZGONOVA<sup>1</sup>, ALEXANDER MIKHAILOVICH ZAKHARENKO<sup>1</sup>,  
TATIANA KUZMINICHNA KALENIK<sup>2</sup>, ALEXANDER EVGENYEVICH NOSYREV<sup>3</sup>, ANTONIS  
K. STRATIDAKIS<sup>4</sup>, YAROSLAV OLEGOVYCH MEZHUEV<sup>5</sup>, TATYANA I. BURYKINA<sup>6</sup>,  
ALINA CRENGUȚA NICOLAE<sup>7</sup>, ANDREEA LETIȚIA ARSENE<sup>7</sup>, ARISTIDIS MICHAEL  
TSATSAKIS<sup>3,4,5</sup>, KIRILL SERGEYEVICH GOLOKHAVST<sup>1,8\*</sup>

<sup>1</sup>Scientific Education Center in Nanotechnology, Far-Eastern Federal University, Vladivostok, Far East, Russian Federation

<sup>2</sup>School of Biomedicine, Far-Eastern Federal University, 690950, Vladivostok, Far East, Russian Federation

<sup>3</sup>Central Chemical Laboratory of Toxicology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Laboratory of Toxicology, School of Medicine, University of Crete, Heraklion 71003, Greece

<sup>5</sup>Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya Square, 9, Moscow 125047, Russian Federation

<sup>6</sup>Department of Analytical and Forensic Medical Toxicology, Sechenov University, Moscow 119991, Russian Federation

<sup>7</sup>Faculty of Pharmacy, "Carol Davila" University of Medicine and Pharmacy, Bucharest, Romania

<sup>8</sup>Pacific Geographical Institute FEB RAS, 7 Radio street, Vladivostok, 690041, Russian Federation

\*corresponding author: [golokhvast.ks@dvfu.ru](mailto:golokhvast.ks@dvfu.ru)

Manuscript received: August 2018



# *Panax ginseng*



Article

## **Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction and Identification of Ginsenosides in Russian and North Korean Ginseng by HPLC with Tandem Mass Spectrometry**

Mayya Razgonova <sup>1,2</sup>, Alexander Zakharenko <sup>1,2,\*</sup>, Tai-Sun Shin <sup>3</sup>, Gyuhwa Chung <sup>4</sup>  
and Kirill Golokhvast <sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup> SEC Nanotechnology, Engineering school, Far Eastern Federal University, 690091 Vladivostok, Russia; rarf@yandex.ru (M.R.); droopy@mail.ru (G.C.)

<sup>2</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 190000 Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Division of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea; shints@chonnam.ac.kr

<sup>4</sup> Department of Biotechnology, Chonnam National University, Yeosu, 59626, Korea, chung@chonnam.ac.kr

<sup>5</sup> Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 690041 Vladivostok, Russia

\* Correspondence: rarf@yandex.ru; Tel.: +7-9146-681-935

Academic Editor: Daniela Rigano

Received: 17 February 2020; Accepted: 17 March 2020; Published: 19 March 2020

# Состав сверхкритического экстракта *P. ginseng*

№	Название	Химическая формула	<i>m/z</i>	Ион-аддукт	Фрагментирование ионов n1	Фрагментирование ионов n2
1	Гинсенозид Rk <sub>3</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>60</sub> O <sub>8</sub>	619,21	[M+Na] <sup>+</sup>	421,22	229,06; 347,07; 403,19
2	Малонил-гинсенозид Rb <sub>1</sub>	C <sub>57</sub> H <sub>94</sub> O <sub>26</sub>	1149,81	[M-H] <sup>-</sup>	1107,65	459,31; 621,44; 783,46
3	Малонил-гинсенозид Rb <sub>1</sub> изомер	C <sub>57</sub> H <sub>94</sub> O <sub>26</sub>	1193,7	[M-H] <sup>-</sup>	1151,72	604,33; 826,59; 946,58
4	Гинсенозид Rg <sub>1</sub>	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub>	845,79	[M-H+HCOOH] <sup>-</sup>	799,65	475,45; 637,61
5	Гинсенозид Rd	C <sub>48</sub> H <sub>82</sub> O <sub>18</sub>	991,83	[M-H+HCOOH] <sup>-</sup>	945,73	391,43; 475,5; 637,62
6	Гинсенозид Rg <sub>6</sub>	C <sub>42</sub> H <sub>70</sub> O <sub>12</sub>	765,41	[M+Na] <sup>+</sup>	405,39	171,07; 281,12
7	Ацетильный гинсенозид Rg <sub>1</sub> изомер	C <sub>44</sub> H <sub>74</sub> O <sub>15</sub>	841,55	[M+Na] <sup>+</sup>	661,5	482,47; 573,3; 643,42
8	Гинсенозид Rf	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub>	846,81	[M-H] <sup>-</sup>	799,65	475,46; 637,55
9	Есанчиносид D изомер	C <sub>44</sub> H <sub>74</sub> O <sub>15</sub>	841,62	[M+Na] <sup>+</sup>	661,47	481,48; 571,49; 643,42
10	Гинсенозид Rb <sub>1</sub>	C <sub>54</sub> H <sub>92</sub> O <sub>23</sub>	1107,88	[M-H] <sup>-</sup>	783,7	621,57; 460,52
11	Гинсенозид Rc	C <sub>53</sub> H <sub>90</sub> O <sub>22</sub>	1077,86	[M-H] <sup>-</sup>	783,59	621,66
12	Гинсенозид Rd	C <sub>48</sub> H <sub>82</sub> O <sub>18</sub>	945,93	[M-H] <sup>-</sup>	783,65	621,63; 459,39
13	Гинсенозид 20-glc-Rf	C <sub>48</sub> H <sub>82</sub> O <sub>19</sub>	961,84	[M-H] <sup>-</sup>	783,58	459,51; 621,51; 375,99



