

УДК 615.1; 615.2; 615.4

РАСТЕНИЯ РОДА ДРОК (*GENISTA* L.) – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Е. В. Жохова^{1*}, Я. А. Протасова¹, Г. П. Яковлев¹

Резюме. В обзоре приведено географическое распространение, ботаническое описание, химический состав, сведения об использовании в медицине и исследовании фармакологической активности представителей рода *Genista* L. – дрока. Показано, что растения рода широко распространены на территории Российской Федерации, однако провести систематизацию растений рассматриваемого рода на основе морфологических признаков, достаточно затруднительно, так как они имеют обширный ареал обитания и, соответственно, морфологические признаки у одного вида очень сильно варьируют в пределах ареала. Растения рода имеют богатый состав биологически активных веществ. В то же время анализ литературных данных о продуктах вторичного метаболизма видов рода *Genista* выявил неравномерную степень их изученности. Настои и отвары из травы дрока красильного издавна используются в народной медицине, как диуретическое, желчегонное и слабительное средство, а анализ литературных источников показал, что растения рода перспективны при различных патологиях. Авторами обзора показана необходимость комплексного морфолого-анатомического, фитохимического и молекулярно-генетического исследования растений рода дрок для уточнения систематики и введения в медицинскую практику.

Ключевые слова: *Genista*, молекулярно-генетический анализ, фитохимический анализ, алкалоиды хинолизидинового ряда, изофлавоноиды, биологическая активность.

PLANTS OF GENERA *GENISTA* L. AS PROMISING SOURCES OF PLANT RAW MATERIALS FOR THE CREATION OF NEW DRUG

Е. V. Zhokhova^{1*}, Y. A. Protasova¹, G. P. Yakovlev¹

Abstract. The review presents the geographical distribution, botanical description, chemical composition, information about the use in medicine and the study of the pharmacological activity of the representatives of the genus *Genista* L. It is shown that the plants of the genus are widely distributed on the territory of the Russian Federation, however, it is rather difficult to systematize the plants of the genus of interest on the basis of morphological characters, since they have an extensive habitat and, accordingly, the morphological characteristics of one species vary greatly within the range. Plants of the genus have a rich composition of biologically active substances. At the same time, an analysis of literature data on products of the secondary metabolism of species of the genus *Genista* revealed an uneven degree of their knowledge. Infusions and decoctions from the grass of *Genista* are used in folk medicine as a diuretic, choleric and laxative, and an analysis of literary sources showed that plants of the genus are promising in various pathologies. The authors of the review showed the need for a complex morphological, anatomical, phytochemical, and molecular genetic study of plants of the genus *Genista* to clarify the taxonomy and introduction into medical practice.

Keywords: *Genista*, molecular-genetic analysis, phytochemical analysis, alkaloids, flavonoids, biological activity.

1 – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 14, лит. А

1 – Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, 14A, Professor Popov str., Saint-Petersbourg, 197376, Russia

* адресат для переписки:

E-mail: elena.zhokhova@pharmnotech.com

Тел.: 8 (812) 499 39 00, доб. 42-40

ВВЕДЕНИЕ

Лекарственные растения занимают важное место в фармацевтической практике. В общей номенклатуре лекарственных средств приблизительно 40% составляют препараты растительного происхождения. По сравнению с синтетическими, растительные препараты, наряду с мягким многосторонним действием характеризуются, как правило, почти полным отсутствием нежелательных побочных эффектов. Изучение и внедрение в научную медицину новых растительных объектов стали одними из самых актуальных задач современной фармакогнозии. Одним из перспективных источников расширения базы лекарственных растений являются представители рода дрок.

Род дрока (*Genista* L.) относится к семейству бобовые (Fabaceae), подсемейству мотыльковые (Faboideae) [2] и насчитывает около 100 видов, которые встречаются в Европе (преимущественно в странах Средиземноморья), на Канарских островах, в Передней Азии, северной части Африки, вид *G. tinctoria* натурализован в Северной Америке [23].

