

УДК 582.952.6

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЗАРАЗИХ (*OROBANCHE* L.)

© С.Л. Аджирахметова*, Д.И. Поздняков, Э.Т. Оганесян

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал
Волгоградского государственного медицинского университета,
пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357532, Россия, similla503@mail.ru

В настоящем обзоре представлены сведения по распространению, химическому составу, биологической активности растений рода Заразиха (*Orobanchaceae* L.), который включает около 200 растений-голопаразитов. Их компонентный состав в основном представлен фенолпропаноидами, флавоноидами, дубильными веществами, лигнанами, стероидами, алкалоидами. Развитие и рост паразитических растений регулируются взаимодействием множества сложных химических реакций, в которых фитогормоны играют ключевую роль, а именно стриголактоны. Вредоносность *Orobanchaceae* оказывает значительное экологическое воздействие на структуру растительного сообщества и проявляется в истощении растения-хозяина и отравлении его продуктами своей жизнедеятельности. Экстракты, фракции и выделенные индивидуальные соединения обладают широким спектром фармакологической активности: антиоксидантной, противоопухолевой, противовирусной, противогрибковой, антимикробной, фотозащитной, а также характеризуется ингибированием амилоидной агрегации. Данная информация указывает на то, что растения рода *Orobanchaceae* являются перспективными для дальнейшего их экспериментального изучения.

Ключевые слова: заразиха, *Orobanchaceae* L., голопаразиты, компонентный состав, биологическая активность.

Для цитирования: Аджирахметова С.Л., Поздняков Д.И., Оганесян Э.Т. Компонентный состав и некоторые особенности биологической активности заразих (*Orobanchaceae* L.) // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 36–51. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317905>.

В настоящее время известно около 4100 видов растений-паразитов, относящихся к 19 семействам [1]. Семейство Заразиховые (*Orobanchaceae* Vent.) представляет собой самую многочисленную группу облигатных подземных паразитов (голопаразитов), включая по современной классификации APG IV около 100 родов и 2000 видов преимущественно паразитических растений [2, 3].

Представители родов данного семейства паразитируют на культурных, сорных и дикорастущих растениях. Связь с растением-хозяином паразит осуществляет через гаустории, возникающие в результате преобразования зародышевого корня или, в редких случаях, тканей стебля [2, 3].

На Северном Кавказе встречаются такие представители семейства *Orobanchaceae*, как заразиха (*Orobanchaceae* L.), петров крест (*Lathraea* L.), марьянник (*Melampyrum* L.) и фелипанхе (*Phelipanche* Pomel.) [2, 3].

В систематическом отношении флора растений-паразитов в Предкавказье представлена 5 семействами, 13 родами и 47 видами, что составляет 2% от общего числа видов растений Предкавказья [1].

Род Заразиха (*Orobanchaceae* L.) включает около 200 видов, характерным признаком которого является сильно редуцированная корневая система – гаустории, с помощью которых растение-паразит извлекает питательные вещества и воду из корневой системы растения-хозяина. Листья, в свою очередь, редуцируются до чешуй, которые полностью утрачивают способность к фотосинтезу и выполняют функцию защиты верхушечной почки проростка. Жизненный цикл растений-паразитов этого рода состоит из нескольких отдельных стадий, начиная с прорастания семян, гаусториальной инициации, прикрепления к корню хозяина, проникновения и закрепления в хозяине, появления цветка и, наконец, производства семян [2, 4–6].

Развитие и рост растений регулируются взаимодействием множества сложных химических реакций, в которых фитогормоны играют ключевую роль. В последние годы была открыта и идентифицирована группа новых фитогормонов, а именно стриголактонов (рис. 1). Наиболее известным их биосвойством является стимуляция прорастания семян паразитических растений [7–9].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Биосинтез стриголактонов происходит в основном в корнях [10], откуда они либо секретируются в ризосферу, либо транспортируются в побеги [11, 12].

Некоторые представители рода *Orobanche* которые рассматриваются в данном обзоре: з. белая (*O. alba* Stephan ex Willd.), з. аметистовая (*O. amethystea* Thuill.), з. панцирная (*O. artemisiae-campestris* Gaudin subsp. *Picridis* (FWSchultz)), з. гвоздичная (*O. caryophyllacea* Sm.), з. поникшая (*O. cernua* Loebl. (син. *O. cumana* Wallr., *O. cernua* var. *Cumana* Wallr.)), з. синеватая (*O. coerulescens* Stephan ex Willd.), з. гордчатая (*O. crenata* Forssk.), з. плющевая (*O. hederiae* Duby), з. желтая (*O. lutea* Baumg.), з. малая (*O. minor* Sm.), з. Оверина (*O. owerinii* Beck).

Паразитические покрытосеменные оказывают значительное экологическое воздействие на структуру растительного сообщества, изменяя конкурентный баланс между видами-хозяевами и видами, не являющимися хозяевами [13].

Вредоносность *Orobanche* проявляется в истощении растения-хозяина и отравлении его продуктами своей жизнедеятельности. Выявлено несколько рас *O. cumana*, которые дифференцируются в зависимости от их реакции на растения-тестеры. Эти расы обладают неодинаковой способностью поражать различные сорта и гибриды подсолнечника. Известно о восьми расах *O. cumana*, названных буквами латинского алфавита: А, В, С, D, E, F, G, H (три последние обладают наибольшей вирулентностью) [14–16].

Компонентный состав

Фенилпропаноиды (табл. 1) являются типичными и доминирующими соединениями рода *Orobanche* и считаются важными биологически активными веществами этого рода [17, 18].

В таблице 2 представлены структурные формулы некоторых фенилпропаноидов рода *Orobanche* [4, 18].

Биосинтез простых фенилпропаноидов можно рассматривать как первую ступень синтеза целого ряда фенольных соединений, относящихся к другим самостоятельным классам фенольных соединений [40–42].

Таблица 1. Фенилпропаноиды

№	Название	Вид рода	Литературные источники
1	2	3	4
1	Метилхавикол (эстрагол)	<i>O. alba</i>	[18–20]
2	Вербаскозид (актеозид, оробанхин)	<i>O. amethystea</i> <i>O. denudata</i> <i>O. hederiae</i> <i>O. loricata</i> <i>O. minor</i> <i>O. rapum-genistae</i> <i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i> <i>O. crenata</i> <i>O. minor</i> <i>O. pycnostachya</i>	[18, 21] [18, 22] [18, 23] [18, 22] [18, 22] [18, 24] [18, 25, 26] [18, 27–30] [18, 31, 32] [18, 33] [18, 34]
3	Орапозид (кренатозид, оробанхозид)	<i>O. amethystea</i> <i>O. hederiae</i> <i>O. coerulescens</i> <i>O. crenata</i> <i>O. denudata</i> <i>O. loricata</i> <i>O. minor</i> <i>O. rapum-genistae</i> <i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i> <i>O. pycnostachya</i>	[18, 32] [18, 33] [18, 25, 27] [18, 31, 32] [18, 32] [18, 32] [18, 32, 33] [18, 24] [18, 26, 35] [18, 29, 30, 36] [18, 34]
4	Изоактеозид (изовербаскозид)	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i> <i>O. crenata</i>	[18, 26, 35] [18, 25, 30] [18, 32]

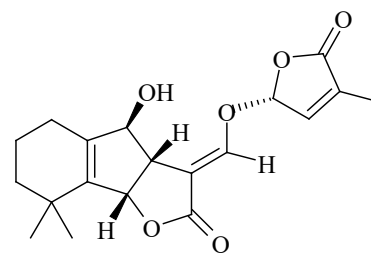
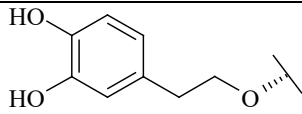
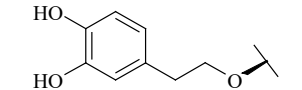
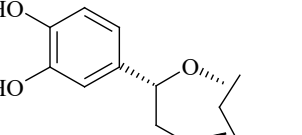
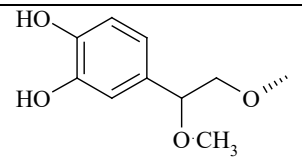
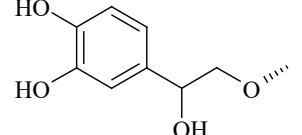
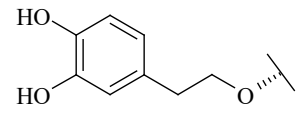
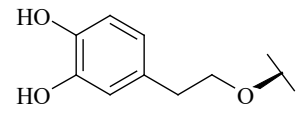
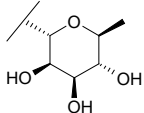
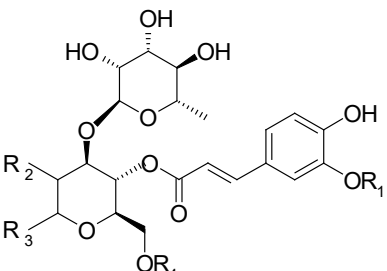


Рис. 1. Структурная формула стриголактона – оробанхола

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
5	2'-О-Ацетилактеозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 28]
6	Кампанеозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 26, 28] [18, 29]
7	Лейкосцептозид А	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 29, 35]
8	Синапоил 4-О-β-D-глюкозида	<i>O. coerulescens</i>	[18, 24]
9	Изокампеозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
10	3'-О-метилкренатозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 35] [18, 30]
11	Дескаффеоилкренатозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 35] [18, 29, 30]
12	Изокренатозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 26, 35] [18, 29]
13	Цистанозид F	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 26] [18, 29, 35]
14	2-Фенилэтил β-примеверозид	<i>O. coerulescens</i>	[18, 29]
15	Родиолозид (салидрозид)	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 25] [18, 29]
16	Церулесценозид	<i>O. coerulescens</i>	[18, 30]
17	Россиказид В	<i>O. coerulescens</i>	[18, 36, 37]
18	Оробанхеозид А	<i>O. coerulescens</i>	[18, 38]
19	Оробанхеозид В	<i>O. coerulescens</i>	[18, 37]
20	Полиумозид	<i>O. crenata</i>	[18, 39]

Таблица 2. Структурные формулы фенилпропаноидов

Название соединения	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
Вербаскозид	H	ОН		H	
Изовербаскозид	H	ОН		H	
Оробанхозид	H			H	
Кампанеозид I	H	ОН		H	
Кампанеозид II	H	ОН		H	
Лейкосцептозид А	CH ₃	ОН		H	
Полиумозид	H	ОН			

На рисунке 2 представлены формулы метилхавикола (А) и салидрозида (Б).