# Состав сверхкритического экстракта *P. ginseng*

№	Название	Химическая формула	<i>m/z</i>	Ион-аддукт	Фрагментирование ионов п1	Фрагментирование ионов п2
14	Гинсенозид 25-OH-Rh <sub>4</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>62</sub> O <sub>9</sub>	637,6	[M-H] <sup>-</sup>	476,46	357,19
15	Гинсенозид 20 ( R) Rh <sub>1</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>62</sub> O <sub>9</sub>	683,65	[M-H] <sup>-</sup>	475,4	375,38
16	Гинсенозид 20 ( S) Rh <sub>1</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>62</sub> O <sub>9</sub>	683,64	[M-H] <sup>-</sup>	475,53	375,42; 475,48
17	Гинсенозид Rb <sub>1</sub>	C <sub>54</sub> H <sub>92</sub> O <sub>23</sub>	1131,63	[M+Na] <sup>+</sup>	789,55	245,03; 365,1; 627,52
18	Гинсенозид Rb <sub>2</sub>	C <sub>53</sub> H <sub>90</sub> O <sub>22</sub>	1101,68	[M+Na] <sup>+</sup>	789,58	245,03; 365,11; 627,52
19	Гинсенозид Rg <sub>1</sub>	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub>	823,22	[M+Na] <sup>+</sup>	643,19	463,17; 202,92
20	Гинсенозид 20 ( S) Rf	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>14</sub>	800,94	[M+Na] <sup>+</sup>	474,96	307,83
21	Гинсенозид Rk <sub>2</sub>	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>15</sub>	663,2	[M+Na] <sup>+</sup>	543,26	287,04; 367,26; 499,21
22	Гинсенозид (DHDXG)	C <sub>42</sub> H <sub>70</sub> O <sub>12</sub>	751,19	[M+Na] <sup>+</sup>	631,31	243,08; 367,12; 455,2
23	Гинсенозид Rg <sub>9</sub>	C <sub>42</sub> H <sub>72</sub> O <sub>13</sub>	781,79	[M+Na] <sup>+</sup>	708,44	377,14; 671,18
24	Ro	C <sub>48</sub> H <sub>76</sub> O <sub>19</sub>	955,75	[M-H] <sup>-</sup>	793,43	455,34; 613,4; 732,42
25	Метилловый эфир Ro	C <sub>49</sub> H <sub>78</sub> O <sub>19</sub>	969,48	[M+Na] <sup>+</sup>	364,96	304,95
26	Чикусетсу-сапонин IV а	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>14</sub>	793,36	[M+Na] <sup>+</sup>	334,97	274,94
27	Метилловый эфир Чикусетсу-сапонина IV а	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>15</sub>	807,38	[M+Na] <sup>+</sup>	627,34	203,05; 285,14; 361,77
28	Сильфиосид G	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>14</sub>	793,7	[M-H] <sup>-</sup>	613,49	455,49; 483,3
29	Зингиброзид R1	C <sub>42</sub> H <sub>66</sub> O <sub>14</sub>	793,56	[M-H] <sup>-</sup>	481,43	411,08; 441,27



# Rhodiola rosea (Родиола розовая, Золотой корень)

Hindawi  
 Biochemistry Research International  
 Volume 2021, Article ID 9957490, 16 pages  
<https://doi.org/10.1155/2021/9957490>



## Research Article

### Simultaneous Determination of 78 Compounds of *Rhodiola rosea* Extract by Supercritical CO<sub>2</sub>-Extraction and HPLC-ESI-MS/MS Spectrometry

Alexander M. Zakharenko <sup>1,2</sup> Mayya P. Razgonova <sup>1,2</sup> Konstantin S. Pikula <sup>1</sup> and Kirill S. Golokhvast <sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, B. Morskaya 42-44, Saint-Petersburg 190000, Russia

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, Sukhanova 8, Vladivostok 690950, Russia

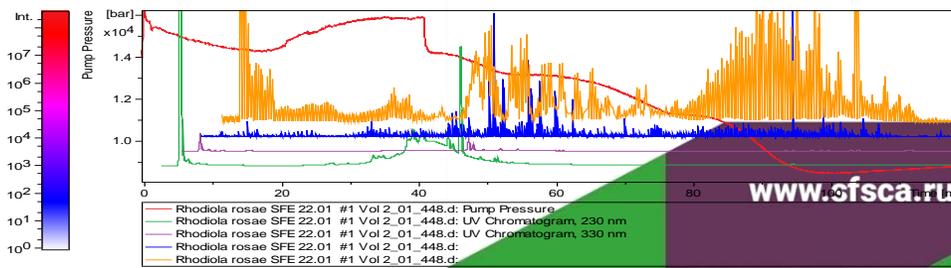
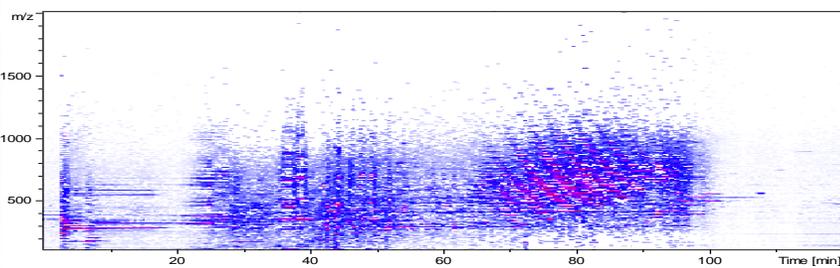
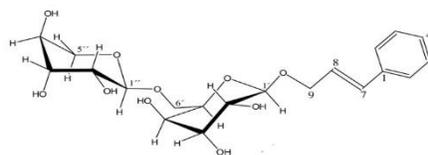
<sup>3</sup>Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Radio 7, Vladivostok 690041, Russia

<sup>4</sup>Siberian Federal Scientific Centre of Agrobiotechnology, Centralnaya, Presidium, Krasnoobsk 633501, Russia

Correspondence should be addressed to Mayya P. Razgonova; [m.razgonova@vir.nw.ru](mailto:m.razgonova@vir.nw.ru) and Kirill S. Golokhvast; [droopy@mail.ru](mailto:droopy@mail.ru)

Received 31 March 2021; Revised 11 June 2021; Accepted 23 June 2021; Published 7 July 2021

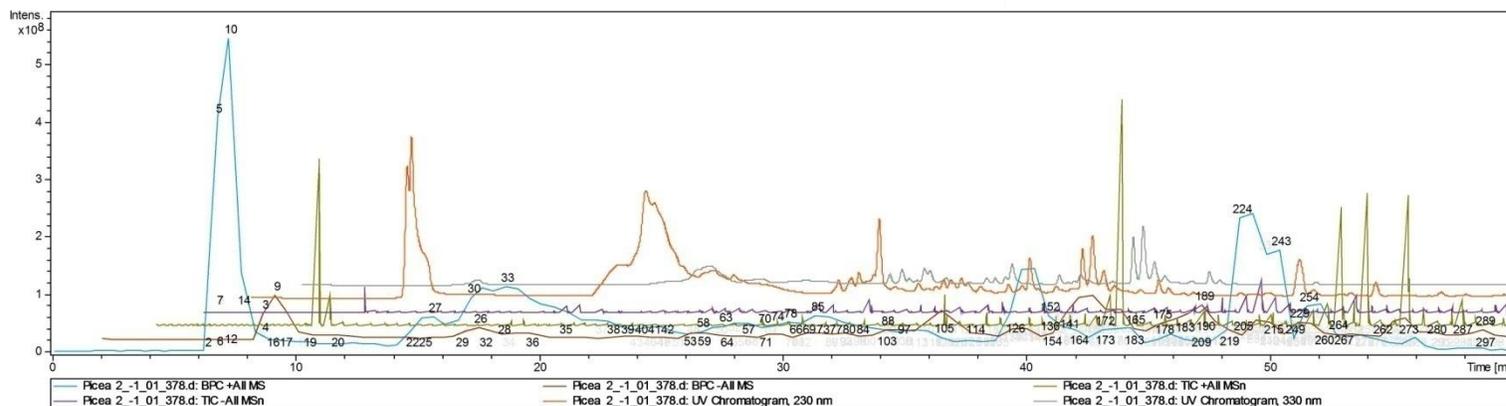
Academic Editor: Saad Tayyab



[www.ofsca.ru](http://www.ofsca.ru)

