

УДК 582.736:581.192:57.063.6

К ВОПРОСАМ ХЕМОТАКСОНОМИИ СЕМЕЙСТВА БОБОВЫХ

Озими́на И.И., Фролова О.О.

*Пятигорский филиал ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пятигорск, e-mail: oziminairina@mail.ru*

Растения трибы Genisteeae применяются в качестве эфиромасличных, почвозащитных, декоративных, технических культур, а также в народной медицине. Несмотря на их широкое распространение в мировой флоре, до сих пор не существует единой точки зрения относительно их родовой систематики. Морфологических признаков недостаточно для точного отнесения растения к одному роду. Поэтому понятен интерес к хемотаксономическим исследованиям с применением определенных групп химических соединений в качестве отличительных признаков таксона. На основании проведенных исследований выявлена роль производных бенз- γ -пирона в классификации трибы Genisteeae. Использованная в работе геометрическая модель, независимая от морфологических признаков – «молекулярные диаграммы», подтверждает последовательность структурных изменений, согласующихся с эволюцией видов изучаемой трибы. 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 Genisteeae. Проведенный хемосистематический анализ раскрывает перспективу для целенаправленного поиска новых источников получения биологически активных соединений, что будет способствовать решению практических задач по рациональному и эффективному использованию растительных ресурсов.

Ключевые слова: триба Genisteeae, систематизация, хемотаксономические исследования, производные бенз- γ -пирона, целенаправленный поиск биологически активных соединений

TO THE QUESTIONS OF THE FABACEAE CHEMOTAKSONOMY

Ozimina I.I., Frolova O.O.

Pyatigorsk branch of the State Budgetary Educational Establishment of Higher Professional Education «Volgograd State Medical University» of the Ministry of Public Health Services of the Russian Federation, Pyatigorsk, e-mail: oziminairina@mail.ru

Plants of the Genisteeae tribe are applied as containing essential oil, soil-protective, decorative, technical crops and also in traditional medicine. Despite their wide diffusion in world flora, still there is no uniform point of view concerning their systematization. It isn't enough morphological signs for exact reference of a plant to one sort. Therefore interest to chemotaxonomic researches with application of certain groups of chemical compounds as distinctive signs of taxon is clear. On the basis of the conducted researches the role of benz- γ -pyron derivatives in classification of the Genisteeae tribe is revealed. The geometrical model used in work independent of morphological signs – «molecular charts», confirms sequence of the structural changes which are coordinating with evolution of studied tribe types. Establishment of structural features flavonoids, characteristic for certain types, allows to predict probability of detection of these or those structures in not studied raw materials and at the same time shows distinctive signs of the Genisteeae plants tribe. The carried-out chemosystematic analysis opens prospect for purposeful search of new sources of receiving biologically active compounds that will promote the decision of practical tasks on rational and effective use of vegetable resources.

Keywords: Genisteeae tribe, systematization, chemotaxonomic researches, benz- γ -pyron derivatives, distinctive signs, purposeful search of biologically active compounds

Растения трибы Genisteeae применяются в качестве эфиромасличных, почвозащитных, декоративных, технических культур, а также в народной медицине.

Несмотря на их широкое распространение в мировой флоре, до сих пор не существует единой точки зрения относительно родовой систематики этой трибы [15]. С филогенетической точки зрения она располагается после наиболее развитых из семейства Бобовых триб Sophoreae и Podalygieae.

По морфологическим признакам эта триба четко отличается от других, и ее положение в семействе не подлежит обсуждению. Что же касается внутривидовой и внутривидовой классификации, то здесь все обстоит иначе: нередко один и тот же вид относят к различным родам. Так, *Spartium junceum* называют *Genista tinctoria* L.,

Conniola tinctoria Medik., *Genistoides tinctoria* Moench., *Spartium tinctorium* Roth., *Cytisus tinctorium* Via. Это указывает на то, что морфологических признаков недостаточно для точного отнесения растения к одному роду. Поэтому понятен интерес к хемотаксономическим исследованиям с применением определенных групп химических соединений в качестве отличительных признаков таксона.

Цель обзора – на основании анализа данных литературы и собственных исследований обосновать целесообразность применения флавоноидов в хемосистематике сложной в таксономическом плане трибы Genisteeae, а также показать прогнозирующий характер модели «молекулярных диаграмм» как для идентификации конкретного таксона, так и для установления

пути биогенеза производных бенз- γ -пирона в растениях трибы.

Классификация сложных в таксономическом плане семейств нередко основана на данных о химическом составе растений. Использование алкалоидов, тритерпеноидов, флавоноидов и других низкомолекулярных природных соединений в качестве хемотаксономических признаков способствовало пересмотру таксономического статуса представителей этих семейств [4, 5, 6].

Флавоноиды относятся к наиболее устойчивым внутривидовым веществам вторичного обмена растений [14–18, 29]. Преимущественное, по сравнению с другими вторичными метаболитами, их использование в качестве таксономических маркеров кроме этого объясняется универсальной распространенностью в сосудистых растениях, большим структурным разнообразием и достаточной простотой идентификации.

Интересный подход к вопросам биохимической систематики растений осуществила группа бразильских исследователей [8, 9]. Взяв за основу химические структуры флавоноидов, они определили индексы подобия биогенетических групп, показатели относительной вероятности нахождения и применили разработанную методику как дополнение к общепринятой морфологической классификации. Бандюкова В.А. и Аванесов Э.Т., обобщив данные о распространении флавоноидов в ряде семейств высших растений, предложили использовать вероятность нахождения разных групп этих соединений для хемотаксономического прогнозирования [3]. Так, по их данным в семействе Бобовых наиболее характерно наличие флавонолов и изофлавоноидов, менее флавонов и наименьшая вероятность обнаружения флаванонов. Харборн Дж.Б. также обращал внимание на то, что флаваноны совместно с халконами встречаются в этом семействе спорадически. В то же время он полагал, что для хемотаксономатики Бобовых определенный интерес представляет гликозидирование флавонов и флавонолов. Так, для родов трибы Lotoideae характерно наличие 3,7-дигликозидов, а для секции Spartioides трибы Genisteae – 5-гликозидов флавонов [16].

Анализ данных литературы показывает, что растения трибы Genisteae в плане хемотаксономатики изучались на содержание алкалоидов, пирокатехоламинов и флавоноидов [15, 20, 28, 30]. 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 и с химической точки зрения выделять в от-

дельные роды [12]. Харборн Дж.Б. по распространенности флавоноидов делит трибу Genisteae на три группы: собственно Genisteae, тип Crotalariaeae и тип Lupineae. В первой группе характерно наличие гликофлавонов, часто встречаются физетин и изофлавоны, в том числе 5-метилгенистеин. Во второй группе присутствуют гликозиды мирицетина, кверцетина, кемпферола, но нет изофлавонов. В третьей группе все изученные виды содержат изофлавоны, лейкоантоцианидины, часто встречаются гликофлавоны.

Однако все вышеперечисленные исследования, с нашей точки зрения, не могут считаться окончательными. Во-первых, недостаточно глубоко проводилось химическое изучение растений (большинство исследователей используют данные хроматографического анализа), часто слишком ограничено количество объектов исследования, не учитывались эколого-географические факторы, не всегда удачен выбор методик выделения, позволяющих в небольшом количестве растительного материала выявить максимальное число соединений изучаемой группы и т.д. [3, 12, 15, 17]. Кроме того, все исследования по хемотаксономике трибы Genisteae проведены за рубежом. Растения данной трибы флоры России в этом направлении не изучались вообще.

Учитывая эти факты, мы поставили перед собой задачу исследовать флавоноидный состав дикорастущих и культивируемых видов трибы Genisteae флоры нашей страны, и рассмотреть возможность использования полученных результатов для решения хемотаксономических задач. В связи с этим, мы определили навеску сырья (для каждого вида отдельно), позволяющую обнаружить максимальное по разнообразию содержание производных бенз- γ -пирона. В результате проведенных экспериментов было выявлено, что оптимальная навеска сырья для каждого вида индивидуальна и находится в пределах 8–12 г.

Хроматографический анализ, а также установление строения выделенных индивидуальных соединений из всех изученных видов показали, что состав флавоноидов в растениях одного вида, из различных мест произрастания остается почти неизменным. Отличия наблюдаются в количественном соотношении отдельных ингредиентов, что согласуется с данными литературы [25]. Однако эти колебания могут быть присущи и растению одного ареала, и они обычно зависят от погодных условий. В качестве примера приводим данные о флавоноидном составе *Spartium junceum* с различных мест и сроках сбора (табл. 1).

Таблица 1

Состав флавоноидов *Spartium junceum*

| Место и сроки сбора | Навеска сырья, г | Идентифицированные соединения | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| г. Пятигорск, 07.08 г. | 50,0 | + | + | ⊥ | - | ⊥ | + | + | + | + | + | ⊥ | + | ⊥ |
| г. Геленджик, 07.09 г. | 40,0 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| г. Пятигорск, 07.10 г. | 40,0 | + | + | + | ⊥ | + | + | + | + | + | + | ⊥ | + | + |
| г. Сочи, 07.11 г. | 50,0 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | ⊥ | + | + |
| г. Ставрополь, 07.12 г. | 50,0 | + | ⊥ | - | - | ⊥ | + | + | ⊥ | + | + | ⊥ | + | ⊥ |

Примечания: 1 – лютеолин; 2 – лютеолин-7-глюкозид; 3 – ориентин; 4 – витексин; 5 – формонетин; 6 – генистеин; 7 – 5-метилгенистеин; 8 – ононин; 9 – генистин; 10 – кверцетин; 11 – изокверцитрин; 12 – рутин; 13 – спиреозид; знак (+) указывает наличие, знак (-) – отсутствие; знак (⊥) – следы флавоноидов.

Собственные исследования флавоноидного состава 15 видов трибы Genisteae юга России, а также обобщенные нами сведения из достоверных источников литературы о наиболее распространенных флавоноидах представлены в табл. 2.

Таблица 2

Распространение флавоноидов в видах трибы Genisteae (по данным литературы и собственных исследований)

| Вид | Изофлавоны, их гликозиды | | | | | | | | | | | | | | | Флавоны, их гликозиды | | | | | | | | | | | | Флавонолы, их гликозиды | | | | | | | | | | | | Литература | |
|--|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | | | |
| <i>Adenocarpus complicatus</i> Spreng. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>A. decorticans</i> D.C. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>A. foliolosus</i> D.C. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Calycotome spinosa</i> L. | | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. villosa</i> Link. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 215,1 | |
| <i>Chamaecytisus albus</i> Rothm. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. austriacus</i> Link. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. beuffelii</i> Link. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. birsutus</i> Link. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. eriocarpus</i> Link. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>Ch. heuffelii</i> Nicrzb. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. hirsutus</i> Link. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>Ch. ratisbonensis</i> Rothm. | + | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | Собств., 15,21 | |
| <i>Ch. smyrnacis</i> Boiss. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. spinescens</i> Rothm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Ch. supinus</i> Link. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>Chamaespartium sagittale</i> L. | + | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | + | + | | | | + | + | | + | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>Ch. tridentatum</i> Adans. | + | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 |
| <i>Chronantus biflorus</i> Desf. | + | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Cytisus ardoini</i> Sw. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>C. austriacus</i> Boiss. | | + | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | Собств. | |
| <i>C. battandieri</i> Maire | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. cantabricus</i> Willk. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | 15 |
| <i>C. caucasicus</i> Grossh. | | + | | + | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | Собств., | |
| <i>C. comnutatus</i> Willk. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. eriocarpus</i> R.Br. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. grandiflorus</i> D.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. ingramii</i> L. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>C. Lindemaniai</i> V.Kreoz. | | + | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | Собств., | |
| <i>C. multiflorus</i> L. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. patens</i> L. | | | | | | | | | | | | + | + | + | | | | | + | | | | | | | | | + | + | | | | | | | | | | 15,21 | | |
| <i>C. platycarpus</i> Maire | | | | | | | | | | | | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | 15 | | |
| <i>C. ponomarjovii</i> Seregin Prov. | | + | | | | | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | Собств., 15 | | |
| <i>C. procumbens</i> Waldst. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | | | | | | | | | | | | | 15 | |

Продолжение табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------------|----------|----|
| <i>C. proliferus</i> L. | + | + | | + | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. purgans</i> L. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | 15 |
| <i>C. ruthenicus</i> Fisch. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | + | | Собств., 15,21 | | |
| <i>C. scoparius</i> L. | | + | + | | | | + | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | + | | | + | + | | | | | | | | | 11,15,21 | |
| <i>C. sessilifolius</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>C. striatus</i> L. | + | + | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>C. tribracteolatus</i> L. | + | + | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>C. triflorus</i> L'Herit. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>C. welwitschii</i> L. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | + | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>Echinopartium horridum</i> L. | + | + | | + | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11,21 | |
| <i>Erinaceae anthyllus</i> Link. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | |
| <i>Genista ananthoclada</i> D.C. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. aethnensis</i> D.C. | + | + | | + | | | | + | | | | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | Собств., 13,15,21, 30 | | |
| <i>G. albida</i> Willd. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | + | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. anglica</i> L. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | + | 30 | | |
| <i>G. aristata</i> C.J.Presl. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. baetica</i> Spach. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. capitellata</i> Cosson. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. carinalis</i> L. | + | | | + | | | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | |
| <i>G. carpetana</i> Leresche ex Lang | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. cinerea</i> D.C. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | 21,30 | | |
| <i>G. clavata</i> L. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | | |
| <i>G. compacta</i> Schischk | + | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | Собств., | | |
| <i>G. corsica</i> D.C. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. cupani</i> Guss. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. depressa</i> M.B. | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. falcata</i> Brot. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | + | + | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. ferox</i> Poiret | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. florida</i> L. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | | 21,30 | | |
| <i>G. germanios</i> L. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | 23 | | |
| <i>G. glabberima</i> Novopokr. | + | + | + | | | | | | | | | + | | | | | | | + | | | | | | | | | | + | + | | | | | + | | Собств., | | |
| <i>G. hispanica</i> L. | + | + | + | | | | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | 15,21,30 | | |
| <i>G. hirsuta</i> Vahl. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. hystrix</i> Lange | | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. januensis</i> Viv. | | | | | | | | | | | | | | + | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | | |
| <i>G. japonica</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. lobelii</i> D.C. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | 30,31 | | |
| <i>G. lydia</i> Boiss. | + | + | | | | | | + | | | | | + | | | | | + | | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. maxima</i> L. | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | | |
| <i>G. miorantha</i> Ortega | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | | |
| <i>G. monosperma</i> L. | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | 15,30 | | |
| <i>G. morisii</i> Colla | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21,30 | | |
| <i>G. nissana</i> Petrovic. | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. obtusirama</i> Gay ex Spach. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | + | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | | |
| <i>G. ovata</i> Waldst. et Kit. | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. parviflora</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>G. patula</i> M.B. | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Собств., | | |
| <i>G. pilosa</i> L. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | + | | 30 | | |
| <i>G. pseudopilosa</i> Cosson. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. pumila</i> Deb. and Rev. | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | 30 | | |
| <i>G. radiata</i> L. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. raetam</i> L. | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | | |
| <i>G. ramosissima</i> Desf. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | 30 | | |
| <i>G. rumelica</i> Vel. | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | | |
| <i>G. scorpius</i> L. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. scoparis</i> L. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. sericea</i> Wulf. | + | + | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | 30 | | |
| <i>G. sessilifolia</i> D.C. | + | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. spartioides</i> Spach. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. subcapitata</i> Pancio. | + | + | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | 30 | | |
| <i>G. sylvestris</i> Scop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | 30 | | |

Окончание табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|-------------------|----|
| <i>G. tanaitica</i> P.Smirm. | | + | | + | | | | | | | + | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | Собств., 30 | |
| <i>G. teretifolia</i> Willk. | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | |
| <i>G. tinctoria</i> L. | | + | + | | + | | | | | | | | + | | | | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | | | Собств., 7,15,21 | |
| <i>G. tournefortii</i> Spach. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | + | + | | | | | | | | | 30 | |
| <i>G. transcaucasica</i> Schischk. | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | | | | | | | | | Собств., 1,30 | | |
| <i>G. triacanthos</i> Brot. | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | + | + | | | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | 30 | | |
| <i>G. tridens</i> D.C. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | |
| <i>G. triloba</i> L. | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>G. ulicina</i> Desf. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | |
| <i>G. umbellata</i> Desf. | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | |
| <i>G. valentina</i> Willd.ex Spreng. | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | | 30 | |
| <i>G. vallarsii</i> Clementi | | + | + | + | | | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | + | | | | | | | | | 30 | |
| <i>Gonocytisus angulatus</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Laburnus alpinus</i> Medik. | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10,21 | |
| <i>L. anagyroides</i> Medik. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | Собств., 10,15,21 | |
| <i>Lambotrops emeriflora</i> Griseb. | | | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>L. nigricans</i> L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | + | | | | | | | 15 | |
| <i>Lygos monosperma</i> L. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>L. raetam</i> Forsk. | | + | + | | | | | + | | | | + | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>Petteria ramentacea</i> C.Prosl. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Sarothamnus commutatus</i> Wimm | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>S. scoparius</i> L. | | | + | | | | | | | | + | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Spartium junceum</i> L. | | | + | + | | | | + | | | + | + | | | | | | | | + | | | + | + | | | | | | | | | | + | + | + | Собств., 15,21 | |
| <i>Stauracanthus boivinii</i> L. | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>St. genistoides</i> Samp. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>Teline canariensis</i> Webb. and Berth. | | + | + | | + | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. congesta</i> Webb. and Berth. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. linifolia</i> L. | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. monspessulana</i> L. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. rosmarinifolia</i> Webb. and Berth. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. spachiana</i> Medik. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>T. stenopetala</i> Webb. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | | + | | | | | | | | 15,21 | |
| <i>Ulex boivinii</i> Webb. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>U. europacus</i> L. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>U. gallii</i> Planchon. | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>U. micranthus</i> L. | | + | + | + | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>U. minor</i> Roth. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |
| <i>U. nanus</i> L. | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | |
| <i>U. parviflorus</i> Poirret. | | + | + | | | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | | | | | 15 | |

Примечания: 1 – дайдзеин; 2 – генистеин; 3 – оробол; 4 – формонетин; 5 – прунетин; 6 – биоханин А; 7 – пратензеин; 8 – 5-метилгенистеин; 9 – 5-метилбиоханин А; 10 – прунетин-4'-гликозид; 11 – ононин; 12 – дайдзин; 12 – генистин; 14 – прунетрин; 15 – саротамнозид; 16 – хризин; 17 – апигенин; 18 – лютеолин; 19 – акраммерин; 20 – космозин; 21 – лютеолин-5-гликозид; 22 – лютеолин-7-гликозид; 23 – лютеолин-7-дигликозид; 24 – гликофлавоны; 25 – хризин-7-гликозид; 26 – физетин; 27 – робинин; 28 – кемпферол; 29 – кверцетин; 30 – мирицетин; 31 – популлин; 32 – гиперозид; 33 – изокверцетрин; 34 – кверцетин-3-гликозид; 35 – спиреозид; 36 – рутин; 37 – пилозин.

Из проведенной нами работы по обобщению результатов собственных исследований о производных бенз-γ-пирона в растениях трибы Genisteeae и данных из доступных нам источников литературы следует, что наиболее распространенными являются три основные группы – изофлавоны, флавоны, флавонолы. Причем, соотношение этих соединений в изученных

таксонах соответственно 13:8:7. Флавоны представлены только пиноцембрин-7-рамногликозидом, который найден в одном из видов рода *Sarothamnus* и в двух видах рода *Cytisus*. Из халконов в двух видах *Ulex* обнаружен изоликвиритигенин-4-гликозид. Особенно распространены в растениях трибы Genisteeae изофлавоны. Из 185 видов они обнаружены в 119. Это в основном аглико-

ны – генистеин, дайдзеин, формонетин, биоханин А и их гликозиды. В 61 виде содержится 5-метилгенистеин. Благодаря более глубокому химическому изучению нами установлено наличие в *Genista compacta* гликозида оробола. Ранее гликозиды оробола были найдены только в *Lupinus luteus*. Эти данные еще раз подчеркивают, что для хемотаксономических исследований необходимо углубленное химическое изучение растений. В *Spartium junceum* обнаружен птерокарпан спартикарпин, а в *Lupinus laburnum* – изофлавоны с изопренильными радикалами (вигтеон, лютеон). В одном из видов *Laburnum* имеется пираноизофлавоны. Флавоны представлены в основном гликозидам апигенина и лютеолина, причем значительно то, что из 24 изученных родов в 15 обнаружены С-гликозиды, в том числе С-гликозиды апигенина, лютеолина и хризозериола. Однако почти полное отсутствие С-гликозидирования в роде *Genista* может свидетельствовать о большей эволюционной

продвинутой этого рода и о несостоятельности вывода французских исследователей, включивших род *Spartium* в род *Genista* только на основании близости алкалоидного состава. О-гликозидирование встречается не только у C_7 и C_4' (что характерно для трибы в целом), но и у C_5 (лютеолин-5-гликозид в видах дрока и ракитника). В трибе обнаружены также 5-метилапигенин (теветиафлавоны) – *Adenocarpus*, *Genista* и хризин (*Sarothamnus*). Флавонолы содержатся почти во всех изученных растениях. Главным образом это кемпферол, кверцетин, их гликозиды и физетин (3,7,3',4'-тетрагидроксифлавоны).

Анализ распространения флавоноидных структур в растениях трибы *Genistea* показал, что степень изученности всех 185 видов неравномерна, а для ряда видов явно недостаточна (табл. 3), поэтому дальнейшие наши исследования, с привлечением одного из методов нумеричной таксономии, метода «молекулярных диаграмм», носят прогнозирующий характер.

Таблица 3
Распространение флавоноидов в родах трибы *Genistea* (по данным литературы и собственных исследований)

| Род | Количество изученных видов | Изофлавоны | | | | Флавоны | | | Флавоноиды | | | Прочие структуры | Литература |
|----------------------------|----------------------------|------------|----|-----|----|---------|----|-----|------------|----|----|---|--|
| | | I* | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Собственно <i>Genistea</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Adenocarpus</i> | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | 5-метиapiгенин, генистеин | 15; 21 |
| <i>Calycotome</i> | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | 2 | | | | | 15; 21 |
| <i>Chamaecytisus</i> | 11 | 6 | 3 | 4 | 1 | | 2 | 9 | | 1 | 3 | | Собств., 15; 21 |
| <i>Chamaespartium</i> | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 15; 21 |
| <i>Chronanthus</i> | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | 15 |
| <i>Cytisus</i> | 24 | 17 | 5 | 10 | 3 | 4 | 9 | 5 | 7 | 4 | 7 | Биоханин А в 2-х видах, оробол, пратензеин, ононин в 4-х видах, генистин, саротамнозид в 2-х видах, хризин, лютеолин-5-гликозид, лютеолин-7-гликозид в 2-х видах, изокверцитрин, рутин в 5-ти видах | Собств., 11; 15; 21 |
| <i>Echinospartium</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | Биоханин А, 5-метилбиоханин А, 2'-оксибиоханин А | 11; 21 |
| <i>Erinaceae</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 15 |
| <i>Genista</i> | 63 | 34 | 23 | 38 | 11 | | 24 | 2 | 23 | 22 | 13 | Прунетин в 2-х видах, прунетин-4'-гликозид, ононин в 3-х видах, дайдзин, генистин в 12 видах, оробол-7-софорозид, 5-метилапигенин в 5-ти видах, акраммерин, космозин в 2-х видах, лютеолин-5-гликозид в 7 видах, лютеолин-7-гликозид в 8 видах, лютеолин-7-дигликозид, витексин, изовитексин, ориентин-4'-гликозид, трифозид, робинин в 2-х видах, популлин в 2-х видах, рутин в 5 видах. | Собств., 1; 2; 7; 14; 15; 21; 23; 24; 26; 27; 31 |
| <i>Gonocytisus</i> | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 15 |
| <i>Laburnum</i> | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | 1 | | | | Альпинумизофлавоны, 2'-оксигенистеин, вигтеон, лютеон | Собств., 10; 15; 21 |
| <i>Lembotropis</i> | 2 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 15; 21 |
| <i>Lygos</i> | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 1 | 1 | | | | Генистин | 1; 15 |
| <i>Petteria</i> | 1 | | | | | | | 1 | | | 1 | | 15 |
| <i>Sarothamnus</i> | 2 | 2 | | | | | 2 | 1 | | | | Генистин, гиперозид, прунетин-4'-гликозид, ононин, саротамнозид, хризин-7-гликозид, кверцетин-3-гликозид, пиноцембрин-7-рамногликозид | 11; 15; 21 |
| <i>Spartium</i> | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 2'-оксигенистеин, ононин, генистин, лютеолин-7-гликозид, изокверцитрин, кверцетин-3-гликозид, спироозид | Собств., 11; 21 |
| <i>Stauracanthos</i> | 2 | 2 | 1 | | 2 | | | 1 | | | | | 15 |
| <i>Teline</i> | 7 | 7 | 6 | 6 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | Мирицетин | 15; 21 |
| <i>Ulex</i> | 7 | 6 | 6 | 6 | | | 5 | | | | | Генистин, изоликвиригенин-4'-гликозид в 2-х видах, кверцимеритрин, спироозид | 11; 15; 21 |

Окончание табл. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--------|
| <i>Tun Crotalariae</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Hypocalyptus | 1 | | | | | | | | | 1 | | Мирицетин | 15 |
| Loddigesia | 1 | | | | | | | | | 1 | | Мирицетин | 15 |
| Crotalaria | 15 | 1 | | | | 4 | 1 | 7 | | | | 2'-оксигенистеин, апигенин-7-глюкуронозид, апи- генин-7, 4'-диглюкозид, хризозериол-7-рутинозид, гиперозид, изокверцитрин в 2-х видах | 15; 21 |
| <i>Tun Lupineae</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Argyrobolium | 5 | | | | | | | 2 | 1 | 1 | | Биоханин А, 2'-оксигенистеин, 5-оксипсевдобап- тигенин | 11; 21 |
| Lupinus | 28 | 2 | 1 | | | 12 | 12 | 15 | 13 | 13 | | Вигтеон в 3-х видах, лютеон в 3-х видах, генистин в 3-х видах, генистеин-7-диглюкозид, генистеин- 8-С-глюкозид в 3-х видах, оробол-8-С-глюкозид, ротиндин, роифолин, изорамнетин | 11; 21 |
| Всего | 185 | 93 | 61 | 76 | 21 | 21 | 60 | 50 | 50 | 49 | 30 | | |

Примечания: I – генистеин; II – 5-метилгенистеин; III – дайдзеин; IV – формонетин; V – апигенин; VI – лютеолин; VII – гликофлавоны; VIII – кемпферол; IX – кверцетин; X – физетин.

Выявленные нами факты позволяют вместо выяснения характера «присутствия/отсутствия» интересующих соединений в таксоне рассмотреть характер «отсутствия/присутствия» молекулярного свойства ρ , определенного вершинами ядра той или иной структуры [22]. С этой

целью мы выбрали незамещенные структуры флавоны и изофлавоны и проанализировали свойства ρ – замещение различными функциональными группами. Вершины незамещенных структур на рис. 1 обозначены от I до n согласно правилам номенклатуры.

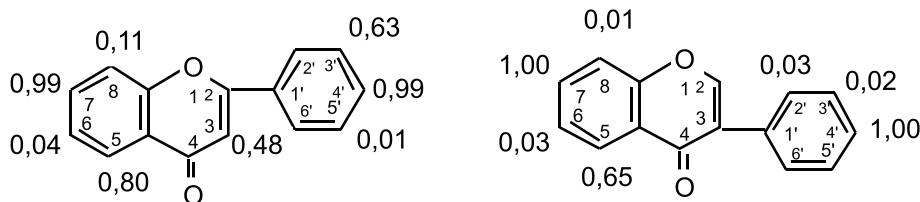


Рис. 1. «Молекулярные диаграммы» основных структур растений трибы Genisteeae

Если рассматривать совокупность молекул определенной незамещенной структуры, выделенных из видов изучаемой трибы, то α_i и β_i частота замещения пика i . Используя данные табл. 3, мы рассчитали частоту замещения для всех вершин флавоны и изофлавоны (рис. 1). Как видно из этих диаграмм, для трибы характерно замещение флавонов в положениях C_7 , C_4' и C_5 . Причем у C_5 наряду с гидроксированием и гликозидированием наблюдается метоксилирование. Несколько ниже частота замещения у C_3 и C_3' . Положение C_3' нередко метоксилировано. Несмотря на то, что частота замещения у C_8 и C_6 невелика, именно в этих положениях замещение достигается только за счет С-гликозидирования. Для изофлавонов характерно гидроксирование и метоксилирование у C_5 , а в положениях C_7 и C_4' в дополнение к ним еще и гликозидирование. Обращает на себя внимание наличие ОН-групп у C_2 и пренильного радикала в положении C_6 . Дайдзеин и генистеин – наиболее распространенные структуры изучаемой трибы.

«Молекулярные диаграммы» имеют важное таксономическое значение, так как для каждого таксона они будут различны (рис. 2).

На основе «молекулярных диаграмм» по формуле

$$T = \sqrt{\sum (\alpha_i - \beta_i)^2}$$

были рассчитаны расстояния между таксонами. Так, расстояние между родами Cytisus и Genista составляет 0,06, а между Lupinus и Genista – 0,53. Из этих результатов следует, что таксоны Genista и Cytisus более близки, и объединение этих родов Харборном Дж.Б. в тип собственно Genisteeae закономерно.

Кроме того, «молекулярные диаграммы» позволили прогнозировать путь биогенеза изучаемых структур. По частоте замещения в кольце А мы можем сделать вывод, что биогенез флавоновых структур в трибе Genistea происходит по ацетат-малонатному пути. В случае изофлавоноидных структур возможен синтез по шикиматному пути, что согласуется с данными литературы [8, 18].

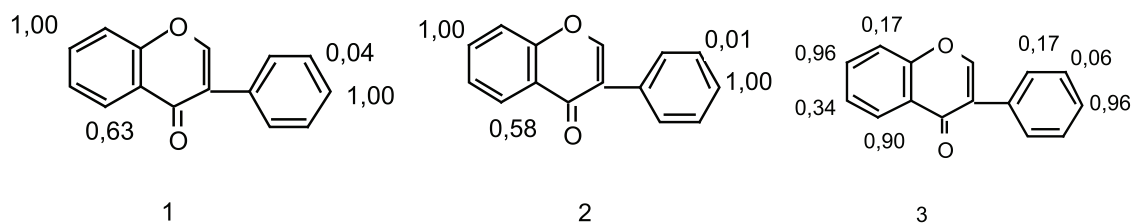


Рис. 2. «Молекулярные диаграммы» изофлавоновых структур родов *Cytisus* (1), *Genista* (2), *Lupinus* (3)

Заклучение

Решение проблемы хемосистематики растений трибы Genisteeae имеет научно-практическое значение. На основании проведенных нами исследований выявлена роль производных бенз-γ-пирона в классификации этой трибы. Используемая в работе геометрическая модель – «молекулярные диаграммы», независимая от морфологических признаков, подтверждает последовательность структурных изменений, согласующихся с эволюцией видов изучаемой трибы. 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 Genistea. Проведенный нами хемосистематический анализ раскрывает перспективу для целенаправленного поиска новых источников получения биологически активных соединений, что будет способствовать решению практических задач по рациональному и эффективному использованию растительных ресурсов.

Список литературы

- Алиева С.А. Флавоноиды *Genista transcaucasica* // Химия природ. соединений. – 1974. – № 1. – С. 113–114.
- Бандюкова В.А. Распространение флавоноидов в некоторых семействах высших растений. Сообщ. 1 // Раст. ресурсы. – 1968. – № 4. – С. 97–112.
- Бандюкова В.А., Аванесов Э.Т. О вероятности обнаружения флавонов, флаванонов и изофлавоноидов в некоторых семействах высших растений. Сообщ. 1 // Раст. ресурсы. – 1971. – № 7. – С. 321–328.
- Пленник Р.Я. Морфологическая эволюция Бобовых Юго-Восточного Алтая (на примере родовых комплексов *Astragalus L.* и *Oxitropis DC.*). – Новосибирск, 1976. – 216 с.
- Полякова Л.В., Ершова Э.А. Изменчивость фенольных соединений у некоторых травянистых и древесных растений от межпопуляционного до внутрииндивидуального (эндогенного) уровня // Химия раст. сырья. – 2000. – № 1. – С. 121–129.
- Сиднева О.В. Хемотаксономическое исследование видов секции *Cenantrum Koch* рода *Astragalus L.* (Fabaceae Lindl.) Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05, 03.00.12. – Новосибирск, 2006. – 24 с.
- Паламарчук А.С., Бондаренко В.Е. Антимикробная активность и химический состав Дрока красильного // Раст. ресурсы. – 1976. – № 12. – С. 229–232.
- Cagnin M. Biochemical systematics: methods and principles // Plant Sist. and Evol. – 1977. – № 1. – P. 53–76.
- Cagnin M., Aparecida H., Gottlieb O.R. Isoflavonoids as systematic markers // Biochem. Syst. And Ecol. – 1978. – № 6. – P. 225–238.
- Chopin J., Bouillant M.L. C-glycosylflavonoids. In: The Flavonoids (Harborne J.B. et al.). – London: Chapman and Hall, 1975. – P. 632–691.
- Devick P.M. Isoflavonoids. In: The Flavonoids (Harborne J.B., Mabry T.J., eds). London. – New York: Chapman and Hall, 1982. – P. 535–640.
- Faugeras G., Paris R. Chimiotaxonomie des Papilionacees – Genistees. // Mem. Bull. Soc. Bot. Fr. – 1965. – P. 75–112.
- Faugeras G., Paris R. Alcaloides et Polyphenols des Leguminosae. XVI. Les flavonoides du *Genista aethnensis D.C.* Isolement du genistoid // Planta Med. et phytother. – 1969. – № 3. – P. 20–27.
- Harborne J.B. Comparative Biochemistry of the flavonoids. – London-New York: Acad. Press, 1967. – 383 p.
- Harborne J.B. Chemosystematics of the Leguminosae. Flavonoid and isoflavonoid patterns in the tribe Genistaeae // Phytochemistry. – 1969. – № 8. – P. 1449–1456.
- Harborne J.B., Baulter D., Turner B.L. Chemistry of the Leguminosae. – London-New York: Acad. Press, 1971. – P. 39–65.
- Harborne J.B. The biochemical systematics of flavonoids. In: The Flavonoids. (Harborne J.B., Mabry T.J., Mabry H., eds). – London: Chapman and Hall, 1975. – P. 1056–1095.
- Harborne J.B. New experimental approaches to plant chemosystematics. In: Chemosist. Princ. and Pract. Proc. Int. Symp., Southampton, 1979. – London e.a., 1980. – P. 39–70.
- Harborne J.B. Phenolic compounds derived from shikimate // Biosynth. – 1980. – № 6. – P. 40–75.
- Hroshova V., Sitaniova H. Farmacognosticky prieskum taxonu *Genista tinctoria L.* // Farm.-obz. – 1982. – № 51. – P. 131–135.
- Ingham J.L. Naturally occurring isoflavonoids (1855–1981) // Fortschr. Chem.org. Naturst. – 1983. – № 23. – P. 266.
- Jössang., Molho D. Essai de representation deometrique des relations chimiotaxonomiques application a l'O-substitution des flavones // Bull. Mus. nat. hist. natur. Sci. phys. chim. – 1974. – № 3. – P. 21–29.
- Nakov N., Tolkatchev O.N., Achtardhov Ch. Ueber den Flavonidgehalt von *Genista carinalis Grh* // Pharmazie. – 1978. – № 7. – P. 463.
- Наков Н.Б., Ахтарджиев Хр. Относно флавоноидното съдържание на някои представители на рода *Genista L.*, разпространени у нас // Пробл. фармацията. – 1982. – № 10. – P. 46–52.
- Nicholls K.W., Böhm B.A. Quantitative flavonoid variation in *Luouinus sericeus* // Boichem. Syst. and Ecol. – 1982. – № 10. – P. 225–231.

27. Ollis W.D. The Isoflavonoids. In: The Chemistry of flavonoid compounds. (Geissman T.A. ed.). – London etc.: Pergamon Press, 1962. – P. 353–405.

28. Paris R. Chromatographie et electrophorese de flavonoides // *Pharmac.acta.helv.* – 1961. – № 36. – P. 176–180.

29. Salatino A., Gotlieb O.K. Quinolizidine alkaloids es systematic markers of the Genisteae // *Biochem. Syst. and Ecol.* – 1981. – № 9. – P. 267–273.

30. Swain T. Flavonoids as chemotaxonomic markers in plants. – In: *Pigm. Plants*, Berlin, 1981. – P. 224–236.

31. Torck M. Revue de phytochimie: les flavonoides des Legumineuses // *Fitoterapia.* – 1976. – № 5. – P. 195–232.

32. Ulubelen A., Doguc T. Flavonoid compounds from the flowers of *Genista Lydia* // *Planta Med.* – 1974. – № 1. – P. 39–42.

33. Wollenweber E. Flavones and flavonols. In: The flavonoids: advances in research. (Harborne J.B., Mabry T.J., eds). – London- New York: Chapman and Hall, 1982. – P. 189–259.

References

1. Alieva S.A. Flavonoidy *Genista transcaucasica* // *Himija prirod. soedinenij.* 1974. no. 1. pp. 113–114.

2. Bandjukova V.A. Rasprostranenie flavonoidov v nekotoryh semejstvah vysshih rastenij. *Soobshh. 1* // *Rast. resursy.* 1968. no. 4. pp. 97–112.

3. Bandjukova V.A., Avanesov Je.T. O verojatnosti obnaruzhenija flavonov, flavanonov i izoflavonoidov v nekotoryh semejstvah vysshih rastenij. *Soobshh. 1* // *Rast.resursy.* 1971. no. 7. pp. 321–328.

4. Plennik R.Ja. Morfologicheskaja jevoljucija Bobovyh Jugo-Vostochnogo Altaja (na primere rodovyh kompleksov *Asragalus L.* i *Oxitropis DC.*). Novosibirsk, 1976. 216 p.

5. Poljakova L.V., Ershova Je.A. Zmenschivost' fenol'nyh soedinenij u nekotoryh travjanistyh i drevesnyh rastenij ot mezhpopoljacionnogo do vnutriindividual'nogo (jendogennogo) urovnja // *Himija rast. syr'ja.* 2000. no. 1. pp. 121–129.

6. Sidneva O.V. Hemotaksonomicheskoe issledovanie vidov sekcii *Cenanthrum Koch* roda *Astragalus L.* (Fabaceae Lindl.) Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.05, 03.00.12. Novosibirsk, 2006. 24 p.

7. Palamarchuk A.S., Bondarenko V.E. Antimikrobnaja aktivnost' i himicheskij sostav Drok krasil'nogo // *Rast.resursy.* 1976. no. 12. pp. 229–232.

8. Cagnin M. Biochemical systematics: methods and principles // *Plant Sist. and Evol.* 1977. no. 1. pp. 53–76.

9. Cagnin M., Aparecida H., Gottlieb O.R. Isoflavonoids as systematic markers // *Biochem. Syst. And Ecol.* 1978. no. 6. pp. 225–238.

10. Chopin J., Bouillant M.L. C-glycosylflavonoids. In: *The Flavonoids* (Harborn J.B. et. al). London: Chapman and Hall, 1975. pp. 632–691.

11. Devick P.M. Isoflavonoids. In: *The Flavonoids* (Harborn J.B., Mabry T.J., eds). London. New York: Chapman and Hall., 1982. pp. 535–640.

12. Faugeras G., Paris R. Chimiotaxonomie des Papilionacees – Genistees. // *Mem. Bull. Soc. Bot.F.* 1965. pp. 75–112.

13. Faugeras G., Paris R. Alcaloides et Polyphenols des Leguninouses. XVI. Les flavonoides du *Genista aethnensis D.C.* Isolement du genistosid // *Planta Med. et phytother.* 1969. – no. 3. pp. 20–27.

14. Harborne J.B. *Comparative Biochemistry of the flavonoids.* – London-New York: Acad.Press, 1967. – 383 p.

15. Harborne J.B. Chemosystematics of the Leguminosae. Flavonoid and isoflavonoid patterns in the tribe Genisteae // *Phytochemistry.* 1969. no. 8. pp. 1449–1456.

16. Harborne J.B. Baulter D., Turner B.L. Chemistry of the Leguminose. – London-New York: Acad. Press, 1971. pp. 39–65.

17. Harborne J.B. The biochemical sistematics of flavonoids. In: *The Flavonoids.* (Harborne J.B., Mabry T.J., Mabry H., eds). London: Chapman and Hall, 1975. pp. 1056–1095.

18. Harborne J.B. New experimental appoaches to plant chemosystematics. In: *Chemosist. Princ. and Pract. Proc. Int. Symp., Southampton, 1979.* London e.a., 1980. pp. 39–70.

19. Harborne J.B. Phenolic compounds derived from shikimate // *Biosynth.* 1980. no. 6. pp. 40–75.

20. Hroshova V