

УДК 582.665.11:577.13(571.1/5)

## Род *Bistorta* Scop. (Polygonaceae): химический состав и биологическая активность

М. С. ВОРОНКОВА, Г. И. ВЫСОЧИНА

Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН,  
ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск 630090 (Россия)

E-mail: bmc\_87@mail.ru

(Поступила 21.03.14; после доработки 11.04.14)

### Аннотация

Выполнен обзор сведений по химическому составу и биологической активности видов рода *Bistorta* Scop. мировой флоры. Показано, что виды рода *Bistorta* представляют интерес в качестве источника сырья, содержащего ценные биологически активные вещества – фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды, тритерпеноиды, стероиды.

**Ключевые слова:** *Bistorta* Scop., фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды, тритерпеноиды, стероиды, биологическая активность

### ВВЕДЕНИЕ

Род *Bistorta* Scop. (змеевик) представлен многолетними луговыми и лугово-болотными растениями с толстым змеевидно-изогнутым корневищем. Включает около 50 видов в странах Северного полушария, преимущественно в горных районах [1]. На территории России и сопредельных государств произрастает 12 видов рода *Bistorta*, в Сибири – 6, из них два вида — *Bistorta officinalis* Delarbre и *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre – широко распространены в Северном полушарии [2, 3]. Используются в качестве декоративных, пищевых, кормовых и медоносных растений [4].

Цель настоящей работы – обзор опубликованных материалов по составу и биологической активности вторичных метаболитов видов рода *Bistorta* Scop. мировой флоры.

### КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *BISTORTA OFFICINALIS*

Химический состав видов этого рода изучен слабо, при этом большая часть исследо-

ваний посвящена двум указанным видам. Опубликован краткий обзор по фитохимии и фармакологии *Polygonum bistorta* L. [5].

Научная медицина признает единственный вид рода – *B. officinalis* Delabre (= *Bistorta major* S.F. Gray, *Polygonum bistorta* L.), змеевик лекарственный, змеевик большой, раковые шейки, горец змеиный. Это многолетнее травянистое растение с колосовидным соцветием высотой до 100 см. Околоцветник бледно- или ярко-розовый. Нижние листья продолговато-яйцевидные или широколанцетные, при основании низбегающие на черешок, к верхушке заостренные. Корневище толстое, деревянистое, изогнутое. *B. officinalis* – типично мезофильное растение. Встречается на лесных, заливных и водораздельных лугах, лесных опушках и кустарниковых зарослях, поднимается в субальпийский пояс. Имеет обширный ареал, охватывающий почти всю территорию Евразии [6].

Корневища *B. officinalis* применяют как вяжущее средство при расстройствах кишечника, воспалении слизистых оболочек, дизентерии. Это хороший заменитель корня тро-

пической ратании [7]. Из подземной части растений получен танинсодержащий препарат “Бистальбин” [8]. Наиболее полно изучена именно подземная часть растений. Содержание дубильных (гидролизуемых) веществ в корневищах варьирует от 8.3 до 36.0 % [9]. Катехины корневищ представлены (+)-катехином, (-)-катехином, (-)-эпикатехином, 7-О-β-D-глюкопиранозидом (+)-катехина, 5-О-β-D-глюкопиранозидом (+)-катехина, 5-О-β-D-глюкопиранозидом (-)-эпикатехина [10–12]. Из 10 кг высушенных корней *P. bistorta* выделено 15 мг фенилпропаноидзамещенного катехина, его структура доказана ЯМР-спектроскопией [13].