В структуре ряда простых фенольных соединений, кумаринов, флавоноидов, дубильных веществ конденсированной природы присутствуют фенилпропановые фрагменты, что указывает на роль фенилпропаноидов как биогенетического предшественника. В образовании углеродных скелетов указанных самостоятельных классов и групп фенольных соединений процессы биосинтеза идут по ацетатно-шикиматному пути в результате халкон-синтезной реакции, реакций гидроксирования и изомеризации, конденсации и др. [40–42].

В таблице 3 представлены некоторые фенольные соединения рода *Orobanchе*.

В отношении взаимодействия фенилпропаноидов между собой и с веществами иной природы (не только фенольной) выделяются, соответственно, лигнаны и лигноиды, объединенные общим понятием сложных фенилпропаноидов. В основе их биосинтеза реализуется окислительное сочетание, преимущественно по пропановому фрагменту молекулы со стороны фенилпропаноида [40–42].

Лигнаны играют важную роль в физиологии, развитии растений во взаимодействии и адаптации к постоянно меняющимся условиям окружающей среды и в защите растений от различных травоядных животных и микроорганизмов [43, 44].

Помимо лигнанов Rohmer M. и др. проанализировали несколько видов паразитов на предмет содержания стеролов и биосинтеза стеролов [45]. В таблице 4 представлены лигнаны и стероиды *Orobanchе*.

Qu Z.-Y. и др. [35] идентифицировали лигнаны *O. cernua*, диметил-6,9,10-тригидроксibenзол[*kl*] ксантен-1,2-дикарбоксилат, который представлен на рисунке 3. На рисунке 3 также представлены стеролы, идентифицированные M. Rohmer и др. [45].

Стероиды являются мембранными компонентами в растениях, регулирующими текучесть и проницаемость фосфолипидных бислоев [46].

Производные лофенола [45] представлены в таблице 5.

S.J. Roudbaraki и др. [19] с помощью газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором и газовой хроматографии с масс-спектрометрией идентифицировали состав эфирного масла дикорастущей в Иране *O. alba*. Установили сорок компонентов, среди которых преобладают: геранилацетат (26.0%), пальмитиновая кислота (12.5%), гераниаль (11.8%) и нераль (10.2%). Эфирное масло *O. alba* состоит из двенадцати кислородсодержащих монотерпеновых соединений, которые составляют 62.1% (табл. 6).

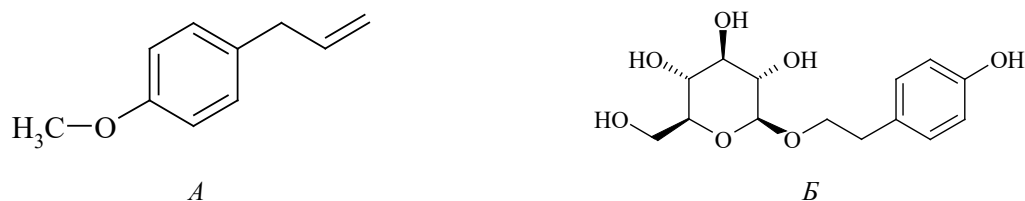


Рис. 2. Структурные формулы метилхавикола (А) и салидрозида (Б)

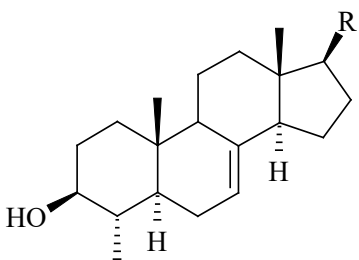
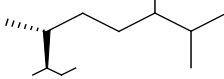
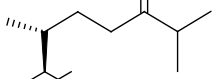
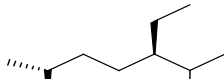
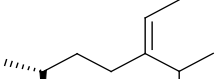
Таблица 3. Фенольные соединения *Orobanchе*

№	Название	Вид рода	Литературные источники
<i>Гидроксibenзальдегиды (кетонь)</i>			
1	Протокатеховый альдегид	<i>O. coerulescens</i>	[18, 25]
2	<i>n</i> -Гидроксibenзальдегид	<i>O. crenata</i>	[18, 39]
3	Изованилин	<i>O. crenata</i>	[18, 39]
4	Ванилин	<i>O. crenata</i>	[18, 39]
5	Сиреневый альдегид	<i>O. crenata</i>	[18, 39]
6	<i>n</i> -Гидроксиацетофенон	<i>O. crenata</i>	[18, 39]
<i>Фенолокислоть</i>			
7	Кофейная кислота	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>) <i>O. coerulescens</i>	[18, 35] [18, 25]
8	<i>транс</i> -Феруловая кислота	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
9	Хлорогеновая кислота	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
<i>Флавоноидь</i>			
10	Апигенин	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
11	Лютеолин	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
12	Глицитеин	<i>O. crenata</i>	[4]

Таблица 4. Лигнаны и стероиды *Orobanchе*

№	Название	Вид рода	Литературные источники
<i>Лигнаны</i>			
1	Диметил-6,9,10-тригидроксibenзол[<i>k</i> l] ксантен-1,2-дикарбоксилат	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
2	(+)-Пинорезинол 4'- <i>O</i> -β-D-глюкопиранозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
3	Изоэвкоммин А	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
4	(+)-Сирингарезинол 4'- <i>O</i> -β-D-глюкопиранозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
<i>Стероиды</i>			
5	Стигмастерол 3- <i>O</i> -β-D-глюкозид	<i>O. cernua</i> (син. <i>O. cumana</i>)	[18, 35]
6	β-Ситостерол	<i>O. coerulescens</i> <i>O. lutea</i> <i>O. pycnostachya</i>	[18, 25] [18, 45] [18, 34]
7	β-Даукостерол	<i>O. coerulescens</i> <i>O. pycnostachya</i>	[18, 25] [18, 34]
8	Стигмастанол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
9	Холестерин	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
10	Кампестерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
11	24-Метиленхолестерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
12	Стигмастерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
13	Изофукостерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
14	Δ ⁷ -Кампестенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
15	Эпистерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
16	Δ ⁷ -Стигмастенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
17	Δ ⁷ -Авенастерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
18	24-метил лофенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
19	Метилен лофенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
20	24-Этил лофенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
21	24-Этилиден лофенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
22	4α-Метил Δ ⁸ -кампестенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
23	4α-Метил Δ ⁸ -стигмастенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
24	24,28-Дигидро обтусифолиол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
25	Обтусифолиол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
26	24,28-Дигидроциклоэукаленол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
27	Циклоэукаленол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
28	4,4-Диметилстерол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
29	Циклоартенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]
30	24-Метиленциклоартенол	<i>O. lutea</i>	[18, 45]

Таблица 5. Производные лофенола [18]

	Название соединения	24-метиллофенол	24-метиленлофенол
	R		
	Название соединения	24-этиллофенол	24-этилиденлофенол
	R		

Fruchier A. и др. [20, 47, 48] впервые из *Orobanchе* выделили и идентифицировали новый алкалоид, производный тропона: 3,8-диметил-5-изопропил-2,3-дигидро(1H)азулен-6-он, названный оробаноном. Этот тропон синтезируется паразитом и присутствует, наряду с другими родственными соединениями, в различных видах заразики, независимо от хозяина (табл. 7).

Baccarini A. и др. [49] и Dzhumyrko S.F. и др. [50] были изучены пигменты *O. hederæ* и *O. owerinii*, представленные в таблице 8.

