

УДК 582.936:615.322

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РОДА *HALENIA* (ОБЗОР)

© Т.М. Шишмарева*, Д.Н. Оленников

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, ул. Сахьяновой, 6,
Улан-Удэ, 670047 (Россия), e-mail: shishmarevatm@rambler.ru

Приведен обзор сведений по химическому составу (фенольные, терпеновые и другие соединения) и биологической активности видов рода *Halenia* мировой флоры. Основными биологически активными веществами рода *Halenia* являются ксантоны, флавоноиды, хромоны и их производные. Виды *Halenia* представляют интерес как источник сырья, содержащего ксантоны и флавоноиды.

Ключевые слова: *Halenia*, Gentianaceae, ксантоны, флавоноиды, хромоны, биологическая активность.

Род Галения (*Halenia* L.) семейства Горечавковые (Gentianaceae) включает около 80 видов, распространенных на лугах, лесных опушках, по берегам рек и ручьев, в ивняках и ерниках, на луговых склонах, в осветленных и разреженных лесах на территории Северной и Южной Америки, Южной и Восточной Азии; на территории России встречается единственный вид – *H. corniculata* (L.) Cornaz [1]. Виды рода *Halenia* широко применяются в народной медицине стран Юго-Восточной Азии (Монголия, Китай, Индия, Тибет) в качестве средств для лечения гепатобилиарной системы.

Целью настоящей работы является обобщение сведений научной литературы о химическом составе и биологической активности видов рода *Halenia*.

Химические исследования рода *Halenia* проводятся с 70-х гг. XX в. К настоящему времени выделено и идентифицировано около 80 соединений различных структурных типов, в том числе фенолы (ксантоны, флавоноиды, хромоны, кумарины, фенилпропаноиды, танины), терпены (секоиридоиды, тритерпены, сесквитерпены, стеролы), органические кислоты, алкалоиды и полисахариды (табл. 1).

К числу наиболее исследованных фенольных соединений рода *Halenia* относятся ксантоны и флавоноиды. Основные работы были проведены российскими, монгольскими, швейцарскими и китайскими учеными, которые выделили и идентифицировали около 50 веществ.

Ксантоны. Первыми выделенными соединениями данного класса были 1-гидрокси-2,3,5-триметоксиксантон и 1-гидрокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон из *H. asclepiadea* (Kunth) G. Don [12]. Из четырех видов рода (*H. asclepiadea*, *H. campanulata* Cuatres, *H. corniculata*, *H. elliptica* D. Don) было выделено 43 производных (1–43), в том числе 26 агликонов и 17 *O*-гликозидов. *C*-гликозиды ксантонов в растениях этого рода не обнаружены. В видах рода *Halenia* встречаются ксантоновые соединения, имеющие в качестве заместителей гидроксильные, метоксильные и *O*-гликозильные группы с различными типами замещения

Шишмарева Татьяна Михайловна – младший научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, кандидат фармацевтических наук, тел.: (301-2) 43-47-43, e-mail: shishmarevatm@rambler.ru
Оленников Даниил Николаевич – старший научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, кандидат фармацевтических наук, тел.: (301-2) 43-34-63, e-mail: oldaniil@rambler.ru

(от моно- до гексазамещенных). Наиболее часто встречаемыми типами замещения являются: 1,2,3,5-, 1,2,3,7-, 1,2,3,4,5-, 1,2,3,4,7-, 1,2,3,5,7- и 1,2,3,4,5,7-. Гликозиды содержат в качестве углеводного компонента моно- или биозильные остатки (глюкоза, гентиобиоза, примвероза).

* Автор, с которым следует вести переписку.

Таблица 1. Соединения, выделенные из видов рода *Halenia*

№	Соединение	Вид
1	2	3
<i>Монозамещенный ксантон</i>		
1	1-примверозилоксиксантон (деметоксигалениазид)	<i>H. elliptica</i> [2,3]
<i>Тризамещенные ксантоны</i>		
2	1-гидрокси-3,5-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4]
<i>Тетразамещенные ксантоны</i>		
3	1,2,3-тригидрокси-5-метоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [5]
4	1,5-дигидрокси-2,3-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [7–11]
5	1-гидрокси-2,3,5-триметоксиксантон	<i>H. asclepiadea</i> [12], <i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [4, 6, 14–17], <i>H. elliptica</i> [7–9, 18–22]
6	1-глюкопиранозилокси-2,3,5-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [21]
7	1-гентиобиозилокси-2,3,5-триметоксиксантон	<i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [23]
8	1-примверозилокси-2,3,5-триметоксиксантон	<i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [4, 6, 14, 16], <i>H. elliptica</i> [23–27]
9	1,7-дигидрокси-2,3-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6, 28], <i>H. elliptica</i> [9, 11]
10	1-гидрокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [19, 21, 29]
11	1-гидрокси-2,7-диметокси-3-β-D-глюкопиранозилоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [5]
12	1-глюкопиранозилокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [21]
13	1-гентиобиозилокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6]
14	1-примверозилокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [23–25]
15	1,3-дигидрокси-4,5-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4]
16	1,3-дигидрокси-4,7-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4]
17	1,3,5,8-тетрагидроксиксантон	<i>H. elliptica</i> [18]
18	1,8-дигидрокси-3,5-диметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4]
19	1-гидрокси-3,7,8-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [30]
<i>Пентазамещенные ксантоны</i>		
20	1,2-дигидрокси-3,4,5-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [11]
21	1,5-дигидрокси-2,3,4-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [23]
22	1-гидрокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон	<i>H. asclepiadea</i> [12], <i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [4, 6, 14–17, 31], <i>H. elliptica</i> [7, 9, 19, 21, 22, 32]
23	1-гентиобиозилокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [23]
24	1-примверозилокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон	<i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [4, 6, 14, 16], <i>H. elliptica</i> [23–25, 27]
25	1-гидрокси-2,3,4,6-тетраметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [18]
26	1,4,7-тригидрокси-2,3-диметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [8]
27	1,2-дигидрокси-3,4,7-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [8]
28	1,4-дигидрокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [8]
29	1,7-дигидрокси-2,3,4-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [8,33]
30	1-гидрокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон	<i>H. asclepiadea</i> [12], <i>H. corniculata</i> [4, 6, 16, 34], <i>H. elliptica</i> [7–9, 18, 19, 21]
31	1-гентиобиозилокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6]
32	1-примверозилокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4, 6], <i>H. elliptica</i> [23–25]
33	1,5-дигидрокси-2,3,7-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [11]
34	1,7-дигидрокси-2,3,5-триметоксиксантон	<i>H. elliptica</i> [35]
35	1-гидрокси-2,3,5,7-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [14, 16, 34]
36	1-примверозилокси-2,3,5,7-тетраметоксиксантон (галениазид)	<i>H. corniculata</i> [14, 16, 34], <i>H. elliptica</i> [2, 3, 24, 25, 27]
<i>Гексазамещенные ксантоны</i>		
37	1,3-дигидрокси-2,4,5,7-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [5]
38	1,7-дигидрокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6, 16, 28, 34], <i>H. elliptica</i> [7, 9, 11]
39	1-гидрокси-2,3,4,5,7-пентаметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [4, 6]
40	1-гентиобиозилокси-2,3,4,5-тетраметокси-7-гидрокси-ксантон	<i>H. corniculata</i> [6]
41	1-примверозилокси-2,3,4,5-тетраметокси-7-гидрокси-ксантон	<i>H. corniculata</i> [6]
42	1-гентиобиозилокси-2,3,4,5,7-пентаметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6]
43	1-примверозилокси-2,3,4,5,7-пентаметоксиксантон	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [24, 25]