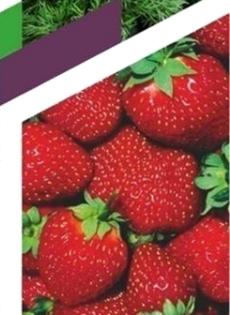


# *Picea obovata* Ledeb (Ель Сибирская)



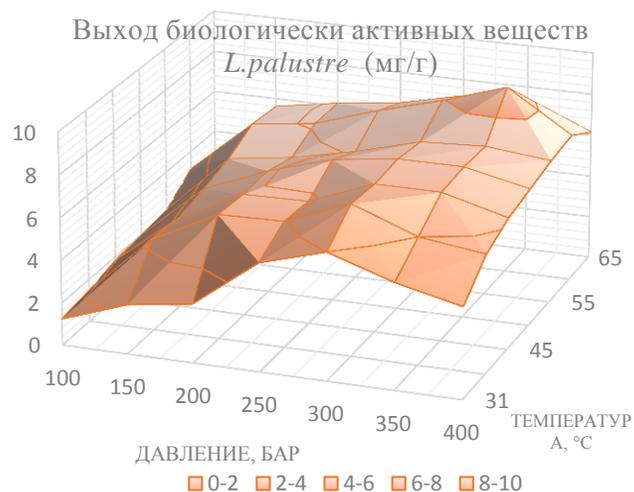
Выделено и идентифицировано 96 соединений, часть из которых никогда ранее не обнаруживали в представителях рода *Picea*

- rhamnetin II
- salvigenin
- salvianolic acid D and G
- nevadensin
- Rosmanol
- Hinokinin
- 1-O-caffeoylquininc acid methyl ether
- 5-O-caffeoylquininc acid methyl ether
- caffeic acid-O-dihexoside
- arctigenin
- 5,6-dihydroxy-7,8,3',4'-tetramethoxyflavone
- fraxetin-7-O-beta-glucuronide
- naringenin-O-hexoside
- Prunin
- Gossypin
- myricetin-3-O-galactoside
- myricetin-O-hexoside
- tricin 7-O-beta-D-glucoside
- Eucaglobulin
- quercetin 3-O-malonylglucoside
- isorhamnetin-3-O-rutinoside
- isorhamnetin-3-(6-O-feruloyl)glucoside
- isorhamnetin-3-(4-O-rhamnosyl)rutinoside
- robinin



# *Ledum palustre* L. – Багульник болотный

экстрагировали и идентифицировали в экстракте 1 биологически активное соединение, 2 соединения выделены из багульников впервые.



Изучены выходы получаемого экстракта в зависимости от различных режимов экстракции

УДК 615.322

## Исследование сверхкритических CO<sub>2</sub>-экстрактов багульника болотного *Ledum palustre* L. (*Rhododendron tomentosum* Harms.) и идентификация его метаболитов методом tandemной масс-спектрометрии

М.П. Разгонова<sup>1,2</sup>, А.М. Захаренко<sup>1,2,4</sup>, К.С. Голохваст<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (ВИР), 190031 Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, [m.razgonova@vir.nw.ru](mailto:m.razgonova@vir.nw.ru)

<sup>2</sup>ФГАУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Школа Биомедицины, 690922 Владивосток, остров Русский, Аякс, 10, [Razgonova.mp@dvfu.ru](mailto:Razgonova.mp@dvfu.ru)

<sup>3</sup>ФГБНУ «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Академии Наук РФ», 690041 Владивосток, ул. Радио, 7, [k.golokhvast@vir.nw.ru](mailto:k.golokhvast@vir.nw.ru)

<sup>4</sup>ФГБНУ «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий», 633501, Новосибирская область, Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463, [golokhvast@sfnsa.ru](mailto:golokhvast@sfnsa.ru)

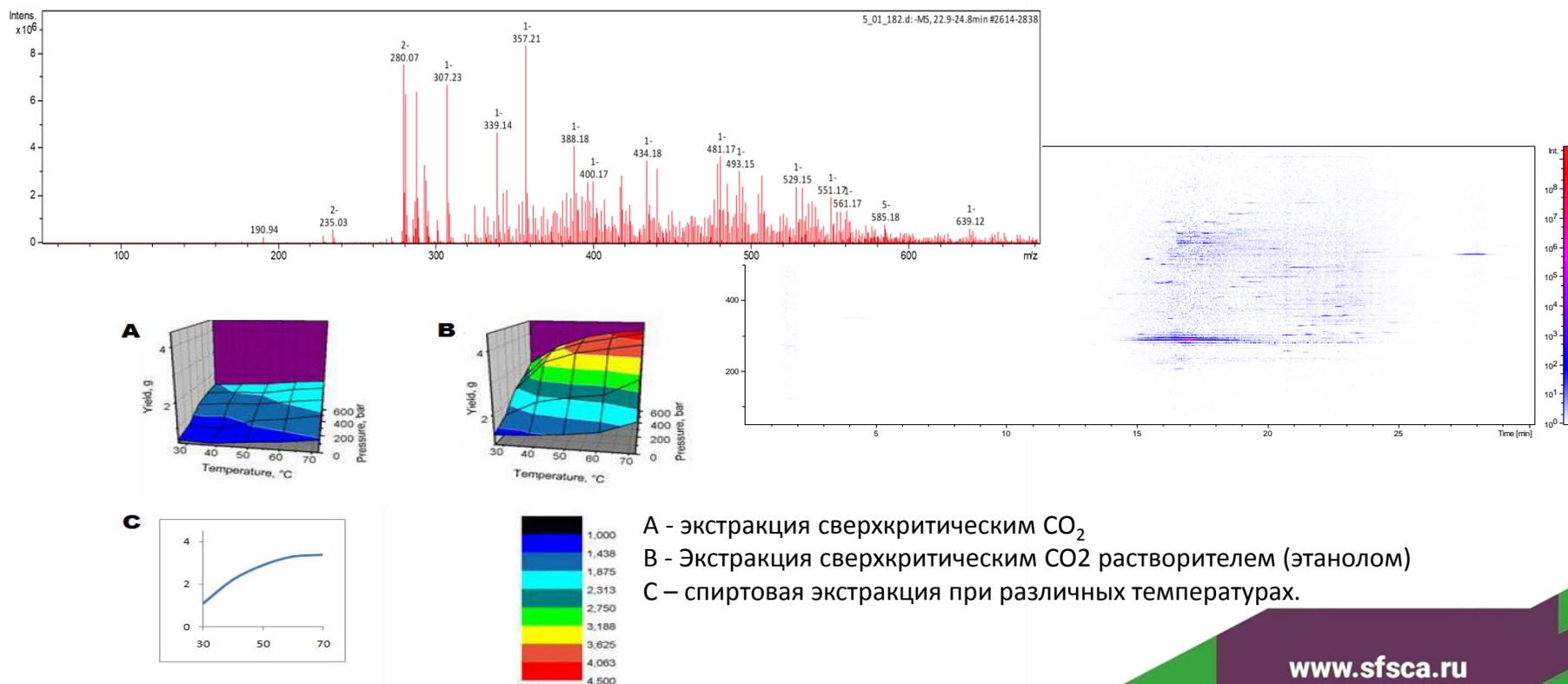
**Реферат:** Цель данного исследования – экстрагировать биологически активные соединения методом сверхкритической CO<sub>2</sub> экстракции и идентифицировать полифенольные комплексы и другие целевые аналиты методом tandemной масс-спектрометрии, представленные в листьях и стеблях багульника болотного – была успешно реализована. Для наиболее эффективной и экологически чистой экстракции полифенольных комплексов и других биологически активных соединений багульника болотного *Ledum palustre* L. использован углекислый газ, сжатый до сверхкритического состояния. Характеристики сверхкритической CO<sub>2</sub>-экстракции *Ledum palustre* L. (давление 350 бар; температура 60°C;