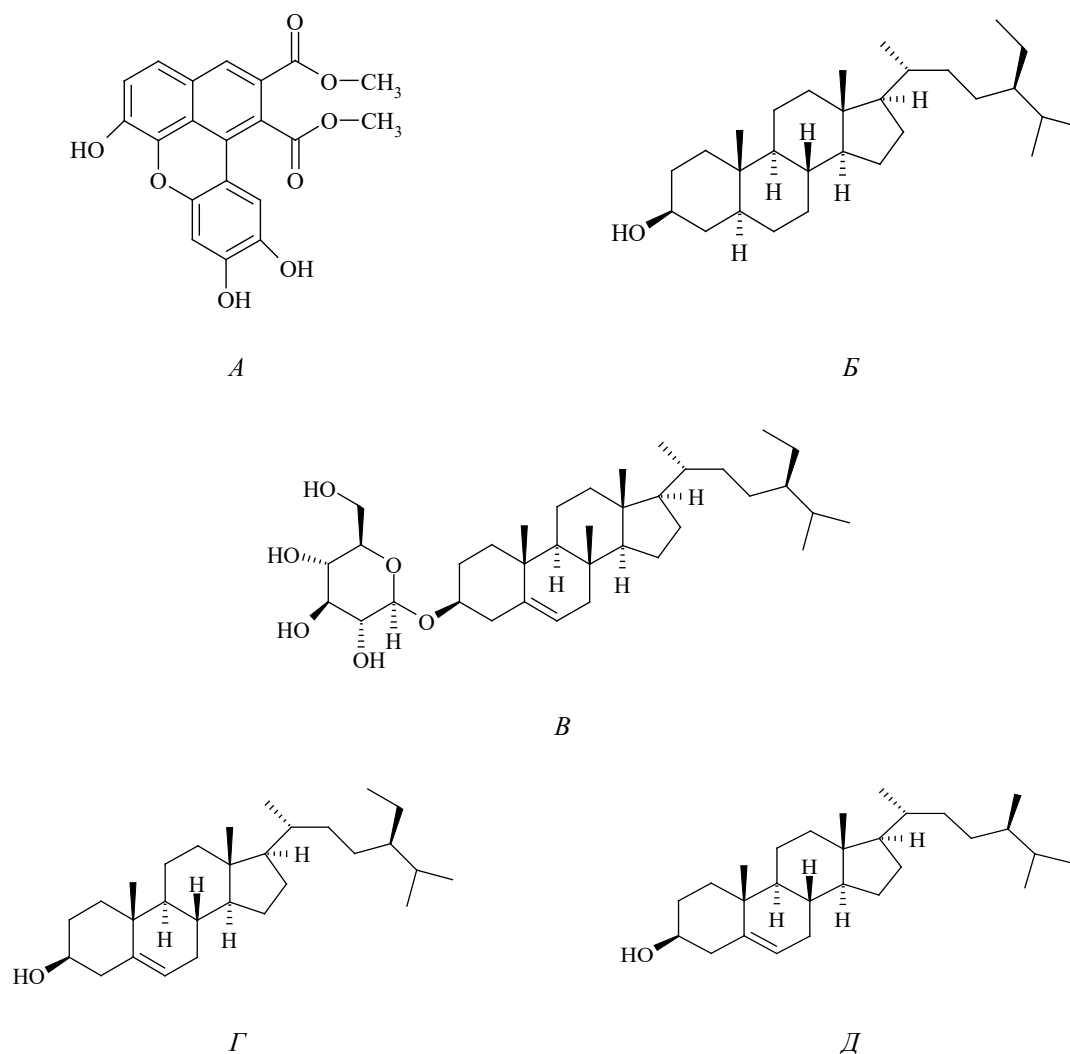


Рис. 3. Структурные формулы диметил-6,9,10-тригидроксibenзол[*kl*] ксантен-1,2-дикарбоксилата (А), β-ситостерола (Б), β-даукостерол (В), стигмастанола (Г), эпистерола (Д)

Таблица 6. Терпены и высшие жирные кислоты *Orobanchе*

№	Название	Вид рода	Литературные источники
1	2	3	4
<i>Терпены</i>			
<i>1.1 Монотерпены</i>			
1	1,8-Цинеол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
2	<i>n</i> -Цимол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
3	Лимонен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
4	γ-Терпинен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
5	<i>n</i> -Ментон	<i>O. alba</i>	[18, 19]
6	Борнилангелат	<i>O. alba</i>	[18, 19]
7	Пинокамфон	<i>O. alba</i>	[18, 19]
8	Линалоол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
9	(<i>Z</i>)-Изоцитраль	<i>O. alba</i>	[18, 19]
10	Нерол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
11	Нераль	<i>O. alba</i>	[18, 19]
12	Гераниол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
13	Гераниаль	<i>O. alba</i>	[18, 19]
14	Геранилацетат	<i>O. alba</i>	[18, 19]
<i>1.2 Сесквитерпены</i>			
15	<i>транс</i> -Кариофиллен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
16	6,9-Гвайадиен	<i>O. alba</i>	[18, 19]

Окончание таблицы 6

1	2	3	4
17	Изоборнил-2-метилбутират	<i>O. alba</i>	[18, 19]
18	δ-Кадинен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
19	α-Копаен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
20	β-Бурбонен	<i>O. alba</i>	[18, 19]
21	Оксид кариофиллена	<i>O. alba</i>	[18, 19]
1.3 Дитерпены			
22	Маноол	<i>O. alba</i>	[18, 19]
Высшие жирные кислоты			
23	Миристиновая кислота	<i>O. alba</i>	[18, 19]
24	Пальмитиновая кислота	<i>O. alba</i>	[18, 19]
25	Линолевая кислота	<i>O. alba</i>	[18, 19]
26	Линоленовая кислота	<i>O. alba</i>	[18, 19]

Таблица 7. Виды *Orobanchе*, содержащие оробанон

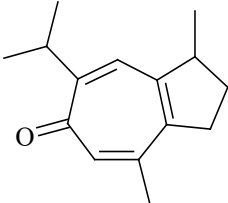
Алкалоид	Вид рода	Литературные источники
	<i>O. alba</i>	[18–20]
	<i>O. artemisiae-campestris</i>	[20]
	<i>O. caryophyllacea</i>	[20]
	<i>O. crenata</i>	[18, 20]
	<i>O. gracilis</i>	[18, 20]
	<i>O. hederæ</i>	[18, 20]
	<i>O. loricata</i>	[18, 20]
	<i>O. minor</i>	[18, 20]
	<i>O. rapum-genistae</i>	[18, 20]

Таблица 8. Пигменты *Orobanchе*

№	Название	Вид рода	Литературные источники
1	β-Каротин	<i>O. hederæ</i> <i>O. owerinii</i>	[18, 49] [18, 50]
2	α-Каротин	<i>O. owerinii</i>	[18, 50]
3	α-Каротин-5,6-эпоксид	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
4	Флавохром	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
5	Лютеин-5,6-эпоксид	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
6	Флавоксантин	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
7	Тараксантин	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
8	Неоксантин	<i>O. hederæ</i>	[18, 49]
9	Виолаксантин	<i>O. owerinii</i>	[18, 50]
10	Ауроксантин,	<i>O. owerinii</i>	[18, 50]
11	Эфир виолаксантина и пальмитиновой кислоты	<i>O. owerinii</i>	[18, 50]

Биологическая активность

Токсичность. Испытание на острую токсичность показало, что высушенный 80% спиртовой экстракт *O. crenata* безопасен при дозировке до 8 г/кг массы тела мышей, что соответствует 62 г/кг массы тела человека, доза для мышей была экстраполирована на соответствующие оценки для человека с использованием межвидовой схемы пересчета дозировки. LD50 экстракта заразики была оценена как 12.589 г/кг массы тела мышей [51].

Антиоксидантная активность. Общую антиоксидантную активность сухого экстракта *O. crenata* оценивали фосфорномолибденовым методом. Антиоксидантную активность выражали в эквивалентах используемой в качестве стандарта аскорбиновой кислоты (мг/г экстракта). Этанольные экстракты *O. crenata* проявили более высокую общую антиоксидантную активность по сравнению с аскорбиновой кислотой [4, 51].

Renna M. с соавторами [52] изучили антиоксидантную активность экстрактов (вода : метанол – 80 : 20) *O. crenata*, выраженную в мкмоль эквивалента тролокса на 100 г – 1 сырой массы. Активность определяли с помощью теста на способность поглощать стабильные радикалы 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Установлено, что 100 г экстракта содержат около 27333 мкмоль эквивалента тролокса.

Позже было установлено, что ацетоновый экстракт *O. crenata* ингибирует образование супероксидного анион-радикала и проявляет способность подавлять DPPH, особенно в концентрации 80 мкг/мл. Хотя антиоксидантная активность и увеличивается в зависимости от концентрации, однако статистически значимой разницы между 80 мкг/мл и 172 мкг/мл не наблюдалось [53].

Hegazy M.G. с соавторами [54] также определяли антиоксидантную активность экстракта *O. crenata* в различных концентрациях с помощью метода DPPH (IC₅₀=408 мкг/мл). Метанольный экстракт *O. crenata* проявлял хорошую антиоксидантную активность по сравнению с аскорбиновой кислотой, используемой в качестве стандартного антиоксиданта (866.63±10.21 мг АЭ/г экстракта).

Антиоксидантный эффект ацетонового экстракта *O. crenata* был оценен путем внутриклеточного определения активных форм кислорода и тиоловых групп с помощью анализов DPPH и 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфоная кислота) (ABTS). Активность экстракта в отношении DPPH увеличивается дозозависимо. Значение IC₅₀ составляет 81.3 мкМ. Способность ацетонового экстракта *O. crenata* подавлять свободные радикалы была также подтверждена при использовании ABTS. В этом случае активность была эквивалентна активности довольно низких доз тролоска – водорастворимого аналога витамина Е, использованного в качестве стандарта. Это подтверждает, что антиоксидантная активность экстракта должна обеспечивать защиту клеточной среды от окислительного стресса [55].

Фотозащитный эффект. Разработка новых природных антиоксидантов в качестве фотозащитных агентов стала популярной областью исследований. *W. Gao и др.* изучали фотозащитные эффекты этанольного экстракта *Orobancha cernua* и его основного компонента актеозиды на фотостарение, вызванное УФ-В-излучением, а также их основные молекулярные механизмы в нормальных дермальных фибробластах человека (NHDF). Биологические испытания показали, что исследуемый экстракт и актеозид обладают значительной фотозащитной активностью, снижая при этом уровни матриксной металлопротеиназы и интерлейкина-6, а также улучшая синтез проколлагена I типа в облученных УФ-В NHDF. Дальнейшее исследование показало, что защитными механизмами являются улучшение антиоксидантной системы защиты, опосредованной транскрипционным фактором Nrf2, подавление митоген-активируемых протеинкиназ/активаторного белка (МАРК/АР-1) и активация сигнального пути трансформирующего фактора роста TGF-β/Smad. В совокупности полученные результаты позволяют предположить, что экстракт может быть перспективным средством против фотостарения кожи, вызванного УФ-излучением [56].