Окончание таблицы 1

1	2	3
<i>Флавоноиды</i>		
44	Апигенин	<i>H. corniculata</i> [4,16], <i>H. elliptica</i> [23]
45	Апигенин-7-О-генциобозид	<i>H. elliptica</i> [23]
46	Генкванин	<i>H. elliptica</i> [36]
47	Лютеолин	<i>H. corniculata</i> [4, 6, 15, 16], <i>H. elliptica</i> [23, 36, 37]
48	Цинарозид (лютеолин-7-О-β-D-гликозид)	<i>H. corniculata</i> [4, 6, 16, 38], <i>H. elliptica</i> [3, 23, 36]
49	Цезиозид (лютеолин-7-О-примверозид)	<i>H. corniculata</i> [6]
50	Лютеолин-7-О-генциобозид	<i>H. elliptica</i> [23]
51	Ориентин	<i>H. corniculata</i> [38]
<i>Хромоны</i>		
52	Галеновая кислота А (8-гидрокси-хромон-2-карбоновая кислота)	<i>H. elliptica</i> [39]
53	Галеновая кислота В (8-метокси-хромон-2-карбоновая кислота)	<i>H. elliptica</i> [39]
54	Галеновая кислота С (8-гидрокси-3-ацетил-хромон-2-карбоновая кислота)	<i>H. elliptica</i> [39]
55	Галенихромон А (2-(8-гидрокси-2-метил-хромон-3-ил)- 2-оксоуксусная кислота)	<i>H. elliptica</i> [39]
56	Галенихромон В (5-гидрокси-6-метокси-2- метилхромон)	<i>H. elliptica</i> [39]
57	Галенихромон С (3,5-дигидрокси-6-метокси-2- метилхромон)	<i>H. elliptica</i> [39]
58	2-метил-5-метокси-хромон	<i>H. elliptica</i> [18]
59	2-метил-8-гидрокси-хромон	<i>H. elliptica</i> [18, 39]
60	2-метил-8-метокси-хромон	<i>H. elliptica</i> [39]
61	2-метил-5-гидрокси-8-метокси-хромон	<i>H. elliptica</i> [39]
<i>Кумарины</i>		
62	Умбеллиферон	<i>H. corniculata</i> [40]
63	Скополетин	<i>H. corniculata</i> [40]
64	Фраксинол	<i>H. corniculata</i> [40]
<i>Простые фенолы</i>		
65	Кониферилловый альдегид	<i>H. elliptica</i> [18]
66	Синапиновый альдегид	<i>H. elliptica</i> [18]
67	Бутилизобутилфталат	<i>H. elliptica</i> [37]
<i>Секоирридоиды</i>		
68	Гентиопикрин	<i>H. elliptica</i> [23]
69	Свертиамарин	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [41]
70	Вогелозид	<i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [23, 37]
71	Эпивоелозид	<i>H. campanulata</i> [13], <i>H. corniculata</i> [4, 6], <i>H. elliptica</i> [18, 23]
72	Сверозид	<i>H. corniculata</i> [6], <i>H. elliptica</i> [23]
73	Секологановая кислота	<i>H. corniculata</i> [4]
74	(7S)-7-кафеоилоксисверозид	<i>H. corniculata</i> [4]
75	Корникулозид (7β-[(E)-4'-O-(β-D-глюкопиранозил)- кафеоилокси]-сверозид)	<i>H. corniculata</i> [42]
<i>Сесквитерпены</i>		
76	Галенин А	<i>H. elliptica</i> [43]
77	Галенин В	<i>H. elliptica</i> [43]
<i>Тритерпены</i>		
78	Олеаноловая кислота	<i>H. corniculata</i> [40], <i>H. elliptica</i> [18, 21, 44]
79	Эпитараксерол	<i>H. elliptica</i> [37]
80	Свертанон	<i>H. elliptica</i> [37]
<i>Стероиды</i>		
81	β-ситостерол	<i>H. elliptica</i> [18]
82	Глюкозид β-ситостерола	<i>H. elliptica</i> [21]
<i>Органические кислоты</i>		
83	Яблочная кислота	<i>H. corniculata</i> [40]
84	Лимонная кислота	<i>H. corniculata</i> [40]
85	Азелаиновая кислота	<i>H. elliptica</i> [18]

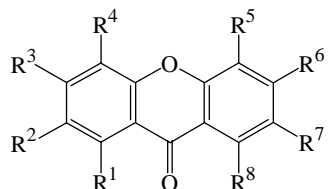
Флавоноиды. Из видов рода *Halenia* выделено 8 соединений этого класса (**44-51**), в том числе лютеолин (**47**), апигенин (**44**), генкванин (**46**) и их О- [цинарозид (**48**), цезиозид (**49**), лютеолин-7-О-гентиобиозид (**50**), апигенин-7-О-гентиобиозид (**45**)] и С-гликозиды [ориентин (**51**)].

Хромоны. Данный класс веществ представлен 10 соединениями, выделенными из *H. elliptica* и являющимися производными бензо- γ -пирона (**52-61**) [18, 39].

Кумарины. Из *H. corniculata* было выделено 3 соединения, идентифицированных как умбеллиферон (**62**), скополетин (**63**) и фраксинол (**64**) [40].

Простые фенолы. Представители этого класса соединений [кониферилловый (**65**) и синаповый альдегиды (**66**)] обнаружены в *H. elliptica* [18]; также из *H. elliptica* выделен бутилизобутилфталат (**67**) [37].

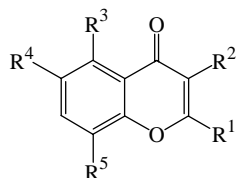
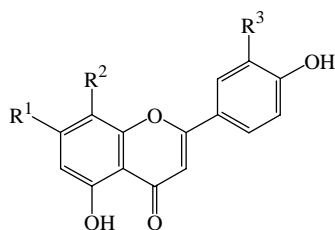
Структурные формулы соединений, выделенных из растений рода *Halenia*¹



(если заместителем является H, то он не указывается)

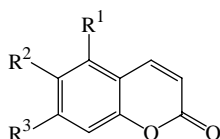
1. $R^1 = \text{OPrim}$
2. $R^1 = \text{OH}, R^3 = R^5 = \text{MeO}$
3. $R^1 = R^2 = R^3 = \text{OH}, R^5 = \text{MeO}$
4. $R^1 = R^5 = \text{OH}, R^2 = R^3 = \text{MeO}$
5. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^5 = \text{MeO}$
6. $R^1 = \text{OGlc}, R^2 = R^3 = R^5 = \text{MeO}$
7. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^5 = \text{MeO}$
8. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^5 = \text{MeO}$
9. $R^1 = R^7 = \text{OH}, R^2 = R^3 = \text{MeO}$
10. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
11. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^7 = \text{MeO}, R^3 = \text{O}\beta\text{-D-Glc}$
12. $R^1 = \text{OGlc}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
13. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
14. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
15. $R^1 = R^3 = \text{OH}, R^4 = R^5 = \text{MeO}$
16. $R^1 = R^3 = \text{OH}, R^4 = R^7 = \text{MeO}$
17. $R^1 = R^3 = R^5 = R^8 = \text{OH}$

18. $R^1 = R^8 = \text{OH}, R^3 = R^5 = \text{MeO}$
19. $R^1 = \text{OH}, R^3 = R^7 = R^8 = \text{MeO}$
20. $R^1 = R^2 = \text{OH}, R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}$
21. $R^1 = R^5 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{MeO}$
22. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}$
23. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}$
24. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}$
25. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^6 = \text{MeO}$
26. $R^1 = R^4 = R^7 = \text{OH}, R^2 = R^3 = \text{MeO}$
27. $R^1 = R^2 = \text{OH}, R^3 = R^4 = R^7 = \text{MeO}$
28. $R^1 = R^4 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
29. $R^1 = R^7 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{MeO}$
30. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^7 = \text{MeO}$
31. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^4 = R^7 = \text{MeO}$
32. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^4 = R^7 = \text{MeO}$
33. $R^1 = R^5 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^7 = \text{MeO}$
34. $R^1 = R^7 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^5 = \text{MeO}$
35. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$
36. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$
37. $R^1 = R^3 = \text{OH}, R^2 = R^4 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$
38. $R^1 = R^7 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}$
39. $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$
40. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}, R^7 = \text{OH}$
41. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = \text{MeO}, R^7 = \text{OH}$
42. $R^1 = \text{OGent}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$
43. $R^1 = \text{OPrim}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^7 = \text{MeO}$

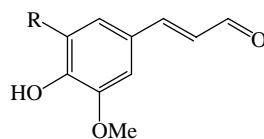


44. $R^1 = \text{OH}$
45. $R^1 = \text{OGent}$
46. $R^1 = \text{MeO}$
47. $R^1 = R^3 = \text{OH}$
48. $R^1 = \text{OGlc}, R^3 = \text{OH}$
49. $R^1 = \text{OPrim}, R^3 = \text{OH}$
50. $R^1 = \text{OGent}, R^3 = \text{OH}$
51. $R^1 = R^3 = \text{OH}, R^2 = \text{Glc}$