В литературе приводятся данные о составе и содержании фенолкарбоновых кислот и их производных в различных частях *P. bistorta*. В корневище содержатся кофейная, протокатеховая, галловая, эллаговая, 2,6-дигидроксibenзойная, 3,4-дигидроксibenзойная, хлорогеновая кислоты, 6-галлоилглюкоза и 3,6-дигаллоилглюкоза, в листьях – протокатеховая, кофейная, хлорогеновая и синаповая кислоты; для растения в целом указаны кофейная и феруловая кислоты [11, 12, 14–20]. В хлороформном экстракте *P. bistorta* и растений некоторых других видов рода *Polygonum* L. хромато-масс-спектрометрическим методом обнаружены кислоты: 4-гидроксibenзойная, 4-гидрокси-3-метоксibenзойная, 4-гидрокси-3-метоксикоричная, 4-гидроксикоричная, 3,4-дигидроксикоричная – и их метиловые эфиры [17]. По данным [18], в надземной части *P. bistorta* содержится 53.3 мкг/г кислот, в корневище – 14.1 мкг/г; преобладает феруловая кислота (21.0 мкг/г). Из органических кислот найдена янтарная кислота [21].

Новое родственное танину соединение под названием бистортазид А (4-О-β-D-(6'-О-3''-

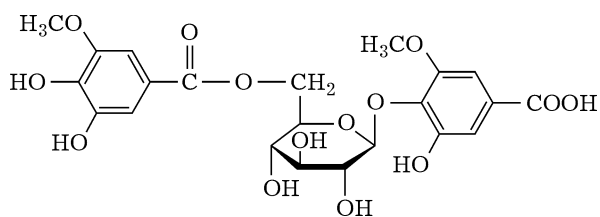


Рис. 1. Бистортазид А – 4-О-β-D-(6'-О-3''-метил-галлоил)-глюкопиранозид-3-метилгалловая кислота.

метилгаллоил)-глюкопиранозид-3-метилгалловая кислота) и известное соединение 3-О-β-D-глюкопиранозид кверцетина выделены из корневищ *Polygonum bistorta* L. [22] (рис. 1).

Автор [23] идентифицировала в корневище *P. bistorta* флавоноловые гликозиды: рутин, гиперин, изокверцитрин, 7-О-глюкозид лютеолина, 8-С-глюкозид лютеолина (ориентин) и 6-С-глюкозид апигенина (изовитексин). Из корневищ китайских растений этого вида выделены два ранее неизвестных флавонола – 2,3',4',4,6-пентагидрооксифлавонол и 2,5',6-тригидрокси-4,2'-диметоксифлавонол, которые обладают коагулянтным действием. Благодаря этому подземную часть растений можно использовать в медицине и фармации как нетоксичный природный источник коагулянтов [24].

Кроме того, в корневище обнаружены тритерпеноиды циклоартанового типа: 24(E)-этилиденциклоартанон и 24(E)-этилиденциклоартан-3-α-ол – и ранее известные циклоартан-3,2,4-дион, 24-метиленциклоартанон, фриделин, 3-β-фриделинол, фриделанол, а также стероиды 5-глютинен-3-он, γ-ситостерин, β-ситостерин и стигмаст-5-ен-3-он. Фриделин и стигмаст-5-ен-3-он идентифицированы для *P. bistorta* впервые [25, 26]. Из подземных органов выделены семь соединений, включая тритерпеноиды, кумарин и стероид [27], а также перстильбен (3,5-метокси-2-гидрокси-E-стильбен) [28].

Кумарины найдены в подземных органах и в надземной части растений: умбеллиферон во всех органах, скополетин – только в корневище [29–31].

Флавоноиды – одна из основных групп веществ комплекса фенольных соединений надземной части *P. bistorta*. Представлены они преимущественно флавонолами. В период массового цветения отмечается пик накопления флавонолов, при этом их содержание варьирует в пределах 1.1–5.6 % (в цветках) и 0.7–5.1 % (в листьях). Растения, произрастающие в Горном Алтае в условиях повышенной инсоляции на высоте 1500–2000 м над уровнем моря и выше, содержат флавоноиды в большем количестве, нежели растения луговых сообществ равнинной местности [32]. По данным авторов [29], содержание флавоноидов в листьях *P. bistorta* в период начала плодообразования растений составляет 7.8 %, в

стеблях – 6.5 %, в соцветиях – 14.1 % (на массу абсолютно сухого сырья)

В состав агликонов входят флавонолы кверцетин и кемпферол [33, 34]. Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) установлено, что эти флавонолы содержатся и в гидролизатах водно-спиртовых экстрактов из надземной части, причем основным агликоном является кверцетин [32]. Автор [35], помимо этих компонентов, обнаружила в надземной части *P. bistorta* свободные агликоны: таксифолин, лютеолин, кверцетин-3-метиловый эфир и рамнетин. В работе [35] отмечают, что среди агликонов преобладает кверцетин.