Было обнаружено, что актеозид является основным компонентом этанольного экстракта *Orobancha cernua* и проявляет антиоксидантную, противовоспалительную, антибактериальную, антистрессовую, противораковую, противовирусную, антигипертензивную, гепатопротекторную и иммунодепрессивную активность [57–65].

Антимикробная активность. Сухой экстракт *O. crenata* проявляет умеренную антибактериальную активность в отношении трех грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Streptococcus faecalis*) и трех грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Neisseria gonorrhoeae*) [51].

Ацетоновый экстракт *O. crenata* проявил антибактериальную активность, особенно в отношении грамположительных штаммов, минимальная ингибирующая концентрация находится в диапазоне от 376.00 до 3011.00 мкг/мл. Грамотрицательные штаммы были менее чувствительны и значения минимальной ингибирующей концентрации находятся в пределах от 3011.00 до 6023.00 мкг/мл [53].

Результаты антимикробной активности показали, что метанольные экстракты *O. crenata* более активны, чем водные экстракты [66, 67].

Противогрибковое действие. Установлено, что ацетоновый экстракт *O. crenata* оказывает противогрибковое действие на *Candida* spp. с минимальной ингибирующей концентрацией от 94.10 до 3011.00 мкг/мл [53].

Методом микроразведений было продемонстрировано ингибирующее действие ацетонового экстракта *O. crenata* на рост как *C. albicans*, так и *C. glabrata* [68].

J.S. Raut et al. сообщили, что фенилпропаноиды, выделенные из *O. crenata* [69], способны предотвращать рост, адгезию и образование биопленки *C. albicans* [70].

Противораковая активность. Водный экстракт листьев *O. crenata* снижает жизнеспособность клеток линии рака молочной железы человека (MCF-7) в зависимости от концентрации, а также снижает уровень

активных форм кислорода и увеличивает свободные тиоловые небелковые группы. Эти результаты свидетельствуют, что водный экстракт *O. crenata* характеризуется как химиотерапевтическое/химиопрофилактическое средство [71].

Цитотоксичность метанольного экстракта *O. crenata* определялась на клеточных линиях гепатоцеллюлярной карциномы (HepG2), рака предстательной железы (PC3), аденокарциномы молочной железы (MCF-7) и карциномы толстой кишки человека (HCT-116) с помощью анализа с 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразолия бромидом (МТТ) и лактатдегидрогеназой.

Клетки, обработанные экстрактом *O. crenata*, демонстрировали очевидные морфологические структуры, характерные для апоптоза. Анализ жизнеспособности клеток показал, что экстракт *O. crenata* вызывает дозозависимое ингибирование развития клеточных линий HepG2, PC3, MCF-7 и HCT-116. Установлено, что *O. crenata* оказывает сильное цитотоксическое действие на клетки HepG2, PC3, MCF-7 и HCT-116 со значениями IC50 30.3, 111, 89.6 и 28.6 мкг/мл соответственно [54].

Анализ МТТ был проведен для оценки цитотоксического эффекта ацетонового экстракта *O. crenata* на клетки рака молочной железы человека (MCF-7 и MDA-MB-231) и первичную клеточную линию HFF-1. Анализ лактатдегидрогеназы (ЛДГ) был проведен на клетках MCF-7 для анализа некротической гибели клеток.

Метанольный экстракт *O. crenata* не влиял на жизнеспособность клеток HFF-1 во всех протестированных концентрациях после 24 ч воздействия. Напротив, в тот же момент времени обработка возрастающими концентрациями ацетонового экстракта от 75 до 1200 мкг/мл вызывала дозозависимый ингибирующий эффект на активность сукцинатдегидрогеназы клеток MCF-7 со значением EC50 396,6 мкг/мл. При концентрации 600 мкг/мл высвобождение ЛДГ составляло около 50%. Полученные результаты анализа ЛДГ подтвердили, что большая часть антипролиферативной активности, наблюдаемая в МТТ-тесте, связана с некротической гибелью клеток [55].

Противовирусная активность. Противовирусная активность ацетонового экстракта *O. crenata* была определена в отношении полиовируса 1, эховируса 9, респираторно-синцитиального вируса человека, аденовируса типа 2 и типа 5, вируса Коксаки В1 (CoxB1) и В3 (CoxB3), простого герпеса типа 1 (HSV-1) и типа 2 (HSV-2) и β -коронавируса путем анализа снижения бляшкообразования. Ацетоновый экстракт *O. crenata* эффективно ингибировал репликацию HSV-1, HSV-2, CoxB1 и CoxB3 со значением ID 50 50, 100, 100 мкг/мл соответственно [55].

Ингибирование амилоидной агрегации. В ходе исследования Kurisu M. и др. [33] выделены фенилпропаноиды: актеозид и орапозид из *O. minor*, полученные экстракцией метиловым спиртом. В рамках поиска антиамилоидогенных соединений для терапии болезни Альцгеймера было изучено влияние этих соединений на агрегацию β -амилоидного белка (A β 42). Актеозид значительно ингибирует агрегацию A β 42 дозозависимым образом. Зависимость структуры от активности актеозидов и родственных соединений позволяет предположить, что катехольная группа фенилэтаноидных гликозидов играет ключевую роль в этой ингибирующей активности. Следовательно, актеозид может быть перспективным терапевтическим вариантом для ингибирования патологических процессов, опосредованных A42, при болезни Альцгеймера [72–75].

Анальгетическая активность. Этилацетатная фракция из *Orobancha crenata*, содержащая два фенилпропаноидных гликозида, нетоксична для крыс при пероральном приеме в дозах до 500 мг/100 г массы тела. В больших дозах она снижает артериальное давление у анестезированных крыс, оказывает выраженное анальгезирующее действие у мышей [76].

Также изучена антигипералгезическая активность вербаскозида, которая была протестирована *in vivo* с использованием теста на давление на лапу на двух моделях нейропатической боли у животных: периферической мононевропатии, вызванной либо хроническим сдавливающим повреждением седалищного нерва (CCI), либо внутрисуставной инъекцией моноидоацетата натрия (MIA). Вербаскозид, вводимый внутривентрально в дозе 100 мг/кг, купировал механическую гипералгезию у крыс. Вербаскозид также был эффективен против механической гипералгезии после перорального введения в дозах 300 и 600 мг/кг [77].

Диуретическая активность. Водный экстракт *Orobancha egyptiaca* стимулировал сокращения сердца лягушки и кишечника крысы, но подавлял сокращения матки у крыс, а также вызывал выраженный диурез у кроликов [78].

El-Shabrawy и др. [76] обнаружили у этилацетатной фракции из *Orobancha crenata* диуретическое действие у крыс.

Артериальное давление и агрегация тромбоцитов. Внутривенное введение 70% спиртового экстракта *O. crenata* крысам в дозах до 20 мг/100 г приводило к временному снижению артериального давления у подопытных животных. Более высокие дозы вызывали небольшое стойкое снижение артериального давления [76].

Смесь вербаскозида и оробанхозида, извлеченных из *O. hederiae*, была протестирована на предмет ее влияния на АДФ-индуцированную (10–15 мкМ) агрегацию тромбоцитов и артериальное давление у самцов новозеландских кроликов и самцов крыс породы Вистар. Дозозависимое ингибирование АДФ-индуцированной агрегации тромбоцитов на 12.9 ± 4.0 , 43.7 ± 7.8 , 49.4 ± 6.4 , 59.4 ± 6.9 и $73.7 \pm 8.3\%$ при концентрациях 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 и 1.0 мг/мл фенилпропаноидных гликозидов соответственно наблюдалось с помощью агрегометра. Фенилпропаноидные гликозиды, вводимые внутривенно подопытным животным, не оказывали влияния на артериальное давление [79].

Гепатопротекторная активность. Результаты исследования гепатопротекторного действия показали, что при введении метанольной фракции *O. crenata* Forssk. снижались повышенные уровни аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ) и общего билирубина (ОБ), вызванные введением токсического вещества CCl_4 у крыс. Группа животных, принимавшая этилацетатную фракцию в качестве лечения после гепатотоксичности, показала снижение повышенного уровня печеночных ферментов и билирубина, немного выше, чем при применении стандартного гепатопротектора силимарина. Это согласуется с гистопатологическими результатами, где срез печени крыс, получавших CCl_4 и этилацетатную фракцию, не показал токсических или патологических изменений, что позволяет предположить, что компоненты фракции обладают выраженной гепатопротекторной активностью и могут поддерживать структурную целостность мембраны печеночных клеток [80].

Заключение

В настоящем обзоре обобщены данные о компонентном составе и фармакологической активности голопаразитов рода *Orobancha* L. Фитохимический анализ позволил установить наличие фенилпропаноидных гликозидов, фенолов, танинов, флавоноидов, лигнанов, стероидов, алкалоида – оробанона и др. Биологическая активность экстрактов, фракций и некоторых индивидуальных соединений растений данного рода разнообразна и среди них основными являются антиоксидантная, антимикробная, противоопухолевая, анальгетическая. В связи с этим необходимо дальнейшее углубленное изучение растений данного рода.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Пятигорского медико-фармацевтического института. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Траутвайн С.А. Эколого-географический анализ и территориальное распространение растений-паразитов в Предкавказье // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2024. Т. 18, №1. С. 111–116. <https://doi.org/10.31161/1995-0675-2023-18-1-111-116>.
2. Цвелёв Н.Н., Терёхин Э.С. Семейство заразиховые (*Orobanchaceae*) // Жизнь растений. В 6-ти т. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения / под ред. А.Л. Тахтаджяна. М., 1981. С. 432–436.
3. Остапенко В.А. Явление паразитизма как экологическая адаптация: учебное пособие. М., 2020. 85 с.
4. Genovese C., D'Angeli F., Attanasio F., Caserta G., Scarpaci K.S., Nicolosi D. Phytochemical composition and biological activities of *Orobancha crenata* Forssk.: a review // Nat. Prod. Res. 2021. Vol. 35, no. 22. Pp. 4579–4595. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1739042>.
5. Delavault P. Knowing the parasite: Biology and genetics of *Orobancha* // Helia. 2015. Vol. 38, no. 62. Pp. 15–29. <https://doi.org/10.1515/helia-2014-0030>.