52. $R^1 = \text{COOH}, R^5 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}$
53. $R^1 = \text{COOH}, R^5 = \text{MeO}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}$
54. $R^1 = \text{COOH}, R^2 = \text{COMe}, R^5 = \text{OH}, R^3 = R^4 = \text{H}$
55. $R^1 = \text{Me}, R^2 = \text{COCOOH}, R^5 = \text{OH}, R^3 = R^4 = \text{H}$
56. $R^3 = \text{OH}, R^4 = \text{MeO}, R^1 = R^2 = R^5 = \text{H}$
57. $R^2 = R^3 = \text{OH}, R^4 = \text{MeO}, R^1 = R^5 = \text{H}$
58. $R^1 = \text{Me}, R^3 = \text{MeO}, R^2 = R^4 = R^5 = \text{H}$
59. $R^1 = \text{Me}, R^5 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}$
60. $R^1 = \text{Me}, R^5 = \text{MeO}, R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}$
61. $R^1 = \text{Me}, R^3 = \text{OH}, R^5 = \text{MeO}, R^2 = R^4 = \text{H}$

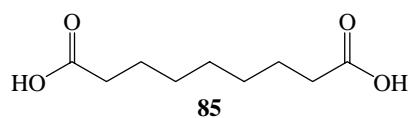
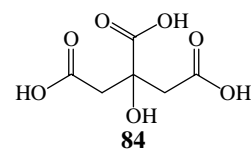
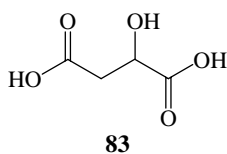
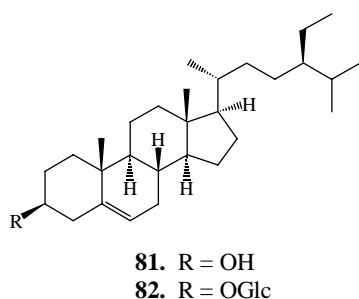
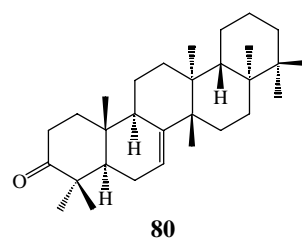
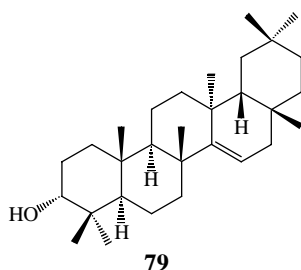
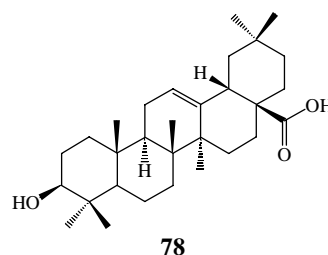
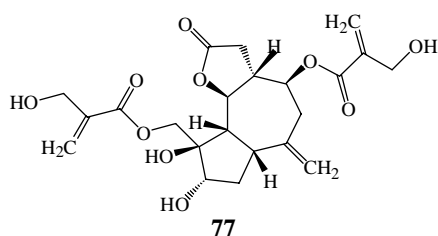
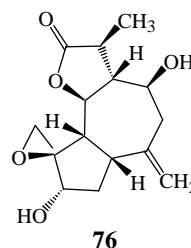
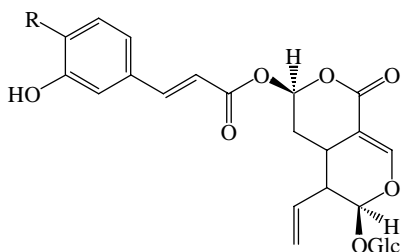
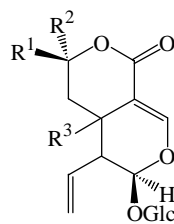
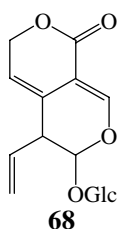
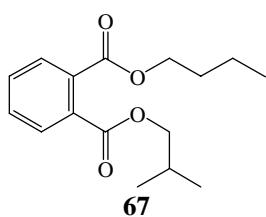


62. $R^3 = \text{OH}, R^1 = R^2 = \text{H}$
63. $R^3 = \text{OH}, R^2 = \text{MeO}, R^1 = \text{H}$
64. $R^2 = \text{OH}, R^1 = R^3 = \text{MeO}$



65. $R = \text{H}$
66. $R = \text{MeO}$

¹ Glc – глюкозил, Gent – гентиобиозил, Prim – примверозил.



Секоиридоиды. Из трех видов рода *Halenia* – *H. campanulata*, *H. corniculata*, *H. elliptica* было выделено 8 соединений данного класса (68–75). Первыми соединениями были вогелозид (70) и эпивогелозид (71), выделенные из *H. campanulata* Recio-Iglesias M.-C. в 1992 г. [13].

Сесквитерпены. Сесквитерпеновые лактоны – галенин А (76) и галенин В (77) были выделены из *H. elliptica* [4].

Тритерпены. Установлено, что надземная часть *H. corniculata* содержит 1.30-1.50% олеаноловой кислоты (78) [40], обнаруженной также в *H. elliptica* [18, 21, 44]. Содержание 78 увеличивается с повышением высоты над уровнем моря. В условиях культуры *H. elliptica* накапливает меньшие количества 78 по сравнению с природными образцами [44]. Также в *H. elliptica* обнаружены эпитараксерол (79) и свертанон (80) [37].

Стеро́лы. Из этилацетатной фракции *H. elliptica* был выделен β-ситостерин (**81**) [18] и его 3-О-глюкозид (**82**) [21].

Органические кислоты. При исследовании комплекса трикарбоновых кислот надземной части *H. corniculata* идентифицированы яблочная (**83**) и лимонная (**84**) кислоты [40]. Суммарное содержание органических кислот в надземной части *H. corniculata* колеблется в пределах 4,99–5,51%, из них на свободные кислоты приходится 2,20–2,44%, на связанные кислоты – 2,78–3,08%. Из *H. elliptica* была выделена азелаиновая (нонандиовая) кислота (**85**) [18].

Другие классы. В надземной части *H. corniculata* выявлено присутствие алкалоидов (0,14–0,33%) и полисахаридов [40].

Количественный анализ соединений, выделенных из растений рода *Halenia*. Для анализа растений рода *Halenia* было предложено несколько вариантов хроматографического анализа (табл. 2).

S. Rodrigues с соавторами разработаны варианты разделения 28 соединений – ксантонов, флавоноидов и секоиридоидов – с применением комбинированных методик, объединяющих жидкостную хроматографию (ВЭЖХ) с термоспрей- и электроспрей-масс-спектрометрией (LC-TSP-MS и LC-ES-MS) [6, 42]. Y. Wang с соавторами предложен метод разделения 6 ксантоновых соединений с использованием комбинированного метода ВЭЖХ, объединенного с фотодиодным детектором и масс-спектрометрией (HPLC-DAD-MS) [26]. X. Liu с соавторами использован аналогичный метод разделения ксантонов, дополненный электроспрей-ионизацией (HPLC-DAD-ESI-MS) [24]. В работах R. Feng с соавторами предложен вариант разделения ксантонов с применением жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), электроспрей-ионизации, ионных ловушек, времяпролетной масс-спектрометрии (HPLC-ESI-IT-TOF-MS) [7, 8]. Высокоэффективный метод выделения и очистки двух ксантонов (**5**, **22**) из *H. elliptica* был разработан Y. Liu с соавторами с использованием высокоскоростной противоточной хроматографии (ВСПХ) [22]. Метод капиллярного зонного электрофореза с УФ-детекцией был разработан для количественного определения трех флавоноидов (**46**, **47**, **48**) из *H. elliptica* [36].

Таблица 2. Условия ВЭЖХ анализа видов *Halenia* L.