Из десяти гликозидов *B. officinalis*, выявленных хроматографией на бумаге, выделены кверцимеритрин, авикулярин и 5-О-β-D-глюкопиранозид кверцетина [16, 21, 34]. В работе [23] методами ВЭЖХ идентифицированы в надземной части семь флавонолгликозидов: рутин, гиперин, кверцитрин, изокверцитрин, миквелианин (3-О-β-глюкуронид кверцетина), спиреозид (1'-О-β-глюкозид кверцетина) и астрагалин. В цветках обнаружены антоцианы: цианидин, дельфинидин и неизвестный антоцианидин [36, 37].

Содержание дубильных веществ в листьях растений варьирует от 5.0 до 17.5 % [9].

Из корневищ *P. bistorta* препаративной ВЭЖХ выделены и идентифицированы соединения, обладающие противоопухолевой активностью, в том числе фенольные: галловая, протокатеховая, *para*-оксibenзойная, хлорогеновая, ванилиновая, сиреневая кислоты, пирогаллол, гидрохинон, катехол, 2,6-диметоксифенол, 4-метилкатехол, а также жирные кислоты – миристиновая, пальмитиновая, линолевая [40].

В литературе описаны противовоспалительные, противоопухолевые и антибактериальные свойства корневищ *P. bistorta* [25, 38–40]. В Китае они используются в народной медицине для лечения дизентерии с кровавым поносом, диареи при остром гастроэнтерите, острой респираторной инфекции с кашлем, карбункул, ящурных язв, носового и геморроидального кровотечения, укусов ядовитой змеи и пр. [22]. В народной медицине России это растение используется как кровоостанавливающее и вяжущее средство при кровоте-

чениях, кровохарканье, расстройстве желудка, холере, дизентерии, циститах, холециститах, кольпитах, вагинитах, при воспалительных заболеваниях кожи и слизистых оболочек, цинге, а также при ожогах и укусах бешеных животных [9]. В составе биологически активных веществ с антибактериальными и противоопухолевыми свойствами отмечены галловая и хлорогеновая кислоты, катехин; содержание галловой кислоты в корневищах в среднем составляет 0.50 %, хлорогеновой кислоты – 0.86 %, катехина – 0.77 %. Сообщается о вяжущем, кровоостанавливающем, успокоительном, мочегонном и жаропонижающем действии *P. bistorta* [13]. На основании экспериментов на животных показано, что экстракт корневищ *P. bistorta* обладает мощным гепатопротекторным действием и может использоваться для защиты и лечения токсикологических повреждений печени и почек как средство нетрадиционной медицины [41, 42]. Доказано, что противовоспалительное действие корневищ *P. bistorta* обеспечивают два активных вещества – 5-глютинен-3-он и фриделанол [25]. Спиртовый экстракт корневищ проявляет интерфероподобную активность [43].

Надземная часть растений изучена в меньшей степени. Выявлены активные компоненты экстракта *P. bistorta*, обладающие противовоспалительным действием. Также установлено, что аналогичное действие оказывает сам экстракт при лечении отека лапы крысы, вызванного карагенином [16]. Фракция фенольных соединений экстракта из надземной части проявляет иммуномодулирующий эффект при антителообразовании [44]. Обнаружено, что *P. bistorta* подавляет мутагенность Trp-P-1 [26]. Хлороформная и гексановая фракции из *P. bistorta* испытаны на цитотоксическую активность на раковых клетках линий P338 (Murine lymphocytic leukaemia), HepG2 (Hepatocellular carcinoma), J82 (Bladder transitional carcinoma), HL60 (Human leukaemia), MCF7 (Human breast cancer) and LL2 (Lewis lung carcinoma). Некоторые фракции показали среднюю и очень высокую активность [45]. Отмечено, что горец змеиный может быть использован для профилактики и терапии интоксикаций, вызванных кумуляцией катионов стронция [46].