6. Mutuku J.M., Cui S., Yoshida S., Shirasu K. *Orobanchaceae* parasite-host interactions // New Phytol. 2021. Vol. 230, no. 1. Pp. 46–59. <https://doi.org/10.1111/nph.17083>.
7. Zwanenburg B., Blanco-Ania D. Strigolactones: new plant hormones in the spotlight // J. Exp. Bot. 2018. Vol. 69, no. 9. Pp. 2205–2218. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx487>.
8. Halouzka R., Zeljković S.Ć., Klejdus B., Tarkowski P. Analytical methods in strigolactone research // Plant Methods. 2020. Vol. 16. 76. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00616-2>.
9. Ito S. Recent advances in the regulation of root parasitic weed damage by strigolactone-related chemicals // Biosci Biotechnol Biochem. 2023. Vol. 87, no. 3. Pp. 247–255. <https://doi.org/10.1093/bbb/zbac208>.
10. Xie X., Yoneyama K., Yoneyama K. The strigolactone story // Ann. Rev. Phytopatol. 2010. Vol. 48. Pp. 93–117.
11. Kohlen W., Charnikhova T., Liu Q., Bours R., Domagalska M.A., Beguerie S., Verstappen F., Leyser O., Bouwmeester H., Ruyter-Spira C. Strigolactones are transported through the xylem and play a key role in shoot architectural response to phosphate deficiency in nonarbuscular mycorrhizal host Arabidopsis // Plant Physiol. 2011. Vol. 155, no. 2. Pp. 974–987. <https://doi.org/10.1104/pp.110.164640>.
12. Xie X. Structural diversity of strigolactones and their distribution in the plant kingdom // Pest Sci. 2016. Vol. 41, no. 4. Pp. 175–180. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J16-02>.
13. Thorogood C.J., Rumsey F.J., Hiscock S.J. Host-specific races in the holoparasitic angiosperm *Orobanche minor*: implications for speciation in parasitic plants // Ann. Bot. 2009. Vol. 103, no. 7. Pp. 1005–1014. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp034>.
14. Козачков А.М., Невидомская Д.Г. Изучение рас заразики на гибридах подсолнечника // Защита и карантин растений. 2008. С. 60.
15. Miladinović D., Jocić S., Dedić B., Cvejić S., Dimitrijević A., Imerovski I., Malidža G. Current situation of sunflower broomrape in Serbia // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower. Córdoba, Spain, 2014. Pp. 33–38.
16. Pacureanu-Joita M. Current situation of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Romania // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower. Córdoba, Spain, 2014. Pp. 39–43.
17. Wang X.Q., Huang H., Li C.F., Li M.H. Pharmacophylogenetic study of genus *Orobanche*, *Cistanche* and *Boschniakia* // Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2018. Vol. 43, no. 23. Pp. 4608–4621. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.20180912.002>.
18. Scharenberg F., Zidorn C. Genuine and Sequestered Natural Products from the Genus *Orobanche* (*Orobanchaceae*, Lamiales) // Molecules. 2018. Vol. 23, no. 11. 2821. <https://doi.org/10.3390/molecules23112821>.
19. Roudbaraki S.J., Nori-Shargh D. The volatile constituent analysis of *Orobanche alba* Stephan from Iran // Curr. Anal. Chem. 2016. Vol. 12, no. 999. Pp. 496–499. <https://doi.org/10.2174/1573411011666150928193113>.
20. Fruchier A., Rascol J.-P., Andary C., Privat G. A tropone derivative from *Orobanche rapum-genistae* // Phytochemistry. 1981. Vol. 20. Pp. 777–779. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85173-4](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85173-4).
21. Gao L., Peng X.-M., Huo S.-X., Liu X.-M., Yan M. Memory enhancement of acteoside (verbascoside) in a senescent mice model induced by a combination of D-gal and AlCl₃ // Phytother. Res. 2015. Vol. 29. Pp. 1131–1136. <https://doi.org/10.1002/ptr.5358>.
22. Serafini M., Di Fabio A., Foddai S., Ballero M., Poli F. The occurrence of phenylpropanoid glycosides in Italian *Orobanche* spp. // Biochem. Syst. Ecol. 1995. Vol. 23. Pp. 855–858.
23. Pieretti S., Di Giannuario A., Capasso A., Nicoletti M. Pharmacological effects of phenylpropanoid glycosides from *Orobanche hederæ* // Phytother. Res. 1992. Vol. 6. Pp. 89–93.
24. Andary C., Rascol J.P., Privat G. Two new ecotypes of *Orobanche rapum-genistae* Thuill. // Trav. Soc. Pharm. Montp. 1980. Vol. 40. Pp. 293–295.
25. Zhao J., Yan M., Huang Y., Liu T., Zhao Y. Study on water soluble constituents of *Orobanche coerulescens* // Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa. 2009. Vol. 21. Pp. 619–621.
26. Yang M.-Z., Wang X.-Q., Li C. Chemical constituents from *Orobanche cernua* // Zhongcaoyao. 2014. Vol. 45(17). Pp. 2447–2452. <https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2014.17.005>.
27. Shao H.-X., Yang J.-Y., Ju A.-H. Studies on chemical constituents of Mongolian medicine *Orobanche coerulescens* // Zhonghua Zhongyiyao Zazhi. 2011. Vol. 26. Pp. 129–131.
28. Zhao J., Liu T., Ma L., Yan M., Zhao Y., Gu Z., Huang Y. Protective effect of acteoside on immunological liver injury induced by Bacillus Calmette-Guerin plus lipopolysaccharide // Planta Med. 2009. Vol. 75, no. 14. Pp. 1463–1469. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1185796>.
29. Murayama T., Yanagisawa Y., Kasahara A., Onodera K.-I., Kurimoto M., Ikeda M. A novel phenylethanoid, isocrenatoside isolated from the whole plant of *Orobanche coerulescens* // J. Nat. Med. 1998. Vol. 52. Pp. 455–458.
30. Lin L.-C., Chiou W.-F., Chou C.-J. Phenylpropanoid glycosides from *Orobanche caerulescens* // Planta Med. 2004. Vol. 70, no. 1. Pp. 50–53. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815455>.
31. Afifi M.S., Lahloub M.F., El-Khayaat S.A., Anklin C.G., Rüegger H., Sticher O. Crenatoside: A novel phenylpropanoid glycoside from *Orobanche crenata* // Planta Med. 1993. Vol. 59. Pp. 359–362. <https://doi.org/10.1055/S-2006-959701>.
32. Gatto M.A., Sergio L., Ippolito A., Di Venere D. Phenolic extracts from wild edible plants to control postharvest diseases of sweet cherry fruit // Postharvest Biol. Technol. 2016. Vol. 120. Pp. 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.06.01>.