В России виды рода *Genista* L. встречаются в европейской части, на Кавказе и в Западной Сибири. Согласно данным, полученным из литературных источников и гербария Европейской части России БИН им. В. Л. Комарова РАН, наиболее широко на территории Российской Федерации распространён дрок красильный (*G. tinctoria* L.). Вторым по распространён-

ности является дрок германский (*G. germanica* L.). Как дрок красильный, так и дрок германский произрастают в лесах, лугах, степях в местах с повышенной влажностью, таких как склоны и дно оврагов или на вторых террасах долин рек. Основное количество видов рода дроков произрастает на территории южных субъектов Российской Федерации: Крымском полуострове, Ставропольском крае, Краснодарском крае, Карачаево-Черкесии, Адыгеи, предпочитая южные сухие каменистые склоны гор. Растения рода не выносят переувлажнения и сильных морозов. Очень светолюбивы и засухоустойчивы. Представляют собой преимущественно кустарники и кустарнички, с колючками, находящимися в пазухах листьев, или без них. Листья считаются однолисточковыми, голые или опушенные; соцветия кистевидные, цветки с венчиком мотылькового типа, желтого или беловато-желтого цвета, плод боб голый или опушенный, яйцевидный или линейный, двумногосемянной.

Согласно данным «Флоры СССР» (август 1941 года) на территории России и сопредельных государств распространены 20 видов рода *Genista*: подрод *Spartocarpus*: *G. germanica*; подрод *Stenocarpus*: *G. albida*, *G. compacta*, *G. scythica*, *G. angustifolia*, *G. armeniaca*, *G. depressa*, *G. flagellaris*, *G. lipskii*, *G. humifusa*, *G. tetragona*, *G. glaberrima*, *G. mingrelica*, *G. artwinensis*, *G. tinctoria*, *G. tanaïtica*, *G. transcaucasica*, *G. patula*, *G. suanica*, *G. pilosa* [3]. В перечне С. К. Черепанова (1995 год) указаны 12 видов: *G. abchasica*, *G. dracunculoides*, *G. godetii*, *G. juzepczukii*, *G. kolakowskyi*, *G. millii*, *G. ovata*, *G. rupestris*, *G. sibirica*, *G. taurica*, *G. vera*, *G. tinctoria* [8]. В соответствии с Всемирной базой данных – International Legume Database & Information Service (ILDIS) (2016 год) на территории России представлены 18 видов: *G. abchasica*, *G. albida*, *G. angustifolia*, *G. armeniaca*, *G. compacta*, *G. depressa*, *G. flagellaris*, *G. germanica*, *G. humifusa*, *G. juzepczukii*, *G. kolakowskyi*, *G. millii*, *G. mingrelica*, *G. pilosa*, *G. scythica*, *G. tetragona*, *G. tinctoria*, *G. transcaucasica*.

Во всех трех источниках для систематизации рода *Genista* L. используются макроскопические признаки, такие как: форма и размеры листьев, их расположение; строение и размеры цветков, и каким образом они собраны в соцветие; характер опушения листьев, цветков, плодов, завязи; строение и размеры плода, количество семян в нём [3, 8].

Как видно из приведенных данных, провести систематизацию растений рассматриваемого рода на основе морфологических признаков, достаточно затруднительно, так как дроки имеют обширный ареал обитания и, соответственно, морфологические признаки у одного вида очень сильно варьируют в пределах ареала.

Сравнительное изучение микроскопических признаков видов рода не проводилось, имеются литературные данные о микроскопических исследованиях под электронным микроскопом в 2010 году R. Longo с соавторами пыльцевых зерен восточных видов рас-

тений рода *Genista* подрода *Spartocarpus*. В результате которых было установлено, что пыльцевые зерна у всех исследованных видов одиночные, изополярные, радиально симметричные, разделенные тремя диффузными бороздами, маленького размера, сферические, с перфорированными перемычками и микросетчатой экзиной. А также отмечено, что у некоторых видов пыльцевые зерна имели небольшие различия по форме и размеру, а также по строению экзины [28].