Метод	Условия разделения ^а	Детектор ^б	Вид ^в , соединения
HPLC-UV HPLC-TSP-MS HPLC-ES-MS	К Waters NovaPak RP-18 (150×3,9 мм, 4 мкм); Э 0,05% CF ₃ COOH в MeCN (А), 0,05% CF ₃ COOH в H ₂ O (Б); РЭ А в Б 5–35% (0–50 мин); ν 1 мл/мин; Т 25 °С	СФМ: λ 254 нм МС: положительная ионизация; Т _{ист} 280 °С; Т _{исп} 100 °С; Т _{аэр} 280–360 °С МС: отрицательная ионизация; Т _{кап} 220 °С, потенциал источника октаполя 10 эВ	НС: 4 , 5 , 7–10 , 13 , 14 , 22–24 , 30–32 , 38–43 , 47–49 , 69–72 [6]; 75 [42]
HPLC-UV	К VP-ODS C18 (250×4,6 мм, 5 мкм), Э MeCN (А), фосфатный буфер (Б); РЭ А в Б 12% (0–5 мин), 12–15% (5–15 мин), 15–35% (15–40 мин); ν 1 мл/мин; Т 25 °С	СФМ: λ 254 нм	НЕ: 1 , 36 [2]
HPLC-DAD-MS	К Alltima C18 (250×4,6 мм, 5 мкм), Э MeCN (А), 0,5% CH ₃ COOH в H ₂ O (Б); РЭ А в Б 20% (0–20 мин), 80% (20–30 мин), 20% (30–35 мин); ν 1 мл/мин; Т 25 °С	СФМ: λ 252 нм МС: положительная ионизация	НЕ: 4 , 5 , 8 , 22 , 30 , 38 [26]
HPLC-DAD-ESI-MS	К Kromasil C18 (250×4,6 мм, 5 мкм); Э MeCN (А), H ₂ O (Б); РЭ А в Б 25% (20 мин); ν 0,8 мл/мин; Т 25 °С	СФМ: λ 260 нм МС: отрицательная ионизация; Т _{кап} 325 °С	НЕ: 8 , 14 , 24 , 32 , 36 , 43 [24]
HPLC-UV	К Welchrom C18 (250×4,6 мм, 5 мкм); Э MeCN (А), H ₂ O (Б); РЭ А в Б 43% (0–45 мин); ν 1 мл/мин; Т 40 °С	СФМ: λ 265 нм	НЕ: 5 , 10 , 22 , 30 [19]
HPLC-ESI-MS	К Hypersil ODS2 (250×4,6 мм, 5 мкм); Э 0,1% HCOOH в MeOH (А), 0,1% HCOOH в H ₂ O (Б); РЭ А в Б 25% (20 мин); ν 1 мл/мин; Т 25 °С	СФМ: λ 280 нм МС: отрицательная ионизация	НЕ: 54 , 55 [39]
HPLC-ESI-IT-TOF-MS	К Alltima C18 (250×4,6 мм, 5 мкм); Э MeCN (А), 0,5% CH ₃ COOH в H ₂ O (Б); РЭ А в Б 20–70% (0–20 мин), 70–80% (20–30 мин); ν 0,8 мл/мин; Т 30 °С	СФМ: λ 252 нм МС: положительная ионизация; Т _{кап} 200 °С	НЕ: 4 , 5 , 22 , 30 , 38 [7]; 4 , 5 , 26–30 [8]

^а К – колонка, Э – элюент, РЭ – режим элюирования, ν – скорость элюента, Т – температура колонки; ^б СФМ – спектрофотометрический детектор, МС – масс-спектрометрический детектор, Т_{ист} температура источника, Т_{исп} температура испарителя, Т_{аэр} температура аэрозоля, Т_{кап} температура капилляра; ^в НС – *H. corniculata*, НЕ – *H. elliptica*.

Биологическая активность. Растения семейства *Gentianaceae* в практике тибетской медицины широко применяются в составе многокомпонентных лекарственных смесей, предназначенных для лечения и профилактики заболеваний печени, желчного пузыря и других органов пищеварения, а также при заболеваниях горла и для лечения гинекологических заболеваний [45–48]. Данные о биологической активности растений рода *Halenia* представлены в таблице 3.

H. corniculata (*сэр туг*) отнесена тибетскими врачами к числу лучших лекарственных средств при лечении заболеваний печени, желчного пузыря и для заживления ран [45, 46]; ее назначали для лечения *жара желчи и заразы*, а также при неврастении, энтероколитах, желтухе, гастрите, воспалительных заболеваниях кишечника, холецистите, болезнях печени и желчевыводящих путей [47–53]. В народной медицине настои и настойку *H. corniculata* рекомендовали в качестве средства, возбуждающего аппетит и регулирующего пищеварение при гастритах, болях в области кишечника и желудка, при заболеваниях печени, колитах, энтероколитах [55]. Установлено, что настоем надземной части *H. corniculata* по характеру действия относится к группе холесекретиков [66].

Данные о химическом составе и фармакологической активности свидетельствуют о том, что растения *сэр туг*, кроме желчегонного и противовоспалительного действий, а также способности повышать функциональные возможности гепатобилиарной системы и стимулировать функцию пищеварения, могут оказывать адаптогенное действие и активировать механизмы повышения резистентности организма [67, 68].

Отвар *H. corniculata* и выделенные из нее ксантоны проявляют дозозависимую желчегонную активность [60]. Характерным для них является стимулирующее влияние на синтез и выделение желчных кислот. Наряду с этим ксантоны стимулируют секрецию билирубина, а этилацетатный экстракт, 1-гидрокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон и сумма ксантоновых агликонов – экскрецию холестерина. Ксантоны и извлечения из *H. corniculata* по степени выраженности холеретической активности можно расположить в следующей последовательности (по убыванию): этилацетатная фракция, 1-гидрокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон, 1-гидрокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон, отвар, сумма ксантоновых агликонов, 1-гидрокси-2,3,5-триметоксиксантон, сухой экстракт, а по холатостимулирующей активности – сумма ксантоновых агликонов, 1-гидрокси-2,3,4,7-тетраметоксиксантон, 1-гидрокси-2,3,4,5-тетраметоксиксантон, этилацетатная фракция, 1-гидрокси-2,3,5-триметоксиксантон, отвар, сухой экстракт [60]. Гепатозащитное действие изученных извлечений и ксантонов, выделенных из *H. corniculata*, обусловлено их мембраностабилизирующим и антиоксидантным действием.

Таблица 3. Биологическая активность растений рода *Halenia*

Морфологическая группа, извлечение, соединение	Активность
<i>H. corniculata</i>	
Надземная часть	Неврастения, гастриты, энтероколиты, желтуха, жаропонижающее [49], болезни печени и желчевыводящих путей [50], холецистит [51, 52], возбуждает аппетит, улучшает пищеварение, диуретическое [47], гипоксия [53]
Настои и настойка	Возбуждает аппетит и улучшает пищеварение [54], седативное при неврозах и стенокардии [55]
Отвар	Стимулирующее действие на центральную нервную систему [56]
Отвар и этанольный экстракт	Желчегонная [52, 57]
Полифенольный комплекс	Антиоксидантная, гепатопротекторная [58]
Водный экстракт	Антипротозойная, протистоцидная [59]
5, 18, 22, 30, 39, 47	Ингибируют дифференциацию остеокластов и стимулируют их апоптоз [4]
Этилацетатная фракция, отвар,	Желчегонная [60]
5, 22, 30	
Отвар, 5, 22, 30	Гепатопротекторная, мембраностабилизирующая, антиоксидантная [60, 61]
<i>H. elliptica</i>	
Метанольный экстракт	Гепатопротекторная, антиоксидантная [62, 63]
Фракция ксантоновых глюкозидов	Антиамебная [21]
17	Ингибирует секрецию антигенов <i>HBsAg</i> и <i>HBeAg</i> [18]
4, 5, 9, 22, 30, 38	Сосудорасширяющая [9, 10, 64]
8, 36	При болезнях печени [27]
59, 60	Ингибирует вирус гепатита В [39]
75, 76	Антибактериальная, противоопухолевая [43]
<i>H. umbellata</i>	
Отвар всего растения	Глистогонная [65]

H. elliptica является одним из двух видов, распространенных на Цинхай-Тибетском нагорье [69]. Это лекарственное растение тибетской медицины, используемое в Китае для лечения гепатита [70], а также обладающее и другими биологическими свойствами, например, вызывающими расширение кровеносных сосудов [10], антиоксидантной [35], антибактериальной и противоопухолевой активностью [43]. Исследования *H. elliptica* показали, что экстракты из этого растения обладают антиоксидантной активностью, обусловленной наличием ксантонов и флавоноидов [71–77].

Отвар *H. umbellata* (Ruiz et Pav.) Gilg используют в педиатрии как глистогонное средство [65].

Таким образом, в настоящем обзоре приводятся сведения о химическом составе и биологической активности видов рода *Halenia* мировой флоры. Фармакологические исследования различных химических компонентов растений рода *Halenia* оказались очень перспективными. Растения этого рода являются источниками различных групп природных соединений, в связи с этим, изучение этих растений является весьма актуальным не только для фармакологических, но и для хемотаксономических исследований.