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *BISTORTA VIVIPARA*

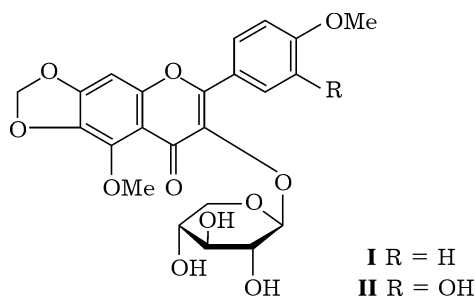
Второй вид рода *Bistorta*, широко распространенный в Северном полушарии, – *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre (= *Polygonum viviparum* L.), змеевик живородящий, горец живородящий. Это многолетнее травянистое растение высотой до 50 см с клубневидно-утолщенным корневищем и розеткой длинночерешковых продолговатых кожистых листьев. Цветки белой, розовой или красной окраски, собраны в цилиндрический колос; нижние цветки обычно заменены луковичками. Цветет с июня до осени. Размножение семенное и вегетативное. Плод трехгранный. Число хромосом:  $2n = 80, 100$  [3].

Для корневищ *B. vivipara* характерно высокое содержание дубильных веществ (8–19%), а для надземной части – витамина С, каротина [9]. Выделены два компонента из класса стероидов:  $\beta$ -ситостерин [47] и даукостерин (из плодов) [48]. В надземной части растений *B. vivipara* обнаружены фенолкарбоновые кислоты: феруловая [47], кофейная и хлорогеновая [14], галловая (в плодах) [48].

Большое внимание исследователи уделяли флавоноидам *B. vivipara*. Автор [48] установил, что в растениях из горных районов Казахстана содержится 2.9–7.5% флавоноидов. Растения из регионов Сибири накапливают более 5.0% флавоноидов, причем в период массового цветения растений их содержание изменяется в пределах 1.2–5.6% (в цветках), 1.7–5.0% (в листьях). К концу цветения оно снижается до 2.8% (в цветках) и 4.2% (в листьях) [49]. Агликоновый состав флавоноидов (флавонолов) представлен кемпферолом, кверцетином и мирицетином [33, 36, 50]. В гидролизатах водно-спиртовых экстрактов органов надземной части *B. vivipara* методами ВЭЖХ также обнаружены эти три агликона. Основным агликоном змеевика живородящего является кверцетин (до 5.8% в цветках, 6.8% в листьях) [49].

Из надземной части растений *P. viviparum* выделены: изорамнетин, 5,8,2-тригидрокси-5-метоксифлавоон, 3-О-2-*L*-рамнозид кверцетина, 3-О- $\beta$ -*D*-глюкозид кверцетина, 3-О- $\beta$ -*D*-глюкозид кемпферола, 5-О- $\beta$ -*D*-глюкозид кверцетина, 7-О- $\beta$ -*D*-глюкозид апигенина,

7-О- $\beta$ -*D*-рутинозид 5-гидрокси-4-метоксифлавона. Их структура доказана спектроскопическими и химическими методами [46, 47]. Выделены также два флавоновых гликозида: 3-О- $\beta$ -*D*-ксилопиранозид 5,4'-диметокси-6,7-метилendioксифлавоон (**I**, вивипарум А) и 3-О- $\beta$ -*D*-ксилопиранозид 3'-гидрокси-5,4'-диметокси-6,7-метилendioксифлавоон (**II**, вивипарум В). Строение соединений **I** и **II** установлено с помощью ИК-, УФ-, ПМР-,  $^{13}\text{C}$  ЯМР- и масс-спектров [51].



**I** 3-О- $\beta$ -*D*-ксилопиранозид 5,4'-диметокси-6,7-метилendioксифлавоон (вивипарум А);

**II** 3-О- $\beta$ -*D*-ксилопиранозид 3'-гидрокси-5,4'-диметокси-6,7-метилendioксифлавоон (вивипарум В)

В составе летучих выделений обнаружено 58 соединений, среди которых преобладают терпеновые соединения (20.84%). Также выделены эфиры (9.43%), гетероциклические соединения, альдегиды, алкены и алканы [52].