33. Kurisu M., Miyamae Y., Murakami K., Han J., Isoda H., Irie K., Shigemori H. Inhibition of amyloid β aggregation by acteoside, a phenylethanoid glycoside // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2013. Vol. 77. Pp. 1329–1332.
34. Li C.F., Wen A.-P., Wang X.Q., Han G.Q. HPLC simultaneous determination of three phenylethanoid glycosides in *Orobancha pycnostachya* // *Yaowu Fenxi Zazhi.* 2016. Vol. 36. Pp. 291–295.
35. Qu Z.Y., Zhang Y.-W., Yao C.-L., Jin Y.P., Zheng P.H., Sun C.H., Liu, J.X., Wang Y.S., Wang Y.P. Chemical constituents from *Orobancha cernua* Loeffling // *Biochem. Syst. Ecol.* 2015. Vol. 60. Pp. 199–203.
36. Lin L.C., Wang Y.H., Hou Y.C., Chang S., Liou K.T., Chou Y.C., Wang W.Y., She Y.C. The inhibitory effect of phenylpropanoid glycosides and iridoid glucosides on free radical production and beta2 integrin expression in human leucocytes // *J. Pharm. Pharmacol.* 2006. Vol. 58, no. 1. Pp. 129–135. <https://doi.org/10.1211/jpp.58.1.0016>.
37. Zhang Q.R. A new phenethyl alcohol glycoside from *Orobancha coerulescens* // *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi.* 2017. Vol. 42, no. 6. Pp. 1136–1139. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.2017.0034>.
38. Wang L.-J., Yang Q., Wang F., Zhu P. A new phenethyl alcohol glycoside from *Orobancha coerulescens* // *Zhong-caoyao.* 2016. Vol. 47. Pp. 1269–1271. <https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2016.08.003>.
39. Dini I., Iodice C., Ramundo E. Phenolic metabolites from *Orobancha speciosa* // *Planta Med.* 1995. Vol. 61, no. 4. Pp. 389–390.
40. Куркин В.А., Варина Н.Р., Авдеева Е.В., Рузаева И.В. Фенилпропаноиды как класс природных биологически активных соединений – органопротекторов // *Фармация и фармакология.* 2023. Т. 11, №5. С. 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>.
41. Ferreira S.S., Antunes M.S. Re-engineering plant phenylpropanoid metabolism with the aid of synthetic biosensors // *Front Plant Sci.* 2021. Vol. 12. 701385. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.701385>.
42. Yang C., Jiang H., Mao H., Zhang Y., Cao Y., Zhang Y., Dong X., Tao L. Phenylpropanoids from *Strophoblachia fimbriatylx* and their chemotaxonomical significance // *Biochemical Systematics and Ecology.* 2023. Vol. 110. 104705. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2023.104705>.
43. Markulin L., Corbin C., Renouard S., Drouet S., Gutierrez L., Mateljak I., Auguin D., Hano C., Fuss E., Lainé E. Pinorensinol-lariciresinol reductases, key to the lignan synthesis in plants // *Planta.* 2019. Vol. 249. Pp. 1695–1714. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03137-y>.
44. Hano C.F., Dinkova-Kostova A.T., Davin L.B., Cort J.R., Lewis N.G. Editorial: Lignans: Insights Into Their Biosynthesis, Metabolic Engineering, Analytical Methods and Health Benefits // *Front. Plant Sci.* 2021. Vol. 11. Pp. 4–6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.630327>.
45. Rohmer M., Ourisson G., Benveniste P., Bimpson T. Sterol biosynthesis in heterotrophic plant parasites // *Phytochemistry.* 1975. Vol. 14. Pp. 727–730.
46. Федотова В.В. Растительные стеролы и станола, снижающие уровень холестерина липопротеинов низкой плотности // *Человек и его здоровье.* 2022. Т. 25, №2. Pp. 97–104. <https://doi.org/10.21626/Vestnik/2022-2/10>.
47. Buta G., Flippen J.L., Lusby W.R. Harringtonolide, a Plant Growth Inhibitory Tropone from *Cephalotaxus harringtonia* (Forbes) K. Koch // *J. Org. Chem.* 1978. Vol. 43. Pp. 1002–1003.
48. Shi R., Zhang C., Gong X., Yang M., Ji M., Jiang L., Leonti M., Yao R., Li M. The genus *Orobancha* as food and medicine: An ethnopharmacological review // *J. Ethnopharmacol.* 2020. Vol. 263, no. 5. 113154. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113154>.
49. Baccarini A., Melandri B.A. Studies on *Orobancha hederæ* physiology: Pigments and CO₂ fixation // *Physiol. Plant.* 1967. Vol. 20, no. 1. Pp. 245–250.
50. Dzhumyrko S.F., Sergeeva N.V. Carotenoid pigments from *Orobancha owerinii* // *Chem. Nat. Compd.* 1985. Vol. 21. Pp. 712–713.
51. Nada S.A., El-Chaghaby G.A. Nutritional evaluation, phytoconstituents analysis and biological activity of the parasitic plant *Orobancha crenata* // *J. Chem. Biol. Phys. Sci. A.* 2015. Vol. 5, no. 1. Pp. 171–180.
52. Renna M., Signore A., Paradiso V.M., Santamaria P. Faba greens, globe artichoke's offshoots, crenate broomrape and summer squash greens: unconventional vegetables of Puglia (Southern Italy) with good quality traits // *Front Plant Sci.* 2018. Vol. 9. 378. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00378>.
53. Genovese C., Acquaviva R., Ronsisvalle S., Tempera G., Antonio Malfa G., D'Angeli F., Ragusa S., Nicolosi D. *In vitro* evaluation of biological activities of *Orobancha crenata* Forssk. leaves extract // *Nat. Prod. Res.* 2020. Vol. 34, no. 22. Pp. 3234–3238. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1552697>.
54. Hegazy M.G., Imam A.M., Abdelghany B.E. Evaluation of cytotoxic and anticancer effect of *Orobancha crenata* methanolic extract on cancer cell lines // *Tumour Biol.* 2020. Vol. 42, no. 5. 1010428320918685. <https://doi.org/10.1177/1010428320918685>.
55. Genovese C., Garozzo A., D'Angeli F., Malfa G.A., Bellia F., Tomasello B., Nicolosi D., Malaguarnera R., Ronsisvalle S., Guadagni F., Acquaviva R. *Orobancha crenata* Forssk. Extract Affects Human Breast Cancer Cell MCF-7 Survival and Viral Replication // *Cells.* 2022. Vol. 11, no. 10. 1696. <https://doi.org/10.3390/cells11101696>.
56. Gao W., Wang Y.S., Qu Z.Y., Hwang E., Ngo H.T.T., Wang Y.P., Bae J., Yi T.H. *Orobancha cernua* Loeffling Attenuates Ultraviolet B-mediated Photoaging in Human Dermal Fibroblasts // *Photochem Photobiol.* 2018. Vol. 94, no. 4. Pp. 733–743. <https://doi.org/10.1111/php.12908>.
57. Chiou W.F., Lin L.C., Chen C.F. Acteoside protects endothelial cells against free radical-induced oxidative stress // *J. Pharm. Pharmacol.* 2004. Vol. 56. Pp. 743–748.
58. Lee J.Y., Woo E.R., Kang K.W. Inhibition of lipopolysaccharide-inducible nitric oxide synthase expression by acteoside through blocking of AP-1 activation // *J. Ethnopharmacol.* 2005. Vol. 97. Pp. 561–566.

59. Rao Y.K., Lien H.M., Lin Y.H., Hsu Y.M., Yeh C.T., Chen C.C., Lai C.H., Tzeng Y.M. Antibacterial activities of *Anisomeles indica* constituents and their inhibition effect on *Helicobacter pylori*-induced inflammation in human gastric epithelial cells // Food Chem. 2012. Vol. 132. Pp. 780–787.
60. Xiong Q., Hase K., Tezuka Y., Tani T., Namba T., Kadota S. Hepatoprotective activity of phenylethanoids from *Cistanche deserticola* // Planta Med. 1998. Vol. 64. Pp. 120–125.
61. Lee K.W., Kim H.J., Lee Y.S., Park H.J., Choi J.W., Ha J., Lee K.T. Acteoside inhibits human promyelocytic HL-60 leukemia cell proliferation via inducing cell cycle arrest at G 0/G 1 phase and differentiation into monocyte // Carcinogenesis. 2007. Vol. 28. Pp. 1928–1936.
62. Bermejo P., Abad M.J., Díaz A.M., Fernández L., De Santos J., Sanchez S., Villaescusa L., Carrasco L., Irurzun A. Antiviral activity of seven iridoids, three saikosaponins and one phenylpropanoid glycoside extracted from *Bupleurum rigidum* and *Scrophularia scorodonia* // Planta Med. 2002. Vol. 68. Pp. 106–110.
63. Ahmad M., Rizwani G.H., Aftab K., Ahmad V.U., Gilani A.H., Ahmad S.P. Acteoside: a new antihypertensive drug // Phytother. Res. 1995. Vol. 9. Pp. 525–527.
64. Sasaki H., Nishimura H., Morota T., Chin M., Mitsunashi H., Komatsu Y., Maruyama H., Guo-rui T., Wei H., Yu-lang X. Immunosuppressive principles of *Rehmannia glutinosa* var. *hueichingensis* // Planta Med. 1989. Vol. 55. Pp. 458–462.
65. Koo K.A., Sung S.H., Park J.H., Kim S.H., Lee K.Y., Kim Y.C. *In vitro* neuroprotective activities of phenylethanoid glycosides from *Callicarpa dichotoma* // Planta Med. 2005. Vol. 71. Pp. 778–780.
66. Abbes Z., Abed N.E.L., Amr I.M., Kharrat M., Ahmed S. Ben Hadj. Antioxidant and antibacterial activities of the parasitic plants *Orobancha foetida* and *Orobancha crenata* collected on faba bean in Tunisia // J. Anim. Plant Sci. 2014. Vol. 24. Pp. 310–314.
67. Saadoun I., Hameed K.M., Al-momani F., Ababneh Q. Effect of Three *Orobancha* spp // Extracts on Some Local. 2008. Vol. 32. Pp. 113–117.
68. D'Angeli F., Guadagni F., Genovese C., Nicolosi D., Trovato Salinaro A., Spampinato M., Mannino G., Lo Furno D., Petronio Petronio G., Ronsisvalle S., Sipala F., Falzone L., Calabrese V. Anti-candidal activity of the parasitic plant *Orobancha crenata* Forssk // Antibiotics. 2021. Vol. 10, no. 11. 1373. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111373>.
69. Raut J.S., Shinde R.B., Chauhan N.M., Karuppaiyl S.M. Phenylpropanoids of Plant Origin as Inhibitors of Biofilm Formation by *Candida albicans* // J. Microbiol. Biotechnol. 2014. Vol. 24. Pp. 1216–1225.
70. Zore G.B., Thakre A.D., Jadhav S., Karuppaiyl S.M. Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle // Phytomed. 2011. Vol. 18. Pp. 1181–1190.
71. Acquaviva R., Malfa G.A., Genovese C., Tomasello B., D'Angeli F., La Mantia A., Tundis R., Ragusa S. Potential health promoting properties of *Orobancha crenata* Forssk. Extract // VI International Plant Science Conference (IPSC). 2019.
72. Kidachi E., Kurisu M., Miyamae Y., Hanaki M., Murakami K., Irie K., Shigemori H. Structure-activity relationship of phenylethanoid glycosides on the inhibition of amyloid aggregation // Heterocycles. 2016. Vol. 92. Pp. 1976–1982.
73. Han J., Miyamae Y., Shigemori H., Isoda H. Neuroprotective effect of 3,5-di-O-caffeoylquinic acid on SH-SY5Y cells and senescence-accelerated-prone mice 8 through the up-regulation of phosphoglycerate kinase-1 // Neuroscience. 2010. Vol. 169, no. 3. Pp. 1039–1045. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.05.049>.
74. Miyamae Y., Kurisu M., Han J., Isoda H., Shigemori H. Structure-Activity Relationship of Caffeoylquinic Acids on the Accelerating Activity on ATP Production // Chem. Pharm. Bull. 2011. Vol. 59. Pp. 502–507. <https://doi.org/10.1248/cpb.59.502>.
75. Miyamae Y., Kurisu M., Murakami K., Han J., Isoda H., Irie K., Shigemori H. Protective effects of caffeoylquinic acids on the aggregation and neurotoxicity of the 42-residue amyloid β -protein // Bioorg. Med. Chem. 2012. Vol. 20. Pp. 5844–5849. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2012.08.001>.
76. El-Shabrawy O.A., Melek F.R., Ibrahim M., Radwan A.S. Pharmacological evaluation of the glycosidated phenylpropanoids containing fraction from *Orobancha crenata* // Arch. Pharm. Res. 1989. Vol. 12. Pp. 22–25.
77. Isacchi B., Iacopi R., Bergonzi M.C., Ghelardini C., Galeotti N., Norcini M., Vivoli E., Vincieri F.F., Bilia A.R. Anti-hyperalgesic activity of verbascoside in two models of neuropathic pain // J. Pharm. Pharmacol. 2011. Vol. 63. Pp. 594–601. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2011.01264.x>.
78. Sharaf A., Youssef M. Pharmacologic investigation on *Orobancha egyptiaca* with a special study on its hypotensive action // Qual. Plant. Mater. Veg. 1971. Vol. 20. Pp. 255–269. <https://doi.org/10.1007/BF01104902>.
79. Capasso A., Pieretti S., Di Giannuario A., Nicoletti M. Pharmacological study of phenylpropanoid glycosides: Platelet aggregation and blood pressure studies in rabbits and rats // Phytother. Res. 1993. Vol. 7. Pp. 81–83.
80. Abo-Qotb S.M.S., Hassanein A.M.M., Desoukey S.Y., Wanas A.S., Tawfik H.M., Orabi M.A.A. *In vivo* anti-inflammatory and hepatoprotective activities of *Orobancha crenata* (Forssk.) aerial parts in relation to its phytochemicals // Nat. Prod. Res. 2022. Vol. 36, no. 4. Pp. 1067–1072. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1845167>.