# *Juniperus davurica* Pall (Можжевельник даурский)

Выделено и идентифицировано 84 соединения.

Изучены выходы фракции эфирных масел в зависимости от режимов экстракции



Article

# Phytochemical Analysis of Phenolics, Sterols, and Terpenes in Colored Wheat Grains by Liquid Chromatography with Tandem Mass Spectrometry

Mayya P. Razgonova <sup>1,\*</sup>, Alexander M. Zakharenko <sup>1</sup>, Elena I. Gordeeva <sup>1,2</sup>, Olesya Yu. Shoeva <sup>1,2,\*</sup>, Elena V. Antonova <sup>1,3</sup>, Konstantin S. Pikula <sup>1</sup>, Liudmila A. Koval <sup>4</sup>, Elena K. Khlestkina <sup>1,2,\*</sup> and Kirill S. Golokhvast <sup>1,4,5,6,\*</sup>

- <sup>1</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, B. Morskaya 42-44, 190000 Saint Petersburg, Russia; zakharenko.am@dvmf.ru (A.M.Z.); elgordeeva@bionet.nsc.ru (E.I.G.); selena@ipae.uran.ru (E.V.A.); pikula\_ks@dvmf.ru (K.S.P.)
  - <sup>2</sup> Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Lavrentjeva 10, 630090 Novosibirsk, Russia
  - <sup>3</sup> Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 8 Marta 202, 620144 Ekaterinburg, Russia
  - <sup>4</sup> School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Sukhanova 8, 690950 Vladivostok, Russia; koval.liudmila.an@mail.ru
  - <sup>5</sup> Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Radio 7, 690041 Vladivostok, Russia
  - <sup>6</sup> Siberian Federal Scientific Centre of Agrobiotechnology, Centralnaya, Presidium, 633501 Krasnoobsk, Russia
- \* Correspondence: m.razgonova@vir.nw.ru (M.P.R.); olesya\_ter@bionet.nsc.ru (O.Y.S.); koval.liudmila.an@mail.ru (L.A.K.); elenakhlestkina@ipae.uran.ru (E.K.K.); kirillgolokhvast@ipae.uran.ru (K.S.G.)



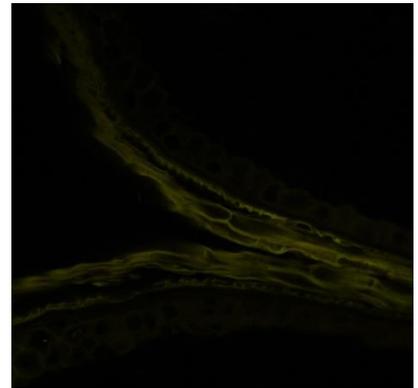
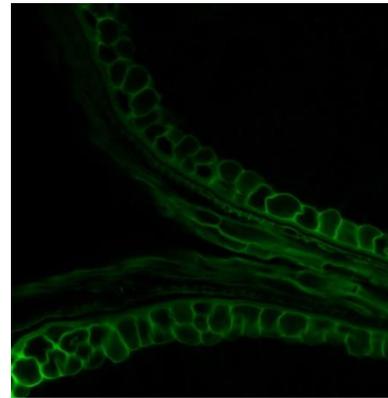
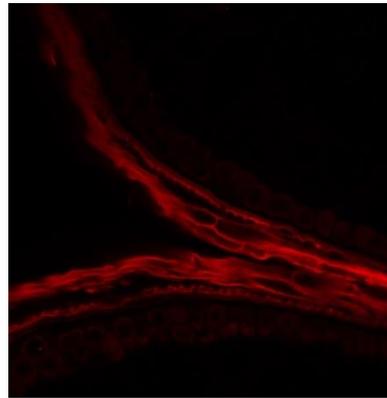
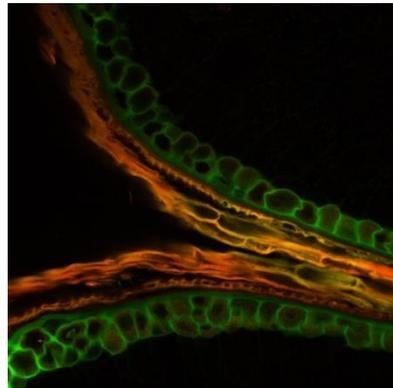
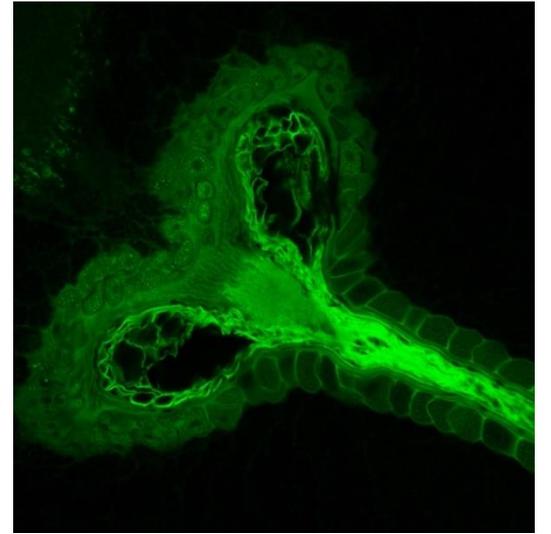
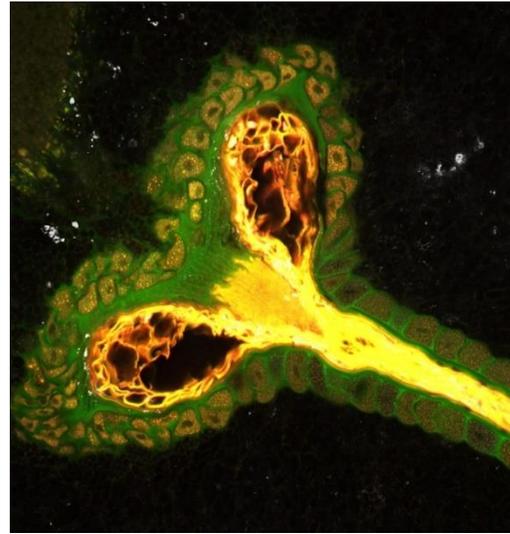
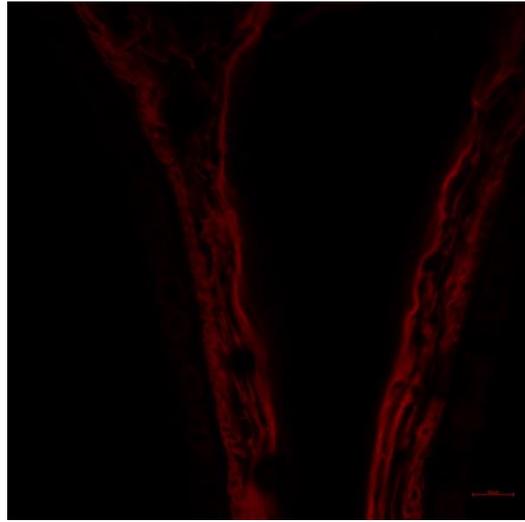
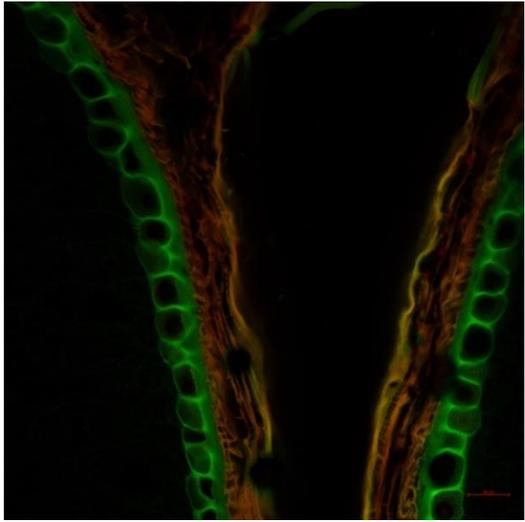
Citation: Razgonova, M.P.;