*B. vivipara* широко используется в народной медицине Востока. Спектр его применения практически совпадает с *B. officinalis*. В Забайкалье его применяют в пищу в сыром и вареном виде, измельчают в муку и варят кашу, заваривают и пьют отвар вместо чая. Настой используют при диарее и резах в животе [9]. Отвар корневищ используют как желудочное и кровоостанавливающее средство, при простудных заболеваниях, болезнях мочеполовых путей; отвар листьев – при заболеваниях желудка [9, 53, 54]. В Монголии корневище змеевика живородящего применяется в сборе “Сороол-4” для лечения заболеваний органов дыхания при бронхите и пневмонии [55]. Экстракт из листьев обладает мощным антиоксидантным эффектом [56]. Листья содержат значительное количество кверцетина (1–2 мг/г сухой массы) в виде глюкозида, рамнозида и рутинозида. Феноль-

ные соединения оказывают влияние на синтез жирных кислот в организме, поэтому растения *B. vivipara* можно использовать как продуцент кверцетина, снижающего уровень липидов в плазме крови [57].

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРУГИХ ВИДОВ РОДА *BISTORTA*

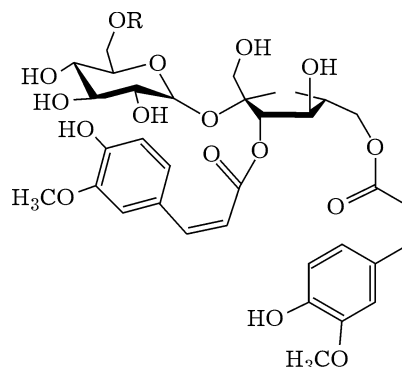
Основные флавоноиды растений сибирских и дальневосточных видов: *B. abbreviata* Kom., *B. alopecuroides* (Turcz. ex Meissn.) Kom., *B. elliptica* (Willd. ex Speng.) Kom. (syn. *Polygonum attenuatum* V. Petrov ex Kom.), *B. manshuriensis* Kom., *B. pacifica* (V. Petrov ex Kom.) Kom. и кавказского вида *B. carnea* Kom. (*Polygonum bistorta* L. ssp. *carneum* (C. Koch) Coode & Cullen) – представлены флавоноловыми гликозидами на основе кемпферола и кверцетина и антоциан цианидина [34, 36]. В традиционной медицине они обычно используются в тех же целях, что и широко распространенные виды *B. officinalis* и *B. vivipara*.

Как отмечается в [58], растения *Bistorta carnea* содержат в вегетативных и генеративных органах более 5% флавоноидов. В составе флавоноидов его надземных органов обнаружены 3-О-*D*-глюкуронопиранозид кверцетина, 3-О-*L*-рамнопиранозид кверцетина, 3-О-*D*-галактопиранозид кверцетина, 3-О-*L*-рамнопиранозид кемпферола и катехин [59]. В эфирном масле, выделенном из цветков *Polygonum bistorta* L. ssp. *carneum* (C. Koch) Coode & Cullen, основная группа соединений представлена углеводородами (54.5%), среди них: трикозан (21.3%), гексакозан (14.0%), пальмитиновая кислота (13.2%), генейкозан (7.7%), лавандул (6.1%); терпеноиды содержатся в меньшем количестве – 14% [60].

Из листьев *Bistorta affinis* (D. Don) Greene (Syn. *Polygonum affine* D. Don, *Persicaria affinis* (D. Don) Ronse Decr.) выделены флавонолы кверцетин и изорамнетин и флавоновые С-гликозиды: 6-С-β-*D*-глюкопиранозид лютеолина, 8-С-β-*D*-глюкопиранозид лютеолина, 6-β-*D*-глюкопиранозид апигенина, 8-С-β-*D*-глюкопиранозид апигенина и 8-С-β-*D*-глюкопиранозид трицетина [61].