Список литературы

1. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства Caprifoliaceae – Lobeliaceae. СПб. ; М., 2011. 630 с.
2. Ji L., Ding C., Chen G., Dai D., Yang Y. Determination of haleniaside and demethoxyhaleniaside in wild and cultivated *Halenia elliptica* D. Don. by reversed-phase high performance liquid chromatography // *Se Pu*. 2004. Vol. 22, N1. Pp. 38–40.
3. Ji L.-J., Ji W.-H., Chen G.-C., Dai D.-H., Yang Y.-R. Determination compounds of antihepatitis-haleniaside in Tibet herb of *Halenia elliptica* D. Don. // *Plant Sci. J*. 2004. Vol. 22, N5. Pp. 473–476.
4. Zhang J., Ahn M.-J., Sun Q.S., Kim K.-Y., Hwang Y.H., Ryu J.M., Kim J. Inhibitors of bone resorption from *Halenia corniculata* // *Arch. Pharm. Res*. 2008. Vol. 31, №7. Pp. 850–855.
5. Gendaramyn O., Kojima K., Rodriguez S., Ondognii P., Ogihara Y., Hostettmann K. Xanthenes from *Halenia corniculata* // *Chem. Pharm. Bull*. 1998. Vol. 46, N11. Pp. 1827–1828.
6. Rodriguez S., Wolfender J.L., Odontuya G., Purev O., Hostettmann K. Xanthenes, secoiridoids and flavonoids from *Halenia corniculata* // *Phytochemistry*. 1995. Vol. 40, N4. Pp. 1265–1272.
7. Feng R., Zhang Y.-Y., Chen X., Wang Y., Shi J.-G., Yeung C.-T., Che J.H.K., Ma J.-Y., Tan X.-S., Yang C., Deng Y.-L., Zhang Y.-K. In vitro study on metabolite profiles of bioactive xanthenes isolated from *Halenia elliptica* D. Don by high performance liquid chromatography coupled to ion trap time-of-flight mass spectrometry // *J. Pharm. Biomed. Anal*. 2012. Vol. 62. Pp. 228–234.
8. Feng R., Shi J.G., Liu X.W., Che C.T., Yeung J.H.K., Wang Y. Identification of the metabolites of biologically active xanthenes isolated from *Halenia elliptica* D. Don by high performance liquid chromatography coupled to ion trap time-of-flight mass spectrometry // *Chin. Chem. Lett*. 2011. Vol. 22. Pp. 839–842.
9. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. Vasodilatory actions of xanthenes isolated from a Tibetan herb, *Halenia elliptica* // *Phytomedicine*. 2009. Vol. 16, N12. Pp. 1144–1150.
10. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. Mechanisms of the vasorelaxant effect of 1, 5-dihydroxy-2, 3-dimethoxy-xanthone, an active metabolite of 1-hydroxy-2,3,5-trimethoxy-xanthone isolated from a Tibetan herb, *Halenia elliptica*, on rat coronary artery // *Life Sci*. 2008. Vol. 82, N1–2. Pp. 91–98.
11. Sun H. F., Hu B. L., Fan S., Ding J. Y. Three new xanthenes from *Halenia elliptica* D. Don. // *Acta Bot. Sin*. 1983. Vol. 25. Pp. 460–467.
12. Stout G.H., Fries J.L. The xanthenes of a *Halenia* species // *Phytochemistry*. 1970. Vol. 9, N1. Pp. 235–236.
13. Recio-Iglesias M.-C., Marston A., Hostettmann K. Xanthenes and secoiridoid glucosides of *Halenia campanulata* // *Phytochemistry*. 1992. Vol. 31, N4. Pp. 1387–1389.
14. Purev O., Odontuyua G., Oyun H., Maksimovna T.L., Nasreen A., Atta-Ur-Rahman. Xanthenes of *Halenia corniculata*. Part I // *Nat. Prod. Lett*. 1995. Vol. 5, N4. Pp. 261–268.
15. Tankhaeva L.M., Nikolaeva G.G., Glyzin V.I., Pinchuk I.N. γ -Pyrone derivatives from *Halenia corniculata* // *Chem. Nat. Comp*. 1984. Vol. 20, N6. Pp. 747.
16. Танхаева Л.М. γ -Пироновые соединения растений сем. *Gentianaceae* и их химическое изучение : дис. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 1997. 145 с.
17. Mikhailova T. M., Shul'ts E. E., Komarova N. I., Tankhaeva L. M., Nikolaeva G. G., Sambueva Z. G., Nikolaev S. M., Bodeev N. V., Tolstikov G. A. Xanthenes from *Halenia corniculata*. Synthesis and cholagogic action of certain derivatives // *Chem. Nat. Comp*. 2004. V. 40, N5. Pp. 451–456.
18. Wang H., Chen H., Geng C., Zhang X., Ma Y., Jiang Z., Chen J. Chemical constituents of *Halenia elliptica* // *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 2011. Vol. 36, N11. Pp. 1454–1457.
19. Gu R., Zhong G., Luo W., Zhang Y., Wang C., Liu X., Zhao J., Zhou H. Determination of xanthenes in Tibetan herb *Jiadiranguo* (Herba *Haleniae*) // *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 2010. Vol. 35, N21. Pp. 2866–2870.

20. Yuan W., Zhang L.-P., Cheng K.-D., Zhu P., Wang Q., He H.-X., Zhu H.-X. Microbial O-demethylation, hydroxylation, sulfation, and ribosylation of a xanthone derivative from *Halenia elliptica* // J. Nat. Prod. 2006. Vol. 69, N5. Pp. 811–814.
21. Dhasmana H., Garg H.S. Two xanthone glucosides from *Halenia elliptica* // Phytochemistry. 1989. Vol. 28, N10. Pp. 2819–2821.
22. Liu Y., Chen T., Wang P., You J., Liu Y., Li Y. Preparative separation of two xanthones from *Halenia elliptica* by high-speed counter-current chromatography // Chin. J. Chrom. 2012. Vol. 30, N5. Pp. 543–546.
23. Sun Y.-W., Sun Z.-H., Yu P.-Z. A new xanthone from *Halenia elliptica* D. Don // J. Asian Nat. Prod. Res. 2011. Vol. 13, N1. Pp. 88–92.
24. Liu X., Liu Y., Chen J., Shi Y.-P. Simultaneous analysis of xanthone glycosides in *Halenia elliptica* by HPLC-DAD-ESI-MS // J. Chrom. Sci. 2010. Vol. 48, N1. Pp. 76–80.
25. Liu X., Liu Y., Shi Y. Xanthone glycosides from Tibetan herb *Halenia elliptica* // Zhongguo Zhongyao Zazhi. 2009. Vol. 34, N5. Pp. 580–582.
26. Wang Y., Shi J.-G., Che C.-T., Yeung J.H.K., Wang M.-Z. Quantitative analysis of six xanthones in *Halenia elliptica* by high-performance liquid chromatography-diode array detection-mass spectrometry // Chin. J. Pharm. Anal. 2008. Vol. 28. Pp. 345–349.
27. Sun H.F., Hu B.L., Ding J.Y., Fan S. Three new glycosides from *Halenia elliptica* // Acta Bot. Sin. 1987. Vol. 4. Pp. 422–428.
28. Odontuya G., Purev O., Davaa-Sambuu G., Nasreen A., Atta-Ur-Rahman. Xanthones of *Halenia corniculata*. Part II // Nat. Prod. Lett. 1995. Vol. 5, N4. Pp. 269–273.
29. Bennett G.J., Lee H.-H. *Halenia elliptica* xanthone: A structural revision // Phytochemistry. 1991. Vol. 30, N4. Pp. 1347–1348.
30. D Zhang D., Zhu Y.F., Lin S.K. Identification of new chemical constituents of Tibetan medicinal herb *Halenia elliptica* // Chin. Trad. Herbal Drugs. 2003. Vol. 1. Pp. 9–11.
31. Mikhailova T.M., Tankhaeva L.M., Shults E.E., Tolstikov G.A. Xanthones from *Halenia corniculata*. 3. Preparation of standard 1-hydroxy-2,3,4,5-tetramethoxyxanthone // Chem. Nat. Comp. 2005. Vol. 41, N5. Pp. 513–515.
32. Jiang K.-J., Zhang Y.-H., Shao Z.-Y., Chen J.-J., Kuai B.-K. Crystal structure of 1-hydroxy-2,3,4,7-tetramethoxyxanthone, a xanthone isolated from *Halenia elliptica* // Jiegou Huaxue. 2004. Vol. 23, N3. Pp. 262–266.
33. Yu P., Shen X., Hu C., Meehan E.J., Chen L. 1,7-Dihydroxy-2,3,4-trimethoxy-9H-xanthen-9-one monohydrate from *Halenia elliptica* // Acta Crystall. Section E: Structure Reports Online. 2008. Vol. 64, N4. Pp. 651–652.
34. Танхаева Л.М., Пурев О., Комиссаренко Н.Ф., Николаева Г.Г., Одонтуя Г. Ксантоны *Halenia corniculata* (L.) Cornaz из Монголии // Растительные ресурсы. 1993. Т. 31. С. 57–61.
35. Gao J., Wang S.J., Fang F., Si Y.K., Yang Y.C., Liu G.T., Jian-gong S. Xanthones from Tibetan medicine *Halenia elliptica* and their antioxidant activity // Zhongguo yi xue ke xue yuan xue bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae. 2004. Vol. 26, N4. Pp. 364–367.
36. Yang H.-P., Yue M.-E., Shi Y.-P. CZE determination of flavonoids in *Halenia elliptica* // Chromatographia. 2006. Vol. 63, N9–10. Pp. 449–452.
37. Wang H., Chen H., Geng C., Zhang X., Chen J. Chemical constituents of *Halenia elliptica* // J. Yun. Univ. Nat. 2011. Vol. 20. Pp. 348–355.
38. Пурев О., Одонтуя Г., Хишгээ Д., Оюун Х., Танхаева Л.М., Николаева Г.Г., Комиссаренко Н.Ф. Флавоноиды *Halenia corniculata* (L.) Cornaz и *Lomatogonium rotatum* (L.) Fries ex Fern. (Монголия) // Растительные ресурсы. 1994. Т. 30. С. 148–151.
39. Sun Y.-W., Liu G.-M., Huang H., Yu P.-Z. Chromone derivatives from *Halenia elliptica* and their anti-HBV activities // Phytochemistry. 2012. Vol. 75. Pp. 169–176.
40. Шишмарева Т.М., Потанина О.Г., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н. Фармакогностическая характеристика наземной части галении рогадой // Химия растительного сырья. 2006. №3. С. 39–47.
41. Gao G.Y., Li M., Feng Y.X., Tan P. Determination of effective constituents in 11 *Swertia* and related plants by HPLC // Yao Xue Xue Bao. 1994. Vol. 12. Pp. 910–914.
42. Rodriguez S., Wolfender J.-L., Hostettmann K., Odontuya G., Purev O. 33. Corniculoside, a new biosidic ester secoiridoid from *Halenia corniculata* // Helv. Chim. Acta. 1996. Vol. 79, N2. Pp. 363–370.
43. Dai J., Shi Y., Zhao C., Yang L., Li Y. Two new sesquiterpenes from the Chinese herb *Halenia elliptica* and their antibacterial and antitumour activity // J. Chem. Res. 2002. Part S, N8. Pp. 368–369.
44. Yang H.-L., Liu J.-Q. Variations of oleanolic acid content in *Halenia elliptica* from different origins and growth phases // Chin. Pharm. J. 2004. Vol. 39, N9. Pp. 659–660.
45. Данзин Пунцог. Шел пхренг. Ксилограф на тибетском языке. Изд. Агинского дацана, 1763. 232 л.
46. Жамбал Доржи. Дзейцхар Мигчжан. Ксилографическое издание дацана Гумбум Чжамба-линг, 1911. 174 л.
47. Гаммерман А.Ф. О заместителях лекарственных растений индо-тибетской медицины в Забайкалье // Материалы по изучению источников традиционной системы индо-тибетской медицины. Новосибирск, 1982. С. 53–61.
48. Гаммерман А.Ф. Словарь тибетско-латино-русских названий лекарственного растительного сырья, применяемого в тибетской медицине. Улан-Удэ. 1963. 180 с.
49. Варлаков М.Н. Избранные труды. М., 1963. 172 с.
50. Самбуева З.Г. Новые виды растительного сырья с желчегонной активностью из флоры Сибири // Лекарственные растения в традиционной и народной медицине. Улан-Удэ, 1987. С. 127–129.