**Table 1.** A detailed table of the biologically active substances found in the analyzed colored-grain lines of the wheat *T. aestivum*. Different color marks the presence of certain compounds in particular lines.

ID	Classes and Families of Compounds	Name	S29 Control	S29 BLUE 4Th-4B	S29 BLUE 4Th-4D	S29 BLACK 4Th-4B	S29 BLACK 4Th-4D	E22 BLACK 4Th-4D	BW BLACK 4Th-4D
<b>Phenolics</b>									
1	Anthocyanin	Cyanidin 3-(2''-galloyl)glucoside							yes
2		Cyanidin-3-O-3''',6''-O-Dimalonylglucoside		yes		yes		yes	
3		Cyanidin-3-O-glucoside					yes		
4		Malvidin 3-O-rutinoside					yes		
5		Malvidin 3-O-rutinoside-5-O-glucoside		yes	yes				
6		Peonidin 3-O-rutinoside		yes			yes		
7		Peonidin 3-rutinoside-5-glucoside							yes
8		Peonidin-3-O-glucoside					yes		yes
9		Petunidin	yes					yes	
10		Petunidin 3-O-rutinoside-5-O-glucoside		yes	yes				
11	Cinnamic acid derivative	Ferulic acid methyl ester					yes		
12	Hydroxycinnamic acid	1-Caffeoyl-β-D-glucose					yes		
13		1-O-Sinapoyl-β-D-glucose					yes		
14		Caffeic acid derivative					yes		yes
15		Caftaric acid		yes	yes			yes	yes



**Figure 1.** Diversity of colors among the analyzed wheat lines (having anthocyanin-rich grains). (A) The grains of the wheat lines used in this study: control line Saratovskaya 29 (S29) (1) in the upper left-hand corner and next in clockwise order S29 BLACK (4Th-4B) (2), S29 BLACK (4Th-4D) (3), S29 BLUE (4Th-4D) (4), BW BLACK (4Th-4D) (5), S29 BLUE (4Th-4B) (6), and E22 BLACK (4Th-4D) (7). (B) Grains of S29 BLUE (4Th-4B).



Article

## LC-MS/MS Screening of Phenolic Compounds in Wild and Cultivated Grapes *Vitis amurensis* Rupr.

Mayya Razgonova <sup>1,2,\*</sup>, Alexander Zakharenko <sup>1,3</sup>, Konstantin Pikula <sup>1</sup>, Yury Manakov <sup>3</sup>, Sezai Ercisli <sup>4</sup>, Irina Derbush <sup>1</sup>, Evgeniy Kislin <sup>1</sup>, Ivan Seryodkin <sup>5</sup>, Andrey Sabitov <sup>1</sup>, Tatiana Kalenik <sup>2</sup> and Kirill Golokhvast <sup>1,2,3,5</sup>

<sup>1</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, B. Morskaya 42-44, 190000 Saint-Petersburg, Russia; zakharenko.am@dvfu.ru (A.Z.); k.pikula@mail.ru (K.P.); labsad@bk.ru (I.D.); e.kislin@vir.nw.ru (E.K.); andrsabitov@rambler.ru (A.S.); k.golokhvast@vir.nw.ru (K.G.)

<sup>2</sup> Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia; kalenik.tk@dvfu.ru

<sup>3</sup> Siberian Federal Scientific Centre of Agrobiotechnology, Centralnaya, Presidium, 633501 Krasnoobsk, Russia; manakov@sfscs.ru

<sup>4</sup> Department of Horticulture, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey; sercisli@atauni.edu.tr

<sup>5</sup> Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Radio 7, 690041 Vladivostok, Russia; seryodkinivan@inbox.ru

\* Correspondence: m.razgonova@vir.nw.ru

Table 3. Phenolic acids and other compounds identified in the ethanolic extracts of *V. amurensis*.