Корейские ученые [62] из надземной части растений *B. manshuriensis*, традиционно

используемых в Корее при диарее, выделили церебозид, соя-церебозид, птеролактам, 5-гидроксипиридин-2-он, ванильную, протокатеховую, кофейную кислоты, метиловые эфиры кофейной, хлорогеновой и 3,5-ди-О-кафеилхинной кислот, авикулярин, кверцетин, кверцитрин, изокверцитрин, кверцитин-3-О-β-*D*-глюкозид, лютеолин, афзелин. Позднее [63] было выделено два новых вещества, производных феруловой кислоты и сахарозы: бисторозид А и бисторозид В, а также три известных соединения – хелониозид А, хелониозид В и смилазид. Структура бисторозида А доказана как (3,6-ди-О-*Z*-ферулоил)-β-*D*-фруктофуранозил-(1→2)-α-*D*-глюкопиранозид, а бисторозида В – как (3,6-ди-О-*Z*-ферулоил)-β-*D*-фруктофуранозил-(1→2)-(6'-О-ацетил)-α-*D*-глюкопиранозид.



бисторозид А: R = H

бисторозид В: R = COCH<sub>3</sub>

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что растения рода *Bistorta* содержат комплекс биологически активных веществ и представляют собой резерв лечебных средств разной направленности действия. Целью их дальнейшего изучения может стать получение из надземных и подземных органов растений лекарственных препаратов и их испытание.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Freeman C. C., Hinds H. R. *Bistorta* (Linnaeus) Scopoli // Flora of North America: north of Mexico. New York; Oxford: Oxford University Press, 2005. Vol. 5, Pt. 2. P. 594–597.