Поступила в редакцию 22 сентября 2025 г.

После переработки 17 октября 2025 г.

Принята к публикации 20 мая 2026 г.

Adzhiakhmetova S.L. *, Pozdnyakov D.I., Oganesyan E.T. COMPOSITION AND SOME FEATURES OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF *OROBANCHE* L.

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State Medical University, ave. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357532, Russia, similla503@mail.ru

This review presents information on the distribution, chemical composition, and biological activity of plants of the genus *Orobancha* L., which includes about 200 holoparasite plants. Their component composition is mainly represented by phenylpropanoids, flavonoids, tannins, lignans, steroids, and alkaloids. The development and growth of parasitic plants are regulated by the interaction of many complex chemical reactions, in which phytohormones play a key role, namely strigolactones. The harmfulness of *Orobancha* has a significant ecological impact on the structure of the plant community, and is manifested in the depletion of the host plant and its poisoning with the products of its vital activity. Extracts, fractions and isolated individual compounds have a wide range of pharmacological activity: antioxidant, antitumor, antiviral, antifungal, antimicrobial, photoprotective, and is also characterized by inhibition of amyloid aggregation. This information indicates that plants of the genus *Orobancha* are promising for their further experimental study.

Keywords: broomrape, *Orobancha* L., holoparasites, component composition, biological activity.

For citing: Adzhiakhmetova S.L., Pozdnyakov D.I., Oganesyan E.T. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp. 36–51. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317905>.

References

1. Trautvayn S.A. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki*, 2024, vol. 18, no. 1, pp. 111–116. <https://doi.org/10.31161/1995-0675-2023-18-1-111-116>. (in Russ.).
2. Tselov N.N., Terokhin E.S. *Zhizn' rasteniy. V 6-ti t. T. 5. Ch. 2. Tsvetkovyye rasteniya* [Plant Life. In 6 volumes. Vol. 5. Part 2. Flowering plants], ed. A.L. Takhtadzhyan. Moscow, 1981, pp. 432–436. (in Russ.).
3. *Yavleniye parazitizma kak ekologicheskaya adaptatsiya: uchebnoye posobiye*. [The phenomenon of parasitism as an ecological adaptation: a textbook]. Moscow, 2020, 85 p. (in Russ.).
4. Genovese C., D'Angeli F., Attanasio F., Caserta G., Scarpaci K.S., Nicolosi D. *Nat. Prod. Res.*, 2021, vol. 35, no. 22, pp. 4579–4595. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1739042>.
5. Delavault P. *Helia*, 2015, vol. 38, no. 62, pp. 15–29. <https://doi.org/10.1515/helia-2014-0030>.
6. Mutuku J.M., Cui S., Yoshida S., Shirasu K. *New Phytol.*, 2021, vol. 230, no. 1, pp. 46–59. <https://doi.org/10.1111/nph.17083>.
7. Zwanenburg B., Blanco-Ania D. *J. Exp. Bot.*, 2018, vol. 69, no. 9, pp. 2205–2218. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx487>.
8. Halouzka R., Zeljković S.Ć., Klejdus B., Tarkowski P. *Plant Methods*, 2020, vol. 16, 76. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00616-2>.
9. Ito S. *Biosci Biotechnol Biochem.*, 2023, vol. 87, no. 3, pp. 247–255. <https://doi.org/10.1093/bbb/zbac208>.
10. Xie X., Yoneyama K., Yoneyama K. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 2010, vol. 48, pp. 93–117.
11. Kohlen W., Chamikhova T., Liu Q., Bours R., Domagalska M.A., Beguerie S., Verstappen F., Leyser O., Bouwmeester H., Ruyter-Spira C. *Plant Physiol.*, 2011, vol. 155, no. 2, pp. 974–987. <https://doi.org/10.1104/pp.110.164640>.
12. Xie X. *Pest Sci.*, 2016, vol. 41, no. 4, pp. 175–180. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J16-02>.
13. Thorogood C.J., Rumsey F.J., Hiscock S.J. *Ann. Bot.*, 2009, vol. 103, no. 7, pp. 1005–1014. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp034>.
14. Kozachkov A.M., Nevidomskaya D.G. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2008, p. 60. (in Russ.).
15. Miladinović D., Jocić S., Dedić B., Cvejić S., Dimitrijević A., Imerovski I., Malidha G. *Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobancha spp.) in Sunflower*. Córdoba, Spain, 2014, pp. 33–38.
16. Pacureanu-Joita M. *Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobancha spp.) in Sunflower*. Córdoba, Spain, 2014, pp. 39–43.
17. Wang X.Q., Huang H., Li C.F., Li M.H. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 2018, vol. 43, no. 23, pp. 4608–4621. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.20180912.002>.
18. Scharenberg F., Zidorn C. *Molecules*, 2018, vol. 23, no. 11, 2821. <https://doi.org/10.3390/molecules23112821>.
19. Roudbaraki S.J., Nori-Shargh D. *Curr. Anal. Chem.*, 2016, vol. 12, no. 999, pp. 496–499. <https://doi.org/10.2174/1573411011666150928193113>.
20. Fruchier A., Rascol J.-P., Andary C., Privat G. *Phytochemistry*, 1981, vol. 20, pp. 777–779. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85173-4](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85173-4).
21. Gao L., Peng X.-M., Huo S.-X., Liu X.-M., Yan M. *Phytother. Res.*, 2015, vol. 29, pp. 1131–1136. <https://doi.org/10.1002/ptr.5358>.
22. Serafini M., Di Fabio A., Foddai S., Ballero M., Poli F. *Biochem. Syst. Ecol.*, 1995, vol. 23, pp. 855–858.
23. Pieretti S., Di Giannuario A., Capasso A., Nicoletti M. *Phytother. Res.*, 1992, vol. 6, pp. 89–93.
24. Andary C., Rascol J.P., Privat G. *Trav. Soc. Pharm. Montp.*, 1980, vol. 40, pp. 293–295.
25. Zhao J., Yan M., Huang Y., Liu T., Zhao Y. *Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa*, 2009, vol. 21, pp. 619–621.
26. Yang M.-Z., Wang X.-Q., Li C. *Zhongcaoyao*, 2014, vol. 45(17), pp. 2447–2452. <https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2014.17.005>.
27. Shao H.-X., Yang J.-Y., Ju A.-H. *Zhonghua Zhongyiyao Zazhi*, 2011, vol. 26, pp. 129–131.

* Corresponding author.