No.	Identified Compound	ARS	ART	KAL	PAK	RIK	VZK	SPB-1	SPB-2	SPB-3	SPB-4
Hydroxybenzoic acids											
1.	Salvianolic acid D		+		+		+		+		+
2.	Salvianolic acid G	+					+		+		
3.	Ellagic acid [Benzoic acid; Elagostasine]						+			+	
4.	4-Hydroxybenzoic acid							+			
5.	Protocatechuic acid							+			
6.	Gallic acid						+				
7.	Syringic acid [Benzoic acid; Cedar acid]								+		
8.	Salvianolic acid F						+				
9.	Dihydroxybenzoyl-hexoside						+				
	Total number:	1	1	0	1	0	6	2	3	1	1
Hydroxycinnamic acids											
10.	Caftaric acid [cis-caftaric acid; 2-caffeoyl-L-tartaric acid; caffeoyl tartaric acid]	+		+	+	+	+		+	+	+
11.	Di-O-caffeoylquinic acid		+					+	+		
12.	Sinapic acid [trans-Sinapic acid]			+			+				
13.	Coutaric acid [Trans- <i>p</i> -Coumaroyltartaric acid]						+				+
14.	Fertaric acid [Fertarate]				+						+
15.	<i>p</i> -Coumaric acid-O-hexoside						+				+
16.	[Trans- <i>p</i> -Coumaric acid 4-glucoside]										
17.	Caffeic acid-O-(sinapoyl-O-hexoside)							+	+		
18.	<i>p</i> -Coumaric acid				+						
19.	Caffeoylmalic acid		+								
20.	1-Caffeoyl-beta-D-glucose [Caffeic acid-glucoside]										+
21.	5-O-(4'-O- <i>p</i> -coumaroyl glucosyl) quinic acid				+						
22.	3- <i>p</i> -coumaroyl-4-caffeoylquinic acid						+				
	Coumaric acid derivative										
	Total number:	0	1	0	3	2	2	1	1	0	4

## Article

# Comparative Analysis of Far East Sikhotinsky Rhododendron (*Rh. sichotense*) and East Siberian Rhododendron (*Rh. adamsii*) Using Supercritical CO<sub>2</sub>-Extraction and HPLC-ESI-MS/MS Spectrometry

Mayya Razgonova <sup>1,2,\*</sup> , Alexander Zakharenko <sup>1,2</sup> , Sezai Ercisli <sup>3</sup> , Vasily Grudev <sup>4</sup> and Kirill Golokhvast <sup>1,2,5</sup> 

<sup>1</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 190000 Saint-Petersburg, Russia; rarf@yandex.ru (A.Z.); k.golokhvast@vir.nw.ru (K.G.)

<sup>2</sup> SEC Nanotechnology, Far Eastern Federal University, 690950 Vladivostok, Russia

<sup>3</sup> Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey; sercisli@gmail.com

<sup>4</sup> Far Eastern Investment and Export Agency, 123112 Moscow, Russia; grudev@ya.ru

<sup>5</sup> Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 690041 Vladivostok, Russia

\* Correspondence: m.razgonova@vir.nw.ru

Academic Editors: Seung Hwan Yang and Satyajit Sarker

Received: 29 June 2020; Accepted: 12 August 2020; Published: 19 August 2020



Table 3. Compounds identified from SC-CO<sub>2</sub> extracts by two varieties of rhododendron: *Rh. sichotense* and *Rh. adamsii*.

NO.	Identification	Formula	Calculated Mass	<i>Rh. adamsii</i> (104)	<i>Rh. adamsii</i> (105)	<i>Rh. adamsii</i> (109)	<i>Rh. adamsii</i> (110)	<i>Rh. adamsii</i> (108)	<i>Rh. adamsii</i> (112)	<i>Rh. adamsii</i> (116)	<i>Rh. adamsii</i> (117)	<i>Rh. adamsii</i> (118)	<i>Rh. adamsii</i> (122)	<i>Rh. adamsii</i> (123)	<i>Rh. sichotense</i> (175)	<i>Rh. sichotense</i> (176)	<i>Rh. sichotense</i> (177)	<i>Rh. sichotense</i> (178)	<i>Rh. sichotense</i> (190)	<i>Rh. sichotense</i> (192)	<i>Rh. sichotense</i> (193)	References
1	Lepalol [5-(3-Furyl)-2-methyl-1-penten-3-yl] Caffeic acid	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	166.217																			[31,45,48]
2	[(2E)-3-(3,4-Dihydroxyphenyl)acrylic acid]	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	180.1574																			[10,35,42,43,50]
3	Azelaic acid (Nonanedioic acid)	C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	188.2209																			[15,16]
4	Calamene (Cis-Calamene)	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	202.3352																			[15,16,38]
5	Germacon	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	218.3346																			[4,5,10,42,44]
6	Myristic acid (Tetradecanoic acid; N-tetradecanoic acid)	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228.3709																			[15,16]
7	Pentadecanoic acid (Pentadecylic acid)	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	242.3975																			[15,16]
8	Palmitoleic acid	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	254.4082																			[15,16]
9	Cis-cyclopropan-9,10-hexadecanoic acid	C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	268.4348																			[15,16]
10	Linoleic acid (Linoleic acid; Telfairic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	280.4455																			[15,16,49]
11	Stearic acid (Octadecanoic acid; Stearic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	284.4772																			[15,16]
12	Kaempferol	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	286.2363																			[36,39,40,43,50]
13	Cis-cyclopropan-9,10-octadecanoic acid	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	292.4562																			[15,16]
14	Nonadecanoic acid (N-Nonadecanoic acid)	C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	298.5038																			[15,16]
15	Kaempferol 5-methyl ether	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	300.2629																			[39]
16	Farnesol	C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O	300.3059																			[34,39]
17	Quercetin	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	302.2357																			[34,36,39,40,43,50]
18	Dihydroquercetin (Taxifolin; Taxifolin)	C <sub>15</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	304.2516																			[35,39,40]
19	Cannabigeronolonic acid (Cannabigeronolonic acid; Cannabigeronolonic acid)	C <sub>18</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>	304.3808																			[15,16]

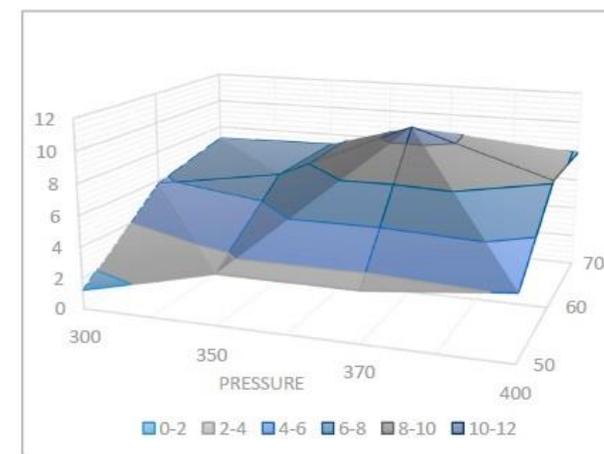


Figure 1. Orthogonal projection representing the extraction yield of target analytes at 300 to 400 Bar and 50–70 °C.