51. Позднеева А.М. Учебник тибетской медицины. СПб., 1908. Т. 1. 425 с.
52. Баторова С.М. Желчегонная активность отваров из некоторых растений Забайкалья // Растительные ресурсы. 1983. Т. 19. С. 380–383.
53. Блинова К.Ф., Куваев В.Б. Лекарственные растения тибетской медицины Забайкалья // Вопросы фармакогнозии. 1965. Вып. 3. С. 163–178.
54. Dragendorff G. Die Heilpflanzen der verschiedenden volher und zeiten. Stuttgart, 1898. 884 s.
55. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск, 1985. 383 с.
56. Танхаева Л.М., Асеева Т.А., Николаева Г.Г., Николаев С.М., Ратникова Г.В. Опыт комплексного изучения растений семейства горчачковых, применявшихся в тибетской медицине // 2-я Республиканская конференция по медицинкой ботанике. Киев, 1988. С. 407–408.
57. Бакшеев Э.Ш. Желчегонное действие растительных экстрактов и их фармакотерапевтическая активность при экспериментальном гепатите : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Улан-Удэ, 1998. 23 с.
58. Кудрин А.Н., Николаев С.М., Лоншакова К.С., Самбуева З.Г. Мембраностабилизирующее действие растительных фенолов // Тезисы докладов 5-го съезда фармакологов УССР. Запорожье, 1985. С. 86–87.
59. Гаммерман А.Ф., Блинова К.Ф., Бадмаев А.П. Антимикробные свойства лекарственных растений тибетской медицины // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. Киев, 1967. С. 107–114.
60. Самбуева З.Г., Цыренжапов А.В., Николаев С.М., Убеева И.П., Танхаева Л.М., Николаева Г.Г., Ратникова Г.В. Сравнительная характеристика желчегонных и гепатопротекторных свойств отвара и ксантоновых соединений *Halenia corniculata* (L.) Cognaz и зависимость эффективности последних от их структуры // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36. С. 70–77.
61. Николаев С.М., Бодоев Н.В., Цыренжапов А.В., Михайлова Т.М., Николаева Г.Г., Танхаева Л.М., Чукаев С.А., Самбуева З.Г. Антиокислительные свойства фитосредств из надземной части *Halenia corniculata* // 6-я Международная конференция «Биоантиоксидант». М., 2002. С. 417–418.
62. Huang B., Ke H., He J., Ban X., Zeng H., Wang Y. Extracts of *Halenia elliptica* exhibit antioxidant properties *in vitro* and *in vivo* // Food Chem. Toxicol. 2011. Vol. 49. Pp. 185–190.
63. Huang B., Ban X., He J., Zeng H., Zhang P., Wang Y. Hepatoprotective and antioxidant effects of the methanolic extract from *Halenia elliptica* // J. Ethnopharmacol. 2010. Vol. 131, N2. Pp. 276–281.
64. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. Mechanisms of the vasorelaxant effect of 1-hydroxy-2, 3,5-trimethoxyanthone, isolated from a Tibetan herb, *Halenia elliptica*, on rat coronary artery // Life Sci. 2007. Vol. 82, N12. Pp. 91–98.
65. Feo V. D. Ethnomedical field study in northern Peruvian Andes with particular references to divination practices // J. Ethnopharmacol. 2003. Vol. 85, N2-3. Pp. 243–256.
66. Танхаева Л.М., Самбуева З.Г., Николаева Г.Г. Ксантоновые соединения галении рогатой // Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего востока. Томск, 1989. Вып. 2. С. 172.
67. Amellal M., Bronner C., Briancon F. Inhibition of mast cell histamine release by flavonoids and biflavonoids // Planta Med. 1985. N1. Pp. 16–20.
68. Bashet P., Kadota S., Shimizu M., Namba T. Bellidifolin: a potent hypoglycemic agent in Streptozotocin (STZ) – induced diabetic rats from *Swertia japonica* // Planta Med. 1994. Vol. 60, N6. Pp. 507–511.
69. Ji L.-J., Chen G. C., Sun H. F., Lu X. F. Chromatographic fingerprint study on Tibetan herb *Halenia elliptica* // Acta Bot. Bor.-Occident. Sin. 2004. Vol. 24. Pp. 683–687.
70. Luo D. S. Chinese materia medica of Tibetan Medicine. Minzhu Press. Beijing, 1997.
71. Amani S. A., Maitland D. J., Soliman G. A. Hepatoprotective activity of *Schouwia trebica* webb. // Bioorg. Med. Chem. Lett. 2006. Vol. 16. Pp. 4624–4628.
72. Avijeet J., Manish S., Lokesh D., Anurekha J., Rout S. P., Gupta V. B., Krishna L. K. Antioxidant and hepatoprotective activity of ethanolic and aqueous extracts of *Momordica dioica* Roxb. Leaves. // J. Ethnopharmacol. 2008. Vol. 115. Pp. 61–66.
73. Faremi T. Y., Suru S. M., Fafunso M. A., Obioha U. E. Hepatoprotective potentials of *Phyllanthus amarus* against ethanol-induced oxidative stress in rats // Food Chem. Toxicol. 2008. Vol. 46. Pp. 2658–2664.
74. Anilakumar K. R., Saritha V., Khanum F., Bawa A. S. Ameliorative effect of ajwain extract on hexachlorocyclohexane-induced lipid peroxidation in rat liver // Food Chem. Toxicol. 2009. Vol. 47. Pp. 279–282.
75. Celik I., Temur A., Isik I. Hepatoprotective role and antioxidant capacity of pomegranate (*Punica granatum*) flowers infusion against trichloroacetic acid-exposed in rats // Food Chem. Toxicol. 2009. Vol. 47. Pp. 145–149.
76. Sreelatha S., Padma P. R., Umadevi M. Protective effects of *Coriandrum sativum* extracts on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats // Food Chem. Toxicol. 2009. Vol. 47. Pp. 702–708.
77. Huang B., Ban X. Q., He J. S., Tian J., Wang Y. W. Hepatoprotective and antioxidant activity of ethanolic extracts of edible lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) leaves. // Food Chem. 2010. Vol. 120. Pp. 873–878.