Следует отметить, что до настоящего времени молекулярно-генетический метод систематики для уточнения системы рода *Genista* L. на территории России не использовался. В то же время исследования на основе данных молекулярно-генетического анализа для установления филогении рода широко применяются зарубежными учеными. Так, С. Pardo с соавторами (2004) исследовали филогенетические связи между видами рода дроков, произрастающими на территории Испании, и другими близкородственными видами. В качестве молекулярно-генетического маркера использовали фрагмент ITS ядерной ДНК и фрагмент trnL-trnF хлоропластной ДНК. В результате род *Genista* был разделен на три подрода *Phyllobotrys*, *Spartocarpus* и *Genista* (таблица 1) [24].

С различной степенью детализации изучался компонентный состав у разных видов рода. Сравнительно подробно исследован состав биологически активных соединений таких отечественных видов, как *G. germanica*, *G. patula*, *G. pilosa*, *G. tinctoria*, *G. transcaucasica*. Во всех изученных видах обнаружены фенольные соединения и алкалоиды [7].

Из фенольных соединений в видах рода *Genista* обнаружены фенольные кислоты, флавоноиды, дубильные вещества. Состав фенольных кислот изучался только для *G. tinctoria*, в ходе исследований были идентифицированы хлорогеновая, п-кумаровая, кофейная и феруловая кислоты [18]. Во всех изученных видах обнаружены флавоноиды (таблица 2).

Имеются сведения о содержании дубильных веществ у *G. tinctoria* и *G. transcaucasica*. Однако подробного изучения качественного состава дубильных веществ не проводилось [7].

В видах рода обнаружены алкалоиды (таблица 3).

Наиболее детально изучен состав, а также динамика накопления алкалоидов для *G. tinctoria*. Установлено, что по количественному содержанию основными алкалоидами *G. tinctoria* являются цитизин, анагирин, лупанин, баптифоллин, N-метилцитизин. Максимальное содержание (0,22%) отмечено для баптифолина, который обнаруживается только в периоды цветения и плодоношения в основном в ветвях. Цитизин, анагирин и N-метилцитизин идентифицируются во все фазы вегетации, однако максимальное их содержание (до 0,2%) наблюдается в ветвях в фазу цветения. Другой хинолизидиновый алкалоид, лупанин, выявляется только в ветвях во время образования почек и в цветках и листьях в период цветения (0,03%) [31].

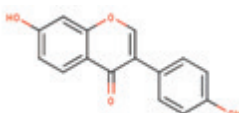
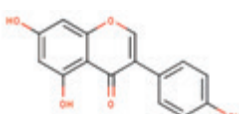
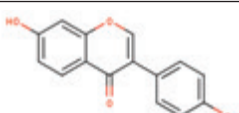
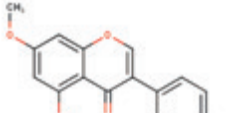
Таблица 1.

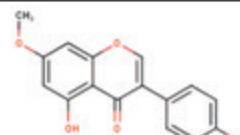
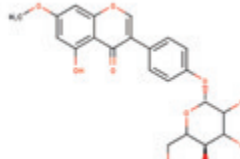
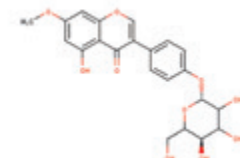
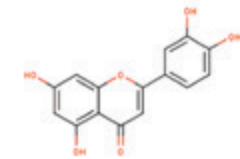
Условия амплификации

Реактивы и оборудование Реактивы: выделение ДНК: DNeasyPlantsminiKits (Quigen, Франция) очистка ДНК: ABI PRISM Dye TerminatorCycle Sequencing Ready Reaction Kit (PE Biosystems) Оборудование: ABI PRISM 377 DNA Sequenser Состав 50 мкл образца: 50 нг ДНК 2 ммоль MgCl₂ 200 мкмоль оснований 0,5 мкМ каждого праймера 1 U ДНК-полимеразы (Biotools)	Использованные праймеры		Программа амплификации	Источник литературы
	для фрагмента ITS			14, 30, 33
	ITS 1	5'- TCCGTAGGTGAACCTGCGG	5 мин 94 °С далее 35 циклов, включающих 30 с 94 °С 30 с 54°С 2 мин 72 °С, затем 5 мин 72 °С	
	ITS 5	5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG		
	ITS 4	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC		
	для фрагмента trnL-trnF			
	e	5'-GGTTCAAGTCCCTCTATCCC	5 мин 94 °С далее 35 циклов, включающих 1 мин 94 °С 1 мин 48 °С 2 мин 72 °С, затем 5мин 72 °С	
	f	5'-ATTTGAACTGGTGACACGAG		

Таблица 2.