Article

# Rapid Mass Spectrometric Study of a Supercritical CO<sub>2</sub>-extract from Woody Liana *Schisandra chinensis* by HPLC-SPD-ESI-MS/MS

Mayya Razgonova <sup>1,2,\*</sup>, Alexander Zakharenko <sup>1,2</sup>, Konstantin Pikula <sup>1,2</sup>, Ekaterina Kim <sup>1</sup>, Valery Chernyshev <sup>1,2</sup>, Sezai Ercisli <sup>3</sup>, Giancarlo Cravotto <sup>4</sup> and Kirill Golokhvast <sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup> REC Nanotechnology, School of Engineering, Far Eastern Federal University, Sukhanova 8, 690950 Vladivostok, Russia; zakharenko.am@dvmfu.ru (A.Z.); k.golokhvast.ks@vir.nw.ru (K.P.); kim.emi@dvmfu.ru (E.K.); chernyshev.vv@dvmfu.ru (V.C.); golokhvast.ks@dvmfu.ru (K.G.)

<sup>2</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, B. Morskaya 42-44, 190000 Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Ataturk University, Erzurum 25240, Turkey; sercisli@gmail.com

<sup>4</sup> Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, University of Turin, Via P. Giuria 9, 10125 Turin, Italy; giancarlo.cravotto@unito.it

<sup>5</sup> Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Radio 7, 690041 Vladivostok, Russia

\* Correspondence: razgonova.mp@dvmfu.ru

18	Micrantherin A	C <sub>28</sub> H <sub>36</sub> O <sub>8</sub>	500.5806	522.93	422.91; 328.94; 386.00; 476.94	407.87; 392.92; 364.93; 350.88; 320.91; 295.02
19	Gomisin E [[[11R,12R,15R,24S,25S)-12-hydroxy-18,19,20-trimethoxy-11,12,24,25-tetramethyl-4,6,9,14-tetraoxapentacyclo[13.7.3.0.3,7.0.8,22.0]pentacosyl-3(7),8(22),16,18,20-hexaen-13-one]	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>9</sub>	514.3642	514.99	384.98; 355.03; 322.99	354.99; 322.97
20	Schisantherin D [[[11S,12S,13S)-12-hydroxy-3,22-dimethoxy-12,13-dimethyl-5,7,18,20-tetraoxapentacyclo[13.7.0.0.2,10.0.4,8.0]docosa-1(22),2,4(8),9,15,17(21)-hexaen-11-yl]	C <sub>29</sub> H <sub>28</sub> O <sub>9</sub>	520.5272	542.89	380.89; 408.36; 451.55; 334.99; 200.93	
21	Benzoylgomisin O [[[8R,9S,10S)-3,4,5,19-tetramethoxy-9,10-dimethyl-15,17-dioxatetracyclo[10.7.0.0.2,7.0]nonadecyl-1(19),2,4,6,12,14(18)-hexaen-8-yl] benzoate]	C <sub>30</sub> H <sub>32</sub> O <sub>9</sub>	520.5703	542.91	380.89	364.66; 308.93; 193.02
22	Benzoylgomisin H [[[9S,10S)-10-hydroxy-4,5,14,15,16-pentamethoxy-9,10-dimethyl-3-tricyclo[10.4.0.0.2,7]hexadecyl-1(16),2,4,6,12,14-hexaenyl] benzoate]	C <sub>30</sub> H <sub>34</sub> O <sub>8</sub>	522.5862	522.99	491.30; 448.09; 421.07; 399.03; 377.05; 335.11; 302.95; 269.78	271.39; 213.02
23	Gomisin D [12,25-dihydroxy-18,19,20-trimethoxy-11,12,24,25-tetramethyl-4,6,9,14-tetraoxapentacyclo[13.7.3.0.3,7.0.8,22.0]pentacosyl-3(7),8(22),16,18,20-hexaen-13-one]	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>10</sub>	530.5636	553.97	510.97; 478.98; 400.97; 372.91; 334.94; 248.99; 202.87	382.92; 354.95; 339.03; 312.11; 277.00; 248.99; 189.03
24	Gomisin G [[[9S,10S,11S)-10-hydroxy-3,4,5,19-tetramethoxy-9,10-dimethyl-15,17-dioxatetracyclo[10.7.0.0.2,7.0]nonadecyl-1(19),2,4,6,12,14(18)-hexaen-11-yl] benzoate]	C <sub>30</sub> H <sub>32</sub> O <sub>9</sub>	536.3697	536.93	436.92; 414.99; 371.03; 341.04	422.80; 390.84; 360.99
25	Schisantherin A (Gomisin C) [[[8S,9S,10S)-9-hydroxy-3,4,5,19-tetramethoxy-9,10-dimethyl-15,17-dioxatetracyclo[10.7.0.0.2,7.0]nonadecyl-1(19),2,4,6,12,14(18)-hexaen-8-yl] benzoate]	C <sub>30</sub> H <sub>32</sub> O <sub>9</sub>	536.5697	537.95	414.99; 371.05; 340.98	370.99; 341.02 341.01; 310.01; 282.06
26	Benzoylgomisin Q [[[8S,9S,10S)-9-hydroxy-3,4,5,14,15,16-hexamethoxy-9,10-dimethyl-8-tricyclo[10.4.0.0.2,7]hexadecyl-1(16),2,4,6,12,14-hexaenyl] benzoate]	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> O <sub>9</sub>	552.3121	552.99	415.05; 436.98; 384.03	384.03; 400.01; 359.00 369.02; 352.99; 338.00

Article

# Features and Advantages of Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction of Sea Cucumber *Cucumaria frondosa japonica* Semper, 1868

Alexander Zakharenko <sup>1,2,\*</sup> , Denis Romanchenko <sup>1</sup>, Pham Duc Thinh <sup>3</sup> ,  
Konstantin Pikula <sup>1,2</sup> , Cao Thi Thuy Hang <sup>3</sup> , Wenpeng Yuan <sup>4</sup>, Xuekui Xia <sup>5</sup>,  
Vladimir Chaika <sup>1</sup>, Valery Chernyshev <sup>1,2</sup>, Svetlana Zakharenko <sup>2</sup>, Mayya Razgonova <sup>2</sup> ,  
Gyuhwa Chung <sup>6</sup>  and Kirill Golokhvast <sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> School of Biomedicine, Department of Pharmacy and Pharmacology, Far Eastern Federal University, Sukhanova 8, 690950 Vladivostok, Russia; dromanch@mail.ru (D.R.); k.pikula@mail.ru (K.P.); chaika.vv@dvfu.ru (V.C.); chernyshev.vv@dvfu.ru (V.C.); droopy@mail.ru (K.G.)

<sup>2</sup> N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 190000 Sankt-Peterburg, Russia; rarf3340@yandex.ru (S.Z.); Razgonova.mp@dvfu.ru (M.R.)

<sup>3</sup> NhaTrang Institute of Technology Research and Application, VAST, Nhatrang, Nha Trang City 57000, Vietnam; ducthinh.nitra@gmail.com (P.D.T.); caohang.nitra@gmail.com (C.T.T.H.)