Поступило в редакцию 28 ноября 2012 г.

Shishmareva T.M.*, Olennikov D.N. CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF *HALENIA* SPECIES (REVIEW)

Institute of General and Experimental Biology SD RAS, Sakh'yarovoy st., 6, Ulan-Ude, 670047 (Russia),
e-mail: shishmarevatm@rambler.ru

The review of data on the chemical composition (phenolic, terpene and other compounds) and biological activity of *Halenia* species world flora is presented. The main biologically active substances of *Halenia* species are xanthenes, flavonoids, chromones and their derivatives. *Halenia* species are of interest as a source of raw materials containing xanthenes and flavonoids.

Keywords: *Halenia*, Gentianaceae, xanthenes, flavonoids, chromones, biological activity.

References

1. *Rastitel'nye resursy Rossii: Dikorastushchie tsvetkovye rasteniia, ikh komponentnyi sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 4. Semeistva Caprifoliaceae – Lobeliaceae.* [Plant Resources of Russia: Wild flowering plants, their component structure and biological activity. Vol. 4. Family Caprifoliaceae – Lobeliaceae.]. St. Petersburg; Moscow, 2011, 630 p. (in Russ.).
2. Ji L., Ding C., Chen G., Dai D., Yang Y. *Se Pu*, 2004, Vol. 22, N1, pp. 38–40.
3. Ji L.-J., Ji W.-H., Chen G.-C., Dai D.-H., Yang Y.-R. *Plant Sci. J.*, 2004, vol. 22, no. 5, pp. 473–476.
4. Zhang J., Ahn M.-J., Sun Q.S., Kim K.-Y., Hwang Y.H., Ryu J.M., Kim J. *Arch. Pharm. Res.*, 2008, vol. 31, no. 7, pp. 850–855.
5. Gendaramyn O., Kojima K., Rodriguez S., Ondognii P., Ogihara Y., Hostettmann K. *Chem. Pharm. Bull.*, 1998, vol. 46, no. 11, pp. 1827–1828.
6. Rodriguez S., Wolfender J.L., Odontuya G., Purev O., Hostettmann K. *Phytochemistry*, 1995, vol. 40, no. 4, pp. 1265–1272.
7. Feng R., Zhang Y.-Y., Chen X., Wang Y., Shi J.-G., Yeung C.-T., Che J.H.K., Ma J.-Y., Tan X.-S., Yang C., Deng Y.-L., Zhang Y.-K. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2012, vol. 62, pp. 228–234.
8. Feng R., Shi J.G., Liu X.W., Che C.T., Yeung J.H.K., Wang Y. *Chin. Chem. Lett.*, 2011, vol. 22, pp. 839–842.
9. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. *Phytomedicine*, 2009, vol. 16, no. 12, pp. 1144–1150.
10. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. *Life Sci.*, 2008, vol. 82, no. 1–2, pp. 91–98.
11. Sun H. F., Hu B. L., Fan S., Ding J. Y. *Acta Bot. Sin.*, 1983, vol. 25, pp. 460–467.
12. Stout G.H., Fries J.L. *Phytochemistry*, 1970, vol. 9, no. 1, pp. 235–236.
13. Recio-Iglesias M.-C., Marston A., Hostettmann K. *Phytochemistry*, 1992, vol. 31, no. 4, pp. 1387–1389.
14. Purev O., Odontuyaya G., Oyun H., Maksimovna T.L., Nasreen A., Atta-Ur-Rahman. *Nat. Prod. Lett.*, 1995, vol. 5, no. 4, pp. 261–268.
15. Tankhaeva L.M., Nikolaeva G.G., Glyzin V.I., Pinchuk I.N. *Chem. Nat. Comp.*, 1984, vol. 20, no. 6, pp. 747.
16. Tankhaeva L.M. *γ-Pyrone compounds of plant seeds. Gentianaceae i ikh khimicheskoe izuchenie: dis. ... kand. farm. nauk.* [γ-pyrone compounds of plant seeds. Gentianaceae and chemical study: Ph.D. thesis of Pharmaceutical Sciences]. Ulan-Ude, 1997, 145 p. (in Russ.).
17. Mikhailova T.M., Shul'ts E.E., Komarova N.I., Tankhaeva L.M., Nikolaeva G.G., Sambueva Z.G., Nikolaev S.M., Bodoev N.V., Tolstikov G.A. *Chem. Nat. Comp.*, 2004, vol. 40, no. 5, pp. 451–456.
18. Wang H., Chen H., Geng C., Zhang X., Ma Y., Jiang Z., Chen J. *Zhongguo Zhongyao Zazhi.*, 2011, vol. 36, no. 11, pp. 1454–1457.
19. Gu R., Zhong G., Luo W., Zhang Y., Wang C., Liu X., Zhao J., Zhou H. *Zhongguo Zhongyao Zazhi.*, 2010, vol. 35, no. 21, pp. 2866–2870.
20. Yuan W., Zhang L.-P., Cheng K.-D., Zhu P., Wang Q., He H.-X., Zhu H.-X. *J. Nat. Prod.*, 2006, vol. 69, no. 5, pp. 811–814.
21. Dhasmana H., Garg H.S. *Phytochemistry*, 1989, vol. 28, no. 10, pp. 2819–2821.
22. Liu Y., Chen T., Wang P., You J., Liu Y., Li Y. *Chin. J. Chrom.*, 2012, vol. 30, no. 5, pp. 543–546.
23. Sun Y.-W., Sun Z.-H., Yu P.-Z. *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 2011, vol. 13, no. 1, pp. 88–92.
24. Liu X., Liu Y., Chen J., Shi Y.-P. *J. Chrom. Sci.*, 2010, vol. 48, no. 1, pp. 76–80.
25. Liu X., Liu Y., Shi Y. *Zhongguo Zhongyao Zazhi.*, 2009, vol. 34, no. 5, pp. 580–582.
26. Wang Y., Shi J.-G., Che C.-T., Yeung J.H.K., Wang M.-Z. *Chin. J. Pharm. Anal.*, 2008, vol. 28, pp. 345–349.
27. Sun H.F., Hu B.L., Ding J.Y., Fan S. *Acta Bot. Sin.*, 1987, vol. 4, pp. 422–428.
28. Odontuya G., Purev O., Davaa-Sambuu G., Nasreen A., Atta-Ur-Rahman. *Nat. Prod. Lett.*, 1995, vol. 5, no. 4, pp. 269–273.
29. Bennett G.J., Lee H.-H. *Phytochemistry*, 1991, vol. 30, no. 4, pp. 1347–1348.
30. Zhang D., Zhu Y.F., Lin S.K. *Chin. Trad. Herbal Drugs*, 2003, vol. 1, pp. 9–11.
31. Mikhailova T.M., Tankhaeva L.M., Shul'ts E.E., Tolstikov G.A. *Chem. Nat. Comp.*, 2005, vol. 41, no. 5, pp. 513–515.
32. Jiang K.-J., Zhang Y.-H., Shao Z.-Y., Chen J.-J., Kuai B.-K. *Jiegou Huaxue*, 2004, vol. 23, no. 3, pp. 262–266.
33. Yu P., Shen X., Hu C., Meehan E.J., Chen L. *Acta Crystall. Section E: Structure Reports Online*, 2008, vol. 64, no. 4, pp. 651–652.
34. Tankhaeva L.M., Purev O., Komissarenko N.F., Nikolaeva G.G., Odontuyaa G. *Rastitel'nye resursy*, 1993, vol. 31, pp. 57–61. (in Russ.).
35. Gao J., Wang S.J., Fang F., Si Y.K., Yang Y.C., Liu G.T., Jian-gong S. *Zhongguo yi xue ke xue yuan xue bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae*, 2004, vol. 26, no. 4, pp. 364–367.