Флавоноиды, содержащиеся в растениях рода дрог

Название флавоноида и его биологическая активность	Химическая формула	Источник литературы
Дайдзеин Биологическая активность: антиоксидантное, фитоэстроген		12, 13
Генистеин Биологическая активность: гипогликемическое, антиоксидантное, антиангиогенное, иммуносупрессорное, фитоэстроген, проявляет антибактериальную активность против <i>E. coli</i> и <i>Xanthomonas oryzae</i> , антагонист калмодулина		12, 13, 21
Формонетин Биологическая активность: фитоэстроген ! Возможный канцероген		19, 29
Прунетин Биологическая активность: фитоэстроген		12, 13, 29

Название флавоноида и его биологическая активность	Химическая формула	Источник литературы
5-О-метилгенистеин Биологическая активность: противовирусное		13, 19
Прунетин-4'-гликозид Биологическая активность: не изучено		19, 20
Генистин Биологическая активность: является ингибитором токсина, выделяемого штаммами <i>E. coli</i> , противораковое, остеогенное		12, 19, 20, 32
Лютеолин Биологическая активность: фитоэстроген, противовоспалительное, антибактериальное, противовирусное, капилляроукрепляющее, спазмолитическое, антиаритмическое, противоязвенное, гепатопротекторное		12, 13

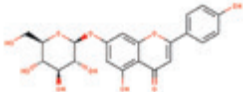
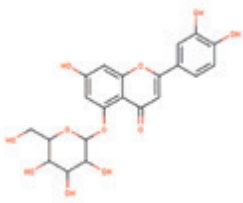
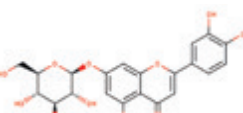
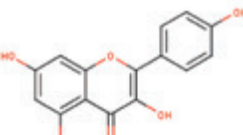
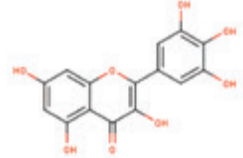
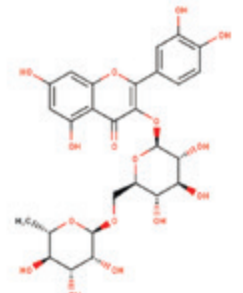
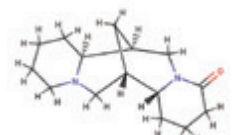
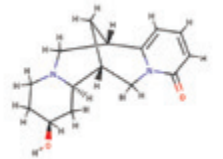
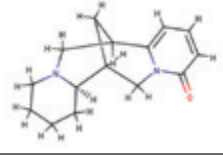
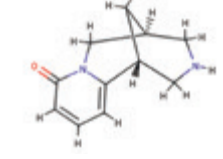
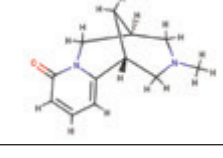
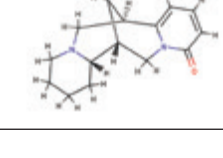
Название флавоноида и его биологическая активность	Химическая формула	Источник литературы
Космосин Биологическая активность: антиэстрогенное, противораковое		1, 12
Лютеолин-5-глюкозид Биологическая активность: фитоэстроген, противовоспалительное, антибактериальное, противовирусное, капилляроукрепляющее, спазмолитическое, антиаритмическое, противоязвенное, гепатопротекторное		12, 19, 32
Лютеолин-7-глюкозид Биологическая активность: противораковое		1, 12, 13
Кемпферол Биологическая активность: ингибитор MAO, нейропротектор		12, 19, 20
Мирицетин Биологическая активность: антиоксидантное, гиполипидемическое, противоопухолевое		12, 29
Рутин Биологическая активность: ангиопротекторное		12, 20, 29

Таблица 3.

Алкалоиды, содержащиеся в растениях рода *дрок*

Название алкалоида и его биологическая активность	Химическая формула	Источник литературы
Лупанин Биологическая активность: антагонист никотина		12, 16

Название алкалоида и его биологическая активность	Химическая формула	Источник литературы
Батифолин Биологическая активность: не изучено		12, 16
Анагирин Биологическая активность: кардиотоническое (может вызвать тахикардию) !Высокотоксичен, тератогенен		12, 16
Цитизин Биологическая активность: антидепрессант, антагонист никотина		12, 16
N-метилцитизин Биологическая активность: антагонист никотина		12, 15
Термосин Биологическая активность: увеличивает продукцию слизи, усиливает сокращение бронхов		12, 16

Из других групп природных соединений, обнаруженных в видах рода, можно назвать: эфирное масло, кислоту аскорбиновую, сапонины, полисахариды, стероиды [7].

Основную часть эфирного масла, содержащегося в надземных частях дрока красильного, составляют карбонильные компоненты: (E)- β -ионон – 9,1%; дигидроактинидиол – 7,3%; нонанал – 5,1%; гексагидрофарнесилацетон – 4,3% [7].

Анализ данных литературы, проведенный И. И. Озиминой и О. О. Фроловой, показывает, что растения трибы *Genistee* в плане хемосистематики изучались на содержание алкалоидов и флавоноидов. Французские исследователи, выбрав в качестве хемотаксономических признаков содержание алкалоидов, сделали вывод, что растения родов *Spartium* и *Genista* имеют один химический состав, и нет никаких оснований различать их с химической точки зрения и выделять в отдельные роды. Поэтому наиболее целесообразно применения флавоноидов в хемосистематике сложной в таксономическом плане трибы *Genistee* [5]. Установление структурных особенностей флавоноидов, характерных для определенных видов, позволяет прогнозировать вероятность обнаружения тех или иных структур в неизученном сырье и в то же время

показывает отличительные признаки растений трибы *Genistae*. Таким образом, решение проблемы хемосистематики растений трибы *Genistae* имеет научно-практическое значение. Следует отметить, что хотя растения рода *Genista* не относятся к пряно-ароматическим, для семи эндемичных видов рода, произрастающих на острове Сардиния, А. Bertoli и др. (2015) показана потенциальная роль компонентов эфирного масла в качестве важных хемотаксономических маркеров [11].

Многие виды рода известны как лекарственные растения народной медицины. Наиболее широко применяется *G. tinctoria*. Отвар и настой травы данного растения используются при отеках сердечного и почечного происхождения, гепатите, ревматизме, подагре, цистите, фурункулезе, дерматомикозах, аллергическом дерматите, скрофулезе, мигрени, при асците, астении, отложении солей, как диуретическое, желчегонное, слабительное, при венерических заболеваниях, переломах костей, рахите, заболеваниях щитовидной железы. В гомеопатии эссенция из свежей травы *G. tinctoria* – антибактериальное средство [7].

Биологическая активность ряда видов была подтверждена экспериментальными исследованиями. Так, установлено, что экстракт побегов *G. tinctoria* обладает гипотензивными, аналептическими, лактогенными и эстрогеноподобными свойствами. Метанольный экстракт побегов *G. tinctoria* ингибирует рост клеток линии М14 (меланома), водно-спиртовая настойка побегов проявляет антибактериальную активность [6, 7]. В ходе скрининговых исследований травы *G. tinctoria* в виде 30% настойки стандартными методами «зобной реакции» было подтверждено тиреоидстимулирующее действие [4]. В последних исследованиях эфирное масло *G. tinctoria* показало потенциальную противораковую активность [27].

Согласно экспериментальным данным, алкалоид патулидин, содержащийся в траве *G. patula*, обладает гипотензивными свойствами, стимулирует дыхание, снижает сердечный ритм, а флавоноиды надземной части проявляют антибактериальную активность. Извлечения из подземных органов *G. pilosa* проявляют активность в отношении грамотрицательных бактерий. Сумма флавоноидов из надземной части *G. transcaucasica* оказывает гипотензивное действие и урежает ритм сердца [7].

Исследования, проведенные А.Р. Rauter с соавторами (2009) показали, что бутанольный экстракт *G. tenera* (эндемик острова Мадейра) в эксперименте ингибирует α-глюкозидазу и глюкозо-6-фосфатазу – двух ферментов, участвующих в углеводном обмене, что доказывает эффективность применения данного вида для контроля гликемии у больных сахарным диабетом 2 типа [26]. Позже D. Batista с соавторами (2015) было доказано, что данный экстракт помимо гипогликемического эффекта, который выше, чем у флоризина и акарбозы, обладает также противовоспалительным (за

счет ингибирования фермента циклооксигеназы) и антиоксидантным эффектом. При этом экстракт в неизменном виде попадает в желудочно-кишечный тракт и сохраняет свою антиоксидантную активность [10]. Т. Lograda с соавторами (2010) установлено, что гидродистиллят *G. ulicina* и *G. vepres* (эндемики Алжира) обладает выраженной антибактериальной активностью в отношении *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus* [22]. Этанольный экстракт *G. lydia* также обладает выраженной антибактериальной активностью в отношении *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhimurium*, *Serratia marcescens*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter cloacae*, и *Klebsiella pneumoniae*, а метанольный экстракт обладает выраженной противоопухолевой активностью, что было доказано в ходе исследований, проведенных А. В. Yildirim с соавторами [34]. S. Guettaf и др. (2016) показали, что водный экстракт *G. sacharae* обладает выраженной антиоксидантной активностью [17]. Было доказано, что благодаря антиоксидантной и эстрогеноподобной активности, изофлавоны, содержащиеся в растениях рода *Genista* обладают гепатопротекторным действием и нейтрализует гепатоксичность парацетамола, а также нейтрализуют токсичность бисфенола А (широко применяющегося в производстве поликарбонатного пластика, резины, упаковочного материала для пищевых продуктов, зубочисток) и метилпарабена (широко использующегося в качестве консерванта в многочисленных пищевых, косметических и фармацевтических продуктах), которые по данным многочисленных исследований при поступлении в организм в количестве, превышающем 50 мг/кг массы тела в день, могут вызвать рак предстательной железы, рак молочных желез, повреждение клеток печени, почек, мозга [9, 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ литературных источников показал, что отечественные виды рода *Genista* нуждаются в проведении исследований, посвященных изучению их филогении с применением молекулярно-генетического, сравнительного морфолого-анатомического и фитохимического методов. Данные филогении необходимы для более четкой трактовки внешних признаков производящих растений. Анализ литературных данных о продуктах вторичного метаболизма видов рода *Genista* выявил, с одной стороны, неравномерную степень изученности видов, а с другой – довольно широкий спектр биологически активных соединений, обладающих различного типа биологической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиева С. А. Флавоноиды *Genista transcaucasica* // Химия природных соединений. 1974. № 1. С. 113–114. [Alieva S. A. Flavonoids' *Genista transcaucasica* // Khimiya prirodnikh soedinenij. [Flavonoids

- Genista transcaucasica* // Chemistry of natural compounds.] 1974. № 1. P. 113–114.]
2. Гончаров М. Ю., Повыдыш М. Н., Яковлев Г. П. Систематика цветковых растений / Под. ред. д. б. н. Д. Д. Соколова. Санкт-Петербург, Изд.: СПХФА, 2015. С. 189. [Goncharov M. Yu., Povydysh M. N., Yakovlev G. P. Sistematika tsvetkovykh rastenii / pod. red. d. b. n. D. D. Sokolova. Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo SPKhFA, [Systematics of flowering plants / Under. ed. db n D. D. Sokolov. St. Petersburg, Ed.: SPHFA] 2015. P. 189.]
 3. Ковалев Н. В., Комаров В. Л., Костина К. Ф. и др. Флора СССР. Том 11. Бобовые (первая часть) / гл. ред. акад. В. Л. Комаров. СПб.-М., Изд.: АН СССР. 1941. С. 675. [Kovalev N. V., Komarov V. L., Kostina K. F. et al. Flora SSSR. Tom 11. Bobovye (pervaya chast') / gl. red. akad. V. L. Komarov. SPb., M., Izd-vo AN SSSR. [Flora of the USSR. V. 11. Legumes (first part) / ch. ed. Acad. V. L. Komarov. SPb.-M., Ed.: Academy of Sciences of the USSR.] 1941. 675 p.]
 4. Кравченко В. Н., Георгиянц В. А., Владимиров И. Н. Изучение влияния лекарственных растений на функцию щитовидной железы // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2014. № 4. С. 149–154. [Kravchenko V. N., Georgiyancz V. A., Vladimirova I. N. Izuchenie vliyaniya lekarstvennykh rastenij na funkciyu shhitovidnoj zhelezy' // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. [Study of the effect of medicinal plants on the function of the thyroid gland // Bulletin of Vitebsk State Medical University.] 2014. № 4. C. 149–154.]
 5. Озимина И. И., Фролова О. О. К вопросам хемотаксономии семейства Бобовых // Фундаментальные исследования. 2013. № 4. С. 873–882. [Ozimina I. I., Frolova O. O. K voprosam khemotaksonomii semejstva Bobovy'x // Fundamental'ny'e issledovaniya. [On the issues of chemotaxonomy of the legume family // Basic research.] 2013. № 4. P. 873–882.]
 6. Паламарчук А. С., Бондаренко В. Е. Антимикробная активность и химический состав Дрока красильного // Раст. ресурсы. 1976. № 12. С. 229–232. [Palamarchuk A. S., Bondarenko V. E. Antimikrobnaya aktivnost' i khimicheskij sostav Droka krasil'nogo // Rast. resursy'. [Antimicrobial activity and chemical composition Drok dye // Rast. resources.] 1976. № 12. P. 229–232.]
 7. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства Fabaceae-Apiaceae / Отв. ред. А. Л. Буданцев. СПб.-М., Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 608. [Rastitel'ny'e resursy' Rossii. Dikorastushhie cvetkovy'e rasteniya, ix komponentny'j sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 3. Semejstva Fabaceae-Apiaceae / Otv. red. A. L. Budantsev. SPb., M., Tovarishhestvo nauchny'x izdanij KMK, [Plant resources of Russia. Wild flowering plants, their component composition and biological activity. V. 3. Families Fabaceae-Apiaceae / Ed. ed. A. L. Budantsev. SPb.-M., Association of scientific publications KMK.] 2011. P. 608.]
 8. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., Мир и семья, 1995. 992 с. [Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR). [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR).] SPb, Mir i sem'ya, 1995. 992 p.]
 9. Baali N., Belloum Z., Baali S. et al. Protective Activity of Total Polyphenols from *Genista quadriflora* Munby and *Teucrium polium* geyrii Maire in Acetaminophen-Induced Hepatotoxicity in Rats // Nutrients. 2016. V. 8(4). P. 193–200.
 10. Batista D., Fale P. L., Serralheiro M. L. et al. New In Vitro Studies on the Bioprofile of *Genista tenera* Antihyperglycemic Extract // Nat. Prod. Bioprospect. 2015. V. 7(6). P. 155–158.
 11. Bertoli A., Loi M. C., Pistelli L. et al. Volatile constituents as complementary tools to characterize seven Sardinian *Genista* species // Biochemical Systematics and Ecology. 2015. V. 62. P. 82–90.
 12. Bisby F. A., Buckingham J., Harborne J. B. et al. Phytochemical dictionary of the Leguminosae. Chemical constituents. London. Chapman and Hall. 1994. V. 2. P. 573.
 13. Chopin J., Bouillant M. L., Harborn J. B. et al. C-glycosylflavonoids. London, Chapman and Hall. 1975. 816 p.
 14. Cubas P., Pardo C., Tahiri H. Molecular approach to the phylogeny and systematics of *Cytisus* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (trnL-trnF intergenic spacer) // Plant Syst. Evol. 2002. V. 233. P. 223–242.
 15. Faugeras G., Paris M. Sur les alcaloïdes des fruits du *Genista pilosa* L.: caractérisation par chromatographie en phase gazeuse isolement de la cytosine // Compt. Rend. Des séances Acad. Sci. Paris. 1964. V. 258(13). P. 3113–3116.
 16. Gill S. Chromatografia cienkowiastwowa I bibułowia alkaloidów chinolisydynowych w kilkugatunkach z rodzaju *Cytisus* L. I *Genista* L. // Acta Poloniae Pharmaceutica. 1964. V. 4. P. 379–386.
 17. Guettaf S., Abidli N., Kariche S. et al. Phytochemical screening and antioxidant activity of aqueous extract of *Genista Saharæ* (Coss. & Dur.) // Der Pharmacia Lettre. 2016. V. 8(1). P. 50–60.
 18. Hanganu D., Olah N. K., Benedec D. et al. Comparative polyphenolic content and antioxidant activities of *Genista tinctoria* L. and *Genistella sagittalis* (L.) Gams (Fabaceae) // Pakistan journal of pharmaceutical sciences. 2016. V. 29(1). P. 301–307.
 19. Harborne J. B. Chemosystematics of the Leguminosae. Flavonoid and isoflavonoid patterns in the tribe Genistae // Phytochemistry. 1969. V. 8. P. 1449–1456.
 20. Ingham J. L., Lewis S. C., Bell T. D. et al. Naturally occurring isoflavonoids (18551981) // Fortschr. Chem. Org. Naturst. 1983. V. 23. P. 95–108.
 21. Jagadeb M., Badirenath Konkimalla V., Rath S. N. et al. Elucidation of the Inhibitory Effect of Phytochemicals with Kir 6.2 Wild-Type and Mutant Models Associated in Type-1 Diabetes through Molecular Docking Approach // Genomics inform. 2014. V. 12(4). P. 283–288.
 22. Lograda T., Chaker A. N., Chalchat J. C. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Genista ulicina* Spach. and *G. vepres* Pomel. // Nat. Prod. Commun. 2010. V. 5(5). P. 835–838.
 23. Mabberley D. J. The plant book. A portable dictionary of the higher plants. New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney. 1987. 706 p.
 24. Pardo C., Cubas P., Tahiri H. Molecular phylogeny and systematic of *Genista* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (trnL-trnF intergenic spacer) // Plant Syst. Evol. 2004. № 244. P. 93–119.
 25. Popa D. S., Bolfa P., Kiss B. et al. Influence of *Genista tinctoria* L. or methylparaben on subchronic toxicity of bisphenol A in rats // Biomedical and environmental sciences. 2014. V. 27(2). P. 85–96.
 26. Rauter A. P., Martins A., Lopes R. et al. Bioactivity studies and chemical profile of the antidiabetic plant *Genista tenera* // Journal of Ethnopharmacology. 2009. V. 122. P. 384–393.
 27. Rigano D., Russo A., Formisano C. et al. Antiproliferative and cytotoxic effects on malignant melanoma cells of essential oils from the aerial parts of *Genista sessilifolia* and *G. tinctoria* // Nat. Prod. Commun. 2010. V. 5(7). P. 1127–1132.
 28. Rizzi Longo L., Feoli Chiapella L., Cusma Velari T. et al. Pollen cards of some eastern taxa of *Genista* L. sect. *Spartocarpus* Spach. (Cytiseae, Fabaceae) // Atti Soc. tosc. Sci. nat. 2010. V. 117(5). P. 33–44.
 29. Swain T. Flavonoids as chemotaxonomic markers in plants // Pigm. Plants. 1981. V. 7. P. 224–236.
 30. Taberlet P., Gielly L., Patou G. et al. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA // Plant. Mol. Biol. 1991. № 17. P. 1105–1109.
 31. Tsypysheva. I. P., Petrova P. R., Baykova I. P. et al. Seasonal dynamics of alkaloids of *Genista tinctoria* L. growing at the Southern Ural Region // Natural Products. 2014. V. 10(7). P. 215–218.
 32. Tůmová L., Tůma J. Dyer's Greenweed (*Genista tinctoria* L.): constituents and biological activity // Ceska a Slovenska farmacie. 2011. V. 60(2). P. 61–64.
 33. White T. J., Bruns T., Lee S. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. USA, Academic Press. 1990. P. 586.
 34. Yildirim A. B., Karakas F. P., Turker A. U. In vitro antibacterial and antitumor activities of some medicinal plant extracts, growing in Turkey // Asian Pacific journal of tropical medicine. 2013. V. 6(8). P. 616–624.