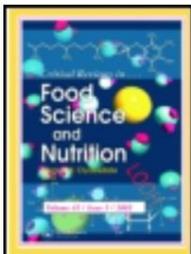
<sup>4</sup> Heze Branch, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Biological Engineering Technology Innovation Center of Shandong Province China, Heze 274008, China; yuanwp@sdas.org

<sup>5</sup> Key Laboratory for Biosensor of Shandong Province, Biology Institute, Jinan 250013, China; xiakx@sdas.org

<sup>6</sup> Department of Biotechnology, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea; chung@chonnam.ac.kr

\* Correspondence: rarf@yandex.ru; Tel.: +7-9146-681-935

# Инактивация микроорганизмов в условиях сверхкритического CO<sub>2</sub>



Critical Reviews in Food Science and Nutrition

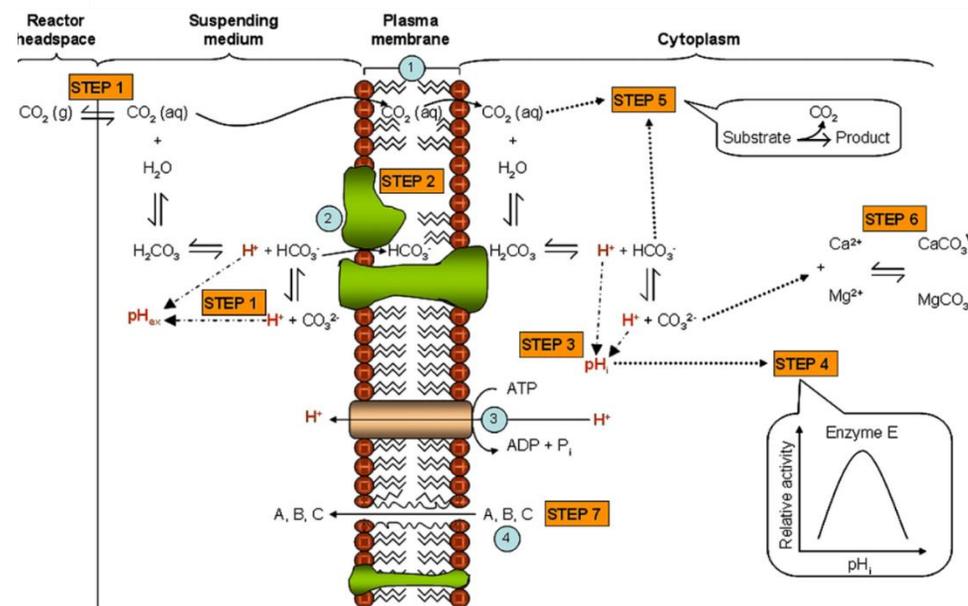
ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/bfsn20>



## The potential application of supercritical CO<sub>2</sub> in microbial inactivation of food raw materials and products

Bogusław Buszewski, Olga Wrona, Razgonova P. Mayya, Alexander Mikhailovich Zakharenko, Tatyana Kuzminichna Kalenik, Kirill Sergeevich Golokhvast, Wojciech Piekoszewski & Katarzyna Rafińska

To cite this article: Bogusław Buszewski, Olga Wrona, Razgonova P. Mayya, Alexander Mikhailovich Zakharenko, Tatyana Kuzminichna Kalenik, Kirill Sergeevich Golokhvast, Wojciech Piekoszewski & Katarzyna Rafińska (2021): The potential application of supercritical CO<sub>2</sub> in microbial inactivation of food raw materials and products, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: [10.1080/10408398.2021.1902939](https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1902939)



# Применение сверхкритической экстракции в технологии получения пищевых красителей

ISSN 2686-7982 (Online) | ISSN 2500-1922 (Print)

Т. 6 | № 4 | 2021

**ИНДУСТРИЯ  
ПИТАНИЯ**

 FOOD  
INDUSTRY

 Химия пищи и гигиена питания  
Food Chemistry and Hygiene

 УДК 547.97:663.052:633.491  
DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-4-8

## Исследование возможности получения антоцианового красителя из картофеля

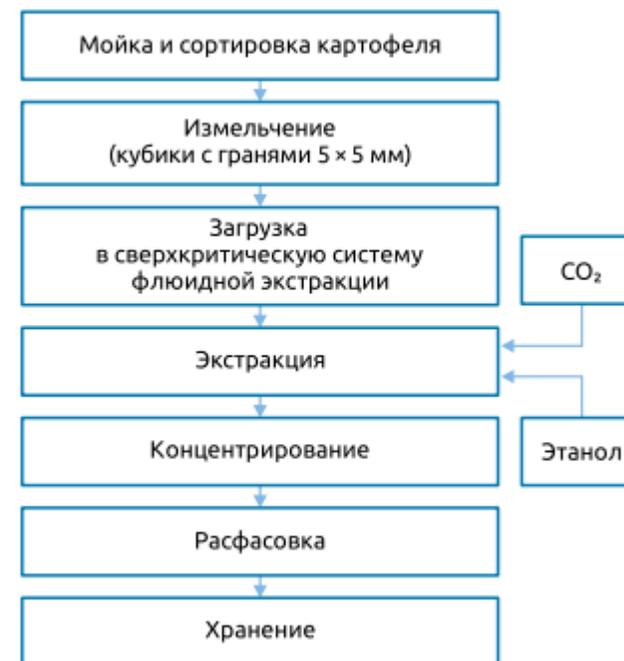
 А.М. Захаренко<sup>1</sup>, К.С. Голохваст<sup>1</sup>, О.В. Голуб<sup>1\*</sup>, О.К. Мотовилов<sup>1</sup>
<sup>1</sup> Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, г. Новосибирск, Российская Федерация,  
\*e-mail: golubiza@rambler.ru

### Ключевые слова:

антоцианы;  
краситель;  
картофель;  
CO<sub>2</sub>-экстракция;  
качество

### Реферат

В настоящее время на территории нашей страны все большую популярность приобретает выращивание картофеля, обладающего синей окраской кожуры и мякоти за счет высокого содержания антоцианов. В работе изучена возможность получения пищевого красителя из картофеля «Фиолетовый» с использованием современного метода сверхкритической жидкостной экстракции CO<sub>2</sub>. Объект исследования – экспериментальные образцы антоцианового красителя из картофеля. При выполнении работы применяли стандартные методы испытаний; содержание антоцианов в красителе определяли спектрофотометрическим методом, качественный анализ антоцианов красителя проводили методом ВЭЖХ, идентификацию антоцианов – методами масс-спектрометрии. Основные этапы производства красителя: мойка и сортировка картофеля; измельчение картофеля; экстракция в сверхкритической системе флюидной экстракции в присутствии CO<sub>2</sub> и этанола; концентрирование; фасовка; хранение.



Показатель	Характеристика
Внешний вид	Порошок
Цвет	Темно-фиолетовый
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Не менее 87,0
pH, усл. ед.	4,5–4,9
Содержание антоцианов, г на 1 кг картофеля	3,90 ± 0,15
Выход красителя, %	90 ± 1



# Спасибо за внимание

Сибирский федеральный научный центр агробiotехнологий  
Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, ул. Центральная, 2Б, к. 302.

[www.sfscs.ru](http://www.sfscs.ru)