* Corresponding author.

36. Yang H.-P., Yue M.-E., Shi Y.-P. *Chromatographia*, 2006, vol. 63, no. 9–10, pp. 449–452.
37. Wang H., Chen H., Geng C., Zhang X., Chen J. *J. Yun. Univ. Nat.*, 2011, vol. 20, pp. 348–355.
38. Pureb O., Odontuiaa G., Khishgee D., Oiuun Kh., Tankhaeva L.M., Nikolaeva G.G., Komissarenko N.F. *Rastitel'nye resursy*, 1994, vol. 30, pp. 148–151.
39. Sun Y.-W., Liu G.-M., Huang H., Yu P.-Z. *Phytochemistry*, 2012, vol. 75, pp. 169–176.
40. Shishmareva T.M., Potanina O.G., Tankhaeva L.M., Olennikov D.N. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2006, no. 3, pp. 39–47. (in Russ.).
41. Gao G.Y., Li M., Feng Y.X., Tan P. *Yao Xue Xue Bao*, 1994, vol. 12, pp. 910–914.
42. Rodriguez S., Wolfender J.-L., Hostettmann K., Odontuya G., Purev O. *Helv. Chim. Acta.*, 1996, vol. 79, no. 2, pp. 363–370.
43. Dai J., Shi Y., Zhao C., Yang L., Li Y. *J. Chem. Res.*, 2002, part S, no. 8, pp. 368–369.
44. Yang H.-L., Liu J.-Q. *Chin. Pharm. J.*, 2004, vol. 39, no. 9, pp. 659–660.
45. Danzin Puntsog, Shel Pkhreng. *Ksilograf na tibetskom iazyke*. [Treatise in Tibetan]. Agin datsan, 1763. 232 p. (in Russ.).
46. Zhambal Dorji. Dzeytshar Migchzhan. *Ksilograficheskoe izdanie datsana Gumbum Chzhamba-ling*. [Xylographic edition datsan Gumbum Chzhamba-ling]. 1911. 174 p. (in Russ.).
47. Gammerman A.F. *Materialy po izucheniiu istochnikov traditsionnoi sistemy indo-tibetskoj meditsiny*. [Materials for the Study of the sources of the traditional system of the Indo-Tibetan medicine]. Novosibirsk, 1982, pp. 53–61. (in Russ.).
48. Gammerman A.F., Semichov B.V. *Slovar' tibetsko-latino-russkikh nazvaniy lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ia, primenyaemogo v tibetskoj meditsine* [Tibetan-Latin-Russian Names of Medicinal Plants Used in Tibetan Medicine]. Ulan-Ude, 1963, 180 p. (in Russ.).
49. Varlakov M.N. *Izbrannye trudy*. [Selected Works]. Moscow, 1963, 172 p. (in Russ.).
50. Sambueva Z.G. *Lekarstvennye rasteniia v traditsionnoi i narodnoi meditsine*. [Medicinal plants in traditional and folk medicine]. Ulan-Ude, 1987, pp. 127–129. (in Russ.).
51. Pozdneeva A.M. *Uchebnyk tibetskoy meditsiny*. [Textbook of Tibetan medicine]. St. Peterburg, 1908. Vol. 1. 425 p. (in Russ.).
52. Batorova S.M. *Rastitel'nye Resursy*, 1983, vol. 19, pp. 380–383. (in Russ.).
53. Blinova K.F., Kuvaev V.B. *Voprosy farmakognozii*, 1965, no. 3, pp. 163–178. (in Russ.).
54. Dragendorff G. *Die Heilpflanzen der verschiedenen volher und zeiten*. Stuttgart, 1898. 884 s.
55. Teliat'ev V.V. *Poleznye rasteniia Tsentral'noi Sibiri*. [Useful Plants of Central Siberia]. Irkutsk, 1985, 383 p. (in Russ.).
56. Tankhaeva L.M., Aseeva T.A., Nikolaeva G.G., Nikolaev S.M., Ratnikova G.V. *2-ia Respublikanskaia konferentsiia po meditsinnoi botanike*. [2nd National Conference on medicinal botany]. Kiev, 1988, pp. 407–408. (in Russ.).
57. Baksheev E.Sh. *Zhelchegonnoe deistvie rastitel'nykh ekstraktov i ikh farmakoterapevticheskaia aktivnost' pri eksperimental'nom gepatite: avtoref. dis. ... kand. med. nauk*. [Choleretic effect of plant extracts and their pharmacotherapeutic activity in experimental hepatitis: dissertation PhD of medical sciences]. Ulan-Ude, 1998, 23 p. (in Russ.).
58. Kudrin A.N., Nikolaev S.M., Lonshakova K.S., Sambueva Z.G. *Tezisy dokladov 5-go s"ezda farmakologov USSR*. [Abstracts of the 5th Congress of Pharmacology USSR.]. Zaporozhye, 1985, pp. 86–87. (in Russ.).
59. Gammerman A.F., Blinova K.F., Badmaev A.P. *Fitontsidy, ikh biologicheskaiia rol' i znachenie dlia meditsiny i narodnogo khoziaistva*. [Volatile, their biological role and significance for medicine and the national economy]. Kiev, 1967, pp. 107–114. (in Russ.).
60. Sambueva Z.G., Tsyrenzhapov A.V., Nikolaev S.M., Ubeeva I.P., Tankhaeva L.M., Nikolaeva G.G., Ratnikova G.V. *Rastitel'nye resursy*, 2000, vol. 36, pp. 70–77. (in Russ.).
61. Nikolaev S.M., Bodoev N.V., Tsyrenzhapov A.V., Mikhailova T.M., Nikolaeva G.G., Tankhaeva L.M., Chukaev S.A., Sambueva Z.G. *6-ia Mezhdunarodnaia konferentsiia «Bioantioksidant»*. [6th International Conference "bioantioxidants"]. Moscow, 2002, pp. 417–418. (in Russ.).
62. Huang B., Ke H., He J., Ban X., Zeng H., Wang Y. *Food Chem. Toxicol.*, 2011, vol. 49, pp. 185–190.
63. Huang B., Ban X., He J., Zeng H., Zhang P., Wang Y. *J. Ethnopharmacol.*, 2010, vol. 131, no. 2, pp. 276–281.
64. Wang Y., Shi J.-G., Wang M.-Z., Che C.-T., Yeung J.H.K. *Life Sci.*, 2007, vol. 82, no. 12, pp. 91–98.
65. Feo V.D. *J. Ethnopharmacol.*, 2003, vol. 85, no. 2-3, pp. 243–256.
66. Tankhaeva L.M., Sambueva Z.G., Nikolaeva G.G. *Novye lekarstvennye preparaty iz rastenii Sibiri i Dal'nego vostoka*. [New drugs from plants in Siberia and the Far East]. Tomsk, 1989, no. 2, p. 172. (in Russ.).
67. Amellal M., Bronner C., Briancon F. *Planta Med.*, 1985, no. 1, pp. 16–20.
68. Basset P., Kadota S., Shimizu M., Namba T. *Planta Med.*, 1994, vol. 60, no. 6, pp. 507–511.
69. Ji L.-J., Chen G. C., Sun H. F., Lu X. F. *Acta Bot. Bor.-Occident. Sin.*, 2004, vol. 24, pp. 683–687.
70. Luo D. S. *Chinese materia medica of Tibetan Medicine*. Minzhu Press. Beijing, 1997.
71. Amani S.A., Maitland D.J., Soliman G.A. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2006, vol. 16, pp. 4624–4628.
72. Avijet J., Manish S., Lokesh D., Anurekha J., Rout S.P., Gupta V.B., Krishna L.K. *J. Ethnopharmacol.*, 2008, vol. 115, pp. 61–66.
73. Faremi T.Y., Suru S.M., Fafunso M.A., Obioha U.E. *Food Chem. Toxicol.*, 2008, vol. 46, pp. 2658–2664.
74. Anilakumar K.R., Saritha V., Khanum F., Bawa A.S. *Food Chem. Toxicol.*, 2009, vol. 47, pp. 279–282.
75. Celik I., Temur A., Isik I. *Food Chem. Toxicol.*, 2009, vol. 47, pp. 145–149.
76. Sreelatha S., Padma P.R., Umadevi M. *Food Chem. Toxicol.*, 2009, vol. 47, pp. 702–708.
77. Huang B., Ban X.Q., He J.S., Tian J., Wang Y.W. *Food Chem.*, 2010, vol. 120, pp. 873–878.