28. Zhao J., Liu T., Ma L., Yan M., Zhao Y., Gu Z., Huang Y. *Planta Med.*, 2009, vol. 75, no. 14, pp. 1463–1469. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1185796>.
29. Murayama T., Yanagisawa Y., Kasahara A., Onodera K.-I., Kurimoto M., Ikeda M. *J. Nat. Med.*, 1998, vol. 52, pp. 455–458.
30. Lin L.-C., Chiou W.-F., Chou C.-J. *Planta Med.*, 2004, vol. 70, no. 1, pp. 50–53. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815455>.
31. Afifi M.S., Lahloub M.F., El-Khayaat S.A., Anklin C.G., Rüegger H., Sticher O. *Planta Med.*, 1993, vol. 59, pp. 359–362. <https://doi.org/10.1055/S-2006-959701>.
32. Gatto M.A., Sergio L., Ippolito A., Di Venere D. *Postharvest Biol. Technol.*, 2016, vol. 120, pp. 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.06.01>.
33. Kurisu M., Miyamae Y., Murakami K., Han J., Isoda H., Irie K., Shigemori H. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2013, vol. 77, pp. 1329–1332.
34. Li C.F., Wen A.-P., Wang X.Q., Han G.Q. *Yaowu Fenxi Zazhi*, 2016, vol. 36, pp. 291–295.
35. Qu Z.Y., Zhang Y.-W., Yao C.-L., Jin Y.P., Zheng P.H., Sun C.H., Liu, J.X., Wang Y.S., Wang Y.P. *Biochem. Syst. Ecol.*, 2015, vol. 60, pp. 199–203.
36. Lin L.C., Wang Y.H., Hou Y.C., Chang S., Liou K.T., Chou Y.C., Wang W.Y., She Y.C. *J. Pharm. Pharmacol.*, 2006, vol. 58, no. 1, pp. 129–135. <https://doi.org/10.1211/jpp.58.1.0016>.
37. Zhang Q.R. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 2017, vol. 42, no. 6, pp. 1136–1139. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcmm.2017.0034>.
38. Wang L.-J., Yang Q., Wang F., Zhu P. *Zhongcaoyao*, 2016, vol. 47, pp. 1269–1271. <https://doi.org/10.7501/j.issn.0253-2670.2016.08.003>.
39. Dini I., Iodice C., Ramundo E. *Planta Med.*, 1995, vol. 61, no. 4, pp. 389–390.
40. Kurkin V.A., Varina N.R., Avdeyeva Ye.V., Ruzayeva I.V. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2023, vol. 11, no. 5, pp. 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>. (in Russ.).
41. Ferreira S.S., Antunes M.S. *Front Plant Sci.*, 2021, vol. 12, 701385. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.701385>.
42. Yang C., Jiang H., Mao H., Zhang Y., Cao Y., Zhang Y., Dong X., Tao L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2023, vol. 110, 104705. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2023.104705>.
43. Markulin L., Corbin C., Renouard S., Drouet S., Gutierrez L., Mateljak I., Auguin D., Hano C., Fuss E., Lainé E. *Planta*, 2019, vol. 249, pp. 1695–1714. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03137-y>.
44. Hano C.F., Dinkova-Kostova A.T., Davin L.B., Cort J.R., Lewis N.G. *Front. Plant Sci.*, 2021, vol. 11, pp. 4–6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.630327>.
45. Rohmer M., Ourisson G., Benveniste P., Bimpson T. *Phytochemistry*, 1975, vol. 14, pp. 727–730.
46. Fedotova V.V. *Chelovek i yego zdorov'ye*, 2022, vol. 25, no. 2, pp. 97–104. <https://doi.org/10.21626/Vestnik/2022-2/10>. (in Russ.).
47. Buta G., Flippen J.L., Lusby W.R. *J. Org. Chem.*, 1978, vol. 43, pp. 1002–1003.
48. Shi R., Zhang C., Gong X., Yang M., Ji M., Jiang L., Leonti M., Yao R., Li M. *J. Ethnopharmacol.*, 2020, vol. 263, no. 5, 113154. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113154>.
49. Baccarini A., Melandri B.A. *Physiol. Plant*, 1967, vol. 20, no. 1, pp. 245–250.
50. Dzhumyrko S.F., Sergeeva N.V. *Chem. Nat. Compd.*, 1985, vol. 21, pp. 712–713.
51. Nada S.A., El-Chaghaby G.A. *J. Chem. Biol. Phys. Sci. A*, 2015, vol. 5, no. 1, pp. 171–180.
52. Renna M., Signore A., Paradiso V.M., Santamaria P. *Front Plant Sci.*, 2018, vol. 9, 378. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00378>.
53. Genovese C., Acquaviva R., Ronsisvalle S., Tempera G., Antonio Malfa G., D'Angeli F., Ragusa S., Nicolosi D. *Nat. Prod. Res.*, 2020, vol. 34, no. 22, pp. 3234–3238. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1552697>.
54. Hegazy M.G., Imam A.M., Abdelghany B.E. *Tumour Biol.*, 2020, vol. 42, no. 5, 1010428320918685. <https://doi.org/10.1177/1010428320918685>.
55. Genovese C., Garozzo A., D'Angeli F., Malfa G.A., Bellia F., Tomasello B., Nicolosi D., Malaguarnera R., Ronsisvalle S., Guadagni F., Acquaviva R. *Cells*, 2022, vol. 11, no. 10, 1696. <https://doi.org/10.3390/cells11101696>.
56. Gao W., Wang Y.S., Qu Z.Y., Hwang E., Ngo H.T.T., Wang Y.P., Bae J., Yi T.H. *Photochem Photobiol.*, 2018, vol. 94, no. 4, pp. 733–743. <https://doi.org/10.1111/php.12908>.
57. Chiou W.F., Lin L.C., Chen C.F. *J. Pharm. Pharmacol.*, 2004, vol. 56, pp. 743–748.
58. Lee J.Y., Woo E.R., Kang K.W. *J. Ethnopharmacol.*, 2005, vol. 97, pp. 561–566.
59. Rao Y.K., Lien H.M., Lin Y.H., Hsu Y.M., Yeh C.T., Chen C.C., Lai C.H., Tzeng Y.M. *Food Chem.*, 2012, vol. 132, pp. 780–787.
60. Xiong Q., Hase K., Tezuka Y., Tani T., Namba T., Kadota S. *Planta Med.*, 1998, vol. 64, pp. 120–125.
61. Lee K.W., Kim H.J., Lee Y.S., Park H.J., Choi J.W., Ha J., Lee K.T. *Carcinogenesis*, 2007, vol. 28, pp. 1928–1936.
62. Bermejo P., Abad M.J., Díaz A.M., Fernández L., De Santos J., Sanchez S., Villaescusa L., Carrasco L., Irurzun A. *Planta Med.*, 2002, vol. 68, pp. 106–110.
63. Ahmad M., Rizwani G.H., Aftab K., Ahmad V.U., Gilani A.H., Ahmad S.P. *Phytother. Res.*, 1995, vol. 9, pp. 525–527.
64. Sasaki H., Nishimura H., Morota T., Chin M., Mitsushashi H., Komatsu Y., Maruyama H., Guo-rui T., Wei H., Yu-lang X. *Planta Med.*, 1989, vol. 55, pp. 458–462.
65. Koo K.A., Sung S.H., Park J.H., Kim S.H., Lee K.Y., Kim Y.C. *Planta Med.*, 2005, vol. 71, pp. 778–780.
66. Abbes Z., Abed N.E.L., Amr I.M., Kharrat M., Ahmed S. Ben Hadj. *J. Anim. Plant Sci.*, 2014, vol. 24, pp. 310–314.

67. Saadoun I., Hameed K.M., Al-momani F., Ababneh Q. *Extracts on Some Local*, 2008, vol. 32, pp. 113–117.
68. D'Angeli F., Guadagni F., Genovese C., Nicolosi D., Trovato Salinaro A., Spampinato M., Mannino G., Lo Furno D., Petronio Petronio G., Ronsisvalle S., Sipala F., Falzone L., Calabrese V. *Antibiotics*, 2021, vol. 10, no. 11, 1373. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111373>.
69. Raut J.S., Shinde R.B., Chauhan N.M., Karuppayil S.M. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 2014, vol. 24, pp. 1216–1225.
70. Zore G.B., Thakre A.D., Jadhav S., Karuppayil S.M. *Phytomed.*, 2011, vol. 18, pp. 1181–1190.
71. Acquaviva R., Malfa G.A., Genovese C., Tomasello B., D'Angeli F., La Mantia A., Tundis R., Ragusa S. *VI International Plant Science Conference (IPSC)*, 2019.
72. Kidachi E., Kurisu M., Miyamae Y., Hanaki M., Murakami K., Irie K., Shigemori H. *Heterocycles*, 2016, vol. 92, pp. 1976–1982.
73. Han J., Miyamae Y., Shigemori H., Isoda H. *Neuroscience*, 2010, vol. 169, no. 3, pp. 1039–1045. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.05.049>.
74. Miyamae Y., Kurisu M., Han J., Isoda H., Shigemori H. *Chem. Pharm. Bull.*, 2011, vol. 59, pp. 502–507. <https://doi.org/10.1248/cpb.59.502>.
75. Miyamae Y., Kurisu M., Murakami K., Han J., Isoda H., Irie K., Shigemori H. *Bioorg. Med. Chem.*, 2012, vol. 20, pp. 5844–5849. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2012.08.001>.
76. El-Shabrawy O.A., Melek F.R., Ibrahim M., Radwan A.S. *Arch. Pharm. Res.*, 1989, vol. 12, pp. 22–25.
77. Isacchi B., Iacopi R., Bergonzi M.C., Ghelardini C., Galeotti N., Norcini M., Vivoli E., Vincieri F.F., Bilia A.R. *J. Pharm. Pharmacol.*, 2011, vol. 63, pp. 594–601. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.2011.01264.x>.
78. Sharaf A., Youssef M. *Qual. Plant. Mater. Veg.*, 1971, vol. 20, pp. 255–269. <https://doi.org/10.1007/BF01104902>.
79. Capasso A., Pieretti S., Di Giannuario A., Nicoletti M. *Phytother. Res.*, 1993, vol. 7, pp. 81–83.
80. Abo-Qotb S.M.S., Hassanein A.M.M., Desoukey S.Y., Wanas A.S., Tawfik H.M., Orabi M.A.A. *Nat. Prod. Res.*, 2022, vol. 36, no. 4, pp. 1067–1072. <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1845167>.

Received September 22, 2025

Revised October 17, 2025

Accepted May 20, 2026

Сведения об авторах

Аджирахметова Сими́лла Леонтьевна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры органической химии, similla503@mail.ru

Поздняков Дми́трий Игоре́вич – кандидат фармацевтических наук, доцент, заведующий кафедрой фармакологии с курсом клинической фармакологии, pozdniackow.dmitry@yandex.ru

Оганесян Эдуа́рд Тони́кович – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии, edwardov@mail.ru

Information about authors

Adzhiakhmetova Similla Leontyevna – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry, similla503@mail.ru

Pozdnyakov Dmitry Igorevich – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology with a Course in Clinical Pharmacology, pozdniackow.dmitry@yandex.ru

Oganesyan Eduard Tonikovich – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Organic Chemistry, edwardov@mail.ru