- 2 Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
- 3 Тупицына Н. Н., Кашина Л. И. Сем. 52. Polygonaceae – гречишные // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1992. Т. 5. С. 87–135.
- 4 Красноров И. М., Ломоносова М. Н., Шауло Д. Н., Вибе Е. И. Определитель растений Новосибирской области / под ред. И. М. Краснорова. Новосибирск: Наука, 2000. 491 с.
- 5 Adiba M., Hussain M. T. I // Global J. Res. Med. Plants Indigenous Medicine. 2013. Vol. 2, No. 9. P. 669–674.
- 6 Мальшев Л. И., Пешкова Г. А. Семейство Polygonaceae – гречишные // Флора Центральной Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. Т. 1. С. 276–292.
- 7 Государственная фармакопея СССР. 10-е изд. М.: Медицина, 1968. 1079 с.
- 8 Машковский М. Д. Лекарственные средства: в 2-х ч. Изд. 8-е. М.: Медицина, 1977. Ч. 1. 622 с.; Ч. 2. 560 с.
- 9 Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Magnoliaceae – Limoniaceae / под ред. Ал. А. Федорова. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. 460 с.
- 10 Gatirner F., Nopmann H. // Arch. der Pharmazie. 1953. Bd. 286, N. 3. S. 150–153.
- 11 Gatirner F., Korf G. // Arch. der Pharmazie. 1966. Bd. 299, N. 7. S. 640–646.
- 12 Xiao K., Xuan L., Xu Y., Bai D. // Zhongcaoyao. 2003. Vol. 34, No. 3. P. 203–206.
- 13 Liu X.-Q., Li W.-W., Hua H.-M., Li W., Chen F.-K., Wu L. // Asian J. of Traditional Medicines. 2006. Vol. 1, No. 2. P. 73–75.
- 14 Horhammer L., Scherm A. // Arch. der Pharmazie. 1955. Bd. 288, N. 10. S. 441–447.
- 15 Bate-Smith E. C. // J. of Linnean Soc. of Botany. 1962. Vol. 58, No. 371. P. 95–173.
- 16 Ahn J. S., Kwon Y. S., Kim S. M. // Saengyak Hakhoechi. 1999. Vol. 39, No. 3. P. 345–349.
- 17 Smolarz H. D. // Chem. Analit. 2001. Vol. 46. P. 439–444.
- 18 Smolarz H. D. // Acta Soc. Botan. Poloniae. 2000. Vol. 69, No. 1. P. 21–23.
- 19 Sawicka U., Cisowski W., Matysik G., Kowalczyk A. // J. of Planar Chromatography – Modern TLC. 2002. Vol. 15, No. 6. P. 442–448.
- 20 Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 1: Семейства Magnoliaceae – Juglandaceae, Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae, Urticaceae / под ред. А. Буданцева. СПб., М.: КМК, 2008. 421 с.
- 21 Liu X., Chen F., Wu L., Wang S., Li W. // Shenyang Yaoke Daxue Xuebao. 2004. Vol. 21, No. 3. P. 187–189.
- 22 Liu X.-Q., Hua H.-M., Liu J., Chen F.-K., Wu L. // J. of Asian Natural Prod. Res. 2006. Vol. 8, No. 4. P. 299–302.
- 23 Smolarz H. D. // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2002. Vol. 71, No. 1. P. 29–33.
- 24 Partovi T., Zabihi M. // Global Advanced Research J. of Eng., Technol. Innovation. 2012. Vol. 1, No. 6. P. 127–130.
- 25 Duwiewia M., Zeitlin I. J., Gray A. I., Waterman P. G. // Planta Medica. 1999. Vol. 65, No. 4. P. 371–374.
- 26 Manoharan K. P., Benny T. Kh., Yang D. W. // Phytochemistry. 2005. Vol. 66, № 19. P. 2304–2308.
- 27 Sun X.-B., Zhao P.-H., Xu Y.-J., Sun L.-M., Cao M.-A., Yuan Ch.-Sh. // Chemistry of Natural Compounds. 2007. Vol. 43, No. 5. P. 563–566.
- 28 Smolarz H. D., Matysik G. // J. of Planar Chromatography – Modern TLC. 2001. Vol. 14, No. 3. P. 199–202.
- 29 Чекалинская И. И., Володько Т. В. Содержание флавоновых веществ в некоторых видах сем. Polygonaceae Lindl. // Ботаника. Исследования. Минск, 1966. Вып. 8. С. 66–68.
- 30 Пименов М. Г. Перечень растений – источников ку-маринных соединений. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1971. 201 с.
- 31 Choi S. Y., Kwon Y. S., Kim Ch. M. // Saengyak Hakhoechi. 2000. Vol. 31, No. 4. P. 426–429.
- 32 Васильева М. С., Высочина Г. И. // Раст. мир Азиат. России. 2010. Т. 5, № 1. С. 87–94.
- 33 Соболевская К. А., Высочина Г. И. // Раст. ресурсы. 1965. Т. 1, № 3. С. 367–369.
- 34 Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных / ред. Л. И. Мальшев. Новосибирск: Наука, 2004. 238 с.
- 35 Smolarz H. D. // Acta Poloniae Pharmaceutica. 2002. Vol. 59, No. 2. P. 145–148.
- 36 Высочина Г. И. Об агликонах флавоноидных соединений некоторых евразийских видов рода *Polygonum* L. // Актуальные вопросы ботанического ресурсо-ведения в Сибири. Новосибирск, 1976. С. 180–189.
- 37 Yoshitama K., Nishino H., Ozawa H., Sakatani M., Okabe Y. // Bot. Mag. (Tokyo). 1987. Vol. 100. P. 143–149.
- 38 Hartwell J. L. // Lloydia. 1970. Vol. 33, No. 3. P. 288–392.
- 39 Niikawa M., Wu A.F., Sato T., Nagase H., Kito H. // Natural Medicines. 1995. Vol. 49, No. 3. P. 329–331.
- 40 Intisar A., Zhang L., Luo H., Kiazolu B., Zhang R., Zhang W. // Afr. J. of Traditional, Complementary a. Alternative Medicines. 2013. Vol. 10, No. 1. P. 53–59.
- 41 Mittal D. K. // Toxicology Letters. 2009. Vol. 189, suppl. P. S57.
- 42 Mittal D. K., Joshi D., Shukla S. // J. of Clinical a. Experimental Hepatology. 2013. Vol. 3, No. 1, suppl. P. S40.
- 43 Smolarz H. D., Skwarek T. // Acta Poloniae Pharmaceutica. 1999. Vol. 56, No. 6. P. 459–462.
- 44 Першукова А. М., Макарова Н. В., Крюкова Л. И. // Изв. Акад. наук Казах. ССР. Сер. биол. 1991. № 1. С. 78–80.
- 45 Manoharan K. P., Yang D., Hsu A., Huat B. T. K. // Medicinal Chemistry. 2007. Vol. 3, No. 2. P. 121–126.
- 46 Кайшева Н. Ш., Габриелян Н. В. Растительные лекарственные средства, способствующие выведению из организмов ионов токсичных металлов // Сб. науч. тр. / Пятигор. гос. фармац. акад. Пятигорск, 2006. Вып. 61: Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. С. 27–28.
- 47 Que S., Zheng S., Ma X., Shen X. // Xibei Shifan Daxue Xuebao. Ziran Kexueban. 2003. Vol. 39, No. 4. P. 51–53, 65.
- 48 Zhang C., Li Y., Hu F. // Xibei Zhiwu Xuebao. 2005. Vol. 25, No. 2. P. 386–387.
- 49 Высочина Г. И., Воронкова М. С. // Сиб. экол. журн. 2013. Т. 20, вып. 4. С. 565–574.
- 50 Кукенов М. К. Биоэкологическая характеристика некоторых видов семейства Гречишных (Polygonaceae Lindl.) и содержания в них флавоноидов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1969. 33 с.
- 51 Zheng Sh., Li K., Wang J., Shen T., Shen X. // Indian J. of Chemistry. Sect. B. 2001. Vol. 40, No. 2. P. 167–169.
- 52 Li K.-L., Shen X.-W., Zheng Sh.-Zh., Lu J.-Sh. // Xibei Shifan Daxue Xuebao, Ziran Kexueban. 1999. Vol. 35, No. 3. P. 65–67.

- 53 Блинова К. Ф., Куваев В. Б. // *Вопр. фармакогнозии*. 1965. Вып. 3. С. 163–168.
- 54 Гусева А. П. // *Вопр. фармакогнозии*. 1961. Вып. 1. С. 363–367.
- 55 Дашбалын Ц., Арзамасцев А. П., Баясгалан Б. // *Хим.-фарм. журн.* 2003. Т. 37, № 10. С. 37–39.
- 56 Wang Y., He W., Huang H., An L., Wang D., Zhang F. // *Acta Physiologiae Plantarum*. 2009. Vol. 31, No. 4. P. 839–848.
- 57 Odbayar T.-O., Badamhand D., Kimura T., Takahashi Y., Tsushida T., Ide T. // *J. of Agr. Food Chem.* 2006. Vol. 54, No. 21. P. 8261–8265.
- 58 Жибоедов П. М., Маслаков Н. И., Руденко С. М., Жиров В. К., Костюк В. И. // *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы 5 Междунар. симп. Пушино, 2003*. Т. 1. С. 185–187.
- 59 Demirezer L. O., Branse-Passek B., Rauwald H. W. // *Hacettepe Univ. Eczacılyk Fak. Dergisi*. 2000. Vol. 20, No. 1. P. 29–36.
- 60 Iskender N. Y., Gulec C. A., Yucel M., Sinek K., Yayli N. // *Asian J. of Chemistry*. 2011. Vol. 23, No. 5. P. 1940–1942.
- 61 Tandon A., Verma D. L., Khetwal K. S. // *Fitoterapia*. 1991. Vol. 62, No. 2. P. 185.
- 62 Chang S. W., Kim K. H., Lee I. K., Choi S. U., Ryu S. Y., Lee K. R. // *Natural Product Sciences*. 2009. Vol. 15, No. 4. P. 234–240.
- 63 Kim K. H., Chang S. W., Lee K. R. // *Canad. J. of Chemistry*. 2010. Vol. 88, No. 6. P. 519–523.