

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЯГОДАХ КАМЧАТСКОЙ ЖИМОЛОСТИ *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevast.

М. П. Разгонова^{а, *}, Е. Н. Петруша^б, Е. А. Русакова^б, К. С. Голохваст^с

^аФедеральное государственное бюджетное научное учреждение “Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова”, Санкт-Петербург, Россия

^бФедеральное государственное бюджетное научное учреждение “Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства”, Камчатский край, п. Сосновка, Россия

^сФедеральное государственное бюджетное учреждение науки “Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук”, Новосибирская область, п. Краснообск, Россия

*e-mail: m.razgonova@vir.nw.ru

Таблица 1. Полифенольные соединения, идентифицированные в экстрактах ягод *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*

№	Класс соединений	Соединение	Химическая формула	Молярная масса	Ион-аддукт [М-Н]-	Ион-аддукт [М+Н] ⁺	Фрагментация МС/МС 1 порядка	Фрагментация МС/МС 2 порядка	Фрагментация МС/МС 3 порядка	Источник
1	Флавоны	2'-Hydroxygenistein	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.23		287.18	231.16	213.20;		Mexican

								165.07		lupine species [13]
2	Флавоны	Dihydroxy-tetramethoxyflavone	C ₁₉ H ₂₀ O ₈	376.35	375.4 4		213.21	169.24; 113.25	125.26	<i>G. linguiforme</i> [14]
3	Флавоны	Luteolin 7- <i>O</i> -glucoside [Cynaroside]	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448.37		449.23	287.13	213.14	185.14	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [15]; <i>Lonicera henryi</i> [16]; <i>Lonicera japonica</i> [17]
4	Флавоны	Diosmetin O-hexoside	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	462.40		463.24	301.16	286.11	258.14	Andean blueberry [18]
5	Флавоны	Chrysoeriol O-diglucoside	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	624.54		625.33	301.15; 463.20	286.14	258.12	Mexican lupine species [13]
6	Флавонолы	Kaempferol	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.23	285.3 6		185.22; 257.25; 117.27	117.28		<i>Lonicera japonica</i> [17]; Andean

										<i>blueberry</i> [18]; <i>Ribes</i> <i>meyeri</i> [19]
7	Флавонолы	Rhamnocitrin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300.26		301.38	283.35	268.74; 111.08		<i>Mentha</i> [20]; <i>Astragali</i> <i>radix</i> [21]
8	Флавонолы	Quercetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302.23		303.16	285.11; 165.10	257.10	229.13	<i>Vaccinium</i> <i>macrocarpo</i> <i>n</i> [15]; <i>Ribes</i> <i>meyeri</i> [19]
9	Флавонолы	Herbacetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302.23		303.18	203.11	175.23		<i>Ocimum</i> [22];
10	Флавонолы	Myricetin	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	318.23		319.19	273.09; 219.13	191.12	173.03	<i>F.</i> <i>glaucescens</i> [14]; Andean blueberry [18]; <i>Vaccinium</i> <i>macrocarpo</i> <i>n</i> [23]
11	Флавонолы	Astragalin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448.37		449.19	287.12	287.11; 229.99	203.08	<i>Lonicera</i> <i>japonica</i>

										[17]; <i>Ribes nigrum</i> [24]; <i>Ribes meyeri</i> [19];
12	Флавонолы	Kaempferol-3-O-hexoside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448.37		449.21	287.11	231.21	165.02	Andean blueberry [18]; <i>Rhus coriaria</i> [25]; <i>Punica granatum</i> [26]
13	Флавонолы	Taxifolin-3-O-hexoside [Dihydroquercetin-3-O-hexoside]	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₂	466.39	465.4 2		285.18	241.21	197.24	Andean blueberry [18]; Chilean currants [27]; <i>Euphorbia hirta</i> [28]
14	Флавонолы	Kaempferol 3-O-rutinoside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	594.51		595.29	449.17; 287.15	287.14; 213.13	285.25	<i>Lonicera japonica</i> [17]; <i>Ribes meyeri</i> [19]

15	Флавонолы	Rutin (Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610.51		611.30	303.12	257.15;	229.12	<i>Lonicera henryi</i> [16]; <i>Lonicera japonica</i> [17]; <i>Ribes meyeri</i> [19]; <i>Ribes magellanicum</i> [27]
16	Флавонолы	Kaempferol-3,7-Di- <i>O</i> -glucoside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610.51		611.34	287.11; 449.21	213.14	213.1	Rapeseed petals [29]; <i>Taraxacum officinale</i> [30]
17	Флавонолы	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -(6"- <i>O</i> -rhamnosyl-hexoside)	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	624.54		625.25	317.13; 479.12	302.12; 153.14	274.11; 153.05	<i>Lonicera henryi</i> [16]
18	Флавонолы	Kaempferol derivative	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₇	628.53	627.5 3		465.31; 285.18	285.20	241.12	<i>Cuphea ignea</i> [31]
19	Флавонолы	Quercetin deoxyhexosyl deoxyhexosyl hexoside	C ₃₃ H ₄₀ O ₂₀	756.65	755.5 3		300.18; 489.34; 737.50	271.16	243.19	<i>Ribes meyeri</i> [19]
20	Флавонолы	Quercetin pentosyl	C ₃₂ H ₃₈ O ₂₁	758.63		758.73	670.61;	415.37		<i>F.</i>

		hexoside hexoside					479.45; 319.33			<i>glaucescens</i> [14]
21	Флаван-3-олы	Epiafzelechin [(epi)Afzelechin]	C ₁₅ H ₁₄ O ₅	274.26		275.25	245.18; 175.17	245.12; 175.14; 117.27		<i>A.</i> <i>cordifolia</i> ; <i>F.</i> <i>glaucescens</i> ; <i>F. herrerae</i> [14]; <i>Cassia</i> <i>abbreviata</i> [32]
22	Флаван-3-олы	Catechin	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	290.26		291.25	261.16; 157.16	191.14	173.16	<i>Vaccinium</i> <i>macrocarpo</i> <i>n</i> [15, 23]; <i>Ribes meyeri</i> [19]; <i>Ribes</i> <i>magellanicu</i> <i>m</i> [27]
23	Флаван-3-олы	(Epi)-catechin	C ₁₅ H ₁₄ O ₈	290.26		291.22	261.20; 139.19	191.16	173.13	<i>Vaccinium</i> <i>macrocarpo</i> <i>n</i> [15, 23]; <i>Andean</i> <i>blueberry</i>

										[18]; <i>Vaccinium myrtillus</i> [33]
24	Флаван-3-олы	(Epi)-catechin derivative	C ₁₉ H ₂₂ O ₈	378.15		379.26	261.18	233.21	151.21	<i>Pubchem</i>
25	Флаван-3-олы	(Epi)-afzelechin derivative	C ₁₈ H ₁₆ O ₁₀	392.31		393.28	275.25	245.22; 175.20	174.96	<i>Zostera marina</i> [34]
26	Флаван-3-олы	(Epi)-catechin derivative	C ₁₈ H ₁₆ O ₁₁	408.31		409.24	289.81	261.19; 191.11	191.07	<i>Pubchem</i>
27	Флаван-3-олы	(Epi)-catechin derivative	C ₁₈ H ₁₆ O ₁₂	424.32		425.57	291.21	261.21; 191.18	191.09; 261.15	<i>Pubchem</i>
28	Флаван-3-олы	(epi)Catechin O-hexoside	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₁	452.40		453.61	289.13; 129.20	129.19	111.27	Andean blueberry [18]
29	Флаван-3-олы	(Epi)gallocatechin-(epi)catechin dimer	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594.52		595.30	577.22; 409.16; 247.15	229.11	183.21	Carao tree seeds [35]; Grape [36]
30	Гидролизованн ые танины	Proanthocyanidin B1 [Procyanidin Dimer B1; (-)-epicatechin-(4beta->8)-(+)-catechin]	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	578.52		579.30	409.20; 291.18; 561.04	287.13	245.09	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [15, 23]; <i>Andean blueberry</i>

										[18]; <i>Vaccinium myrtillus</i> [33]
31	Гидролизованн ые танины	Proanthocyanidin B-type	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₃	594.51		595.1	287.14; 449.19	213.12		<i>Vaccinium macrocarpo</i> <i>n</i> [15, 23]; <i>Actinidia</i> [37]
32	Эллагитанины	Di-O-galloyl-HHDP- glucose	C ₃₄ H ₂₆ O ₂₂	786.55		787.76	599.59; 761.93	301.49		<i>Cuphea</i> <i>ignea</i> [31]; <i>Terminalia</i> <i>arjuna</i> [38]
33	Антоцианины	Delphinidin	C ₁₅ H ₁₁ O ₇	303.24		304.19	257.14; 165.10	229.13	201.16	<i>A. cordifolia</i> [14]
34	Антоцианины	Petunidin	C ₁₆ H ₁₃ O ₇₊	317.27		318.44	300.39; 219.18	282.39; 135.27	252.41; 135.30	<i>A.</i> <i>cordifolia</i> ; <i>C. edulis</i> [14]
35	Антоцианины	Peonidin-3-O-glucoside	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁ +	463.41		464.24	301.14	286.12	258.13	<i>Andean</i> <i>blueberry</i> [18]; <i>Grape</i>

										[36]; <i>Berberis ilicifolia</i> ; <i>Berberis empetrifolia</i> [39]
36	Антоцианины	Delphinidin 3- acetylglucoside [Delphinidin-3-O-(6-O- acetyl)glucoside]	$C_{23}H_{23}O_{13}$ +	507.52		508.21	303.11	257.13	229.16	Grape [36]; Виноматери ал [40]
37	Антоцианины	Cyanidin-3-O-rutinoside	$C_{27}H_{31}O_{15}$	595.52		596.28	287.14; 449.19	213.12		<i>Ribes magellanicu m</i> [27]; <i>Berberis ilicifolia</i> ; <i>Berberis empetrifolia</i> ; <i>Ribes maellanicum</i> ; <i>Ribes cucullatum</i> [39]

38	Антоцианины	Delphinidin 3- <i>O</i> -Beta- <i>D</i> -sambubioside	C ₂₆ H ₂₉ O ₁₆	597.49		598.25	303.11;	257.15	229.13	<i>Berberis microphylla</i> [41]; Red currant [42]
39	Гидроксibenзойная кислота	Protocatechuic acid	C ₇ H ₆ O ₄	154.12		155.21	127.20			<i>Lonicera japonica</i> [17]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [15, 23]; <i>Ribes meyeri</i> [19]
40	Гидроксикоричная кислота	3,4-Dihydroxyhydrocinnamic acid [Dihydrocaffeic acid]	C ₉ H ₁₀ O ₄	182.17		183.23	155.14	127.14		Chilean currants [27]
41	Фенольные кислоты	Hydroxy methoxy dimethylbenzoic acid	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	196.19		197.14	160.14	151.07		<i>F. herrerae</i> ; <i>F. glaucescens</i> [14]
42	Фенольные кислоты	2,3,4,5,6-pentahydroxybenzoic	C ₇ H ₆ O ₇	202.11		203.17	143.14			<i>Jatropha</i> [43]

		acid								
43	Гидроксикоричная кислота	Hydroxyferulic acid	C ₁₀ H ₁₀ O ₅	210.18		211.16	193.10	175.12	129.14	Andean blueberry [18]; <i>Rosa davurica</i> [44]
44	Гидроксibenзойная кислота	Ellagic acid [Benzoaric acid; Elagostasine; Lagistase; Eleagic acid]	C ₁₄ H ₆ O ₈	302.19		303.22	257.14	229.05	201.11; 133.27	<i>Ribes meyeri</i> [19]; <i>Punica granatum</i> [26]; <i>Euphorbia hirta</i> [28]; <i>Grape</i> [36]; <i>Terminalia arjuna</i> [38]
45	Фенольные кислоты	p-Coumaroylquinic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₈	338.30		339.43	321.43; 121.27	121.15		Andean blueberry [18]; <i>Ribes meyeri</i> [19]; <i>Ribes</i>

										<i>nigrum</i> [24]; <i>Ribes magellanicum</i> [27]; <i>Vaccinium myrtillus</i> [33]
46	Гидроксикоричная кислота	Chlorogenic acid [3-O-Caffeoylquinic acid]	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354.30		355.40	337.36	317.35; 243.30	131.08	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [15, 23]; <i>Lonicera henryi</i> [16]; <i>Lonicera japonica</i> [17]; Andean blueberry [18]; <i>Ribes magellanicum</i> [27]
47	Гидроксикоричная кислота	Neochlorogenic acid [5-O-Caffeoylquinic acid]	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354.31	353.34		191.22	173.23	126.80	<i>Lonicera henryi</i> [16]; <i>Lonicera</i>

										<i>japonica</i> [17]; Andean blueberry [18]; <i>Ribes magellanicum</i> [27]; <i>Vaccinium myrtillus</i> [45]
48	Гидроксикоричная кислота	3- <i>O</i> -Hydroxydihydrocaffeoylquinic acid	C ₁₆ H ₂₀ O ₁₀	372.32	371.30		191.19	127.25		<i>Lonicera henryi</i> [16]
49	Фенольные кислоты	Caffeoylquinic acid derivative	C ₁₇ H ₁₈ O ₁₀	382.32	381.3		191.18; 111.30	173.12; 111.24	111.11	<i>Vaccinium myrtillus</i> [45]
50	Фенольные кислоты	Ferulic acid- <i>O</i> -hexoside derivative	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₁	450.39	449.44		269.19; 151.17; 419.28	225.24; 151.21		<i>Cuphea ignea</i> [31]
51	Фенольные кислоты	Dicaffeoyl shiikimic acid	C ₂₅ H ₂₂ O ₁₁	498.43		499.30	163.14; 319.16	145.12	117.14	<i>Andean blueberry</i> [18]
52	Фенольные	Feruloyl- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroyl-	C ₃₁ H ₃₂ O ₁₁	676.57		677.45	513.32;	349.20;		<i>Phoenix</i>

	кислоты	O-caffeoylshikimic acid	7				367.29	266.30		<i>dactylifera</i> [46]
53	Дигидрохалкон	Phloretin [Dihydronaringenin; Phloretol]	C ₁₅ H ₁₄ O ₅	274.26		275.23	257.19	230.08	229.24	<i>G. linguiforme</i> [14]; <i>Punica granatum</i> [26]
54	Стильбены	Pinosylvin [3,5-Stilbenediol; Trans-3,5-Dihydroxystilbene]	C ₁₄ H ₁₂ O ₂	212.24		213.27	184.23	169.17		<i>Pinus sylvestris</i> [47]
55	Стильбены	Resveratrol [trans-Resveratrol; 3,4',5-Trihydroxystilbene; Stilbentriol]	C ₁₄ H ₁₂ O ₃	228.24		229.21	179.16	151.16	123.12	<i>A. cordifolia</i> ; <i>F. glaucescens</i> ; <i>F. herrerae</i> [14]; <i>Embelia</i> [48]
56	Кумарины	4-Methylesculetin [4-Methyl-6,7-Dihydroxycoumarin]	C ₁₀ H ₈ O ₄	192.16		193.16	147.15	129.19	110.60	<i>Artemisia annua</i> [49]
57	Кумарины	Fraxetin	C ₁₀ H ₈ O ₅	208.16		209.16	193.10	175.11	129.15	<i>Actinidia</i> [37];

										<i>Jatropha</i> [43]; <i>Embelia</i> [48]
58	Лигнан	Syringaresinol	C ₂₂ H ₂₆ O ₈	418.44		419.25	326.10	298.14	252.08	Magnolia [50]; <i>Triticum</i> <i>aestivum</i> [51]; лигнаны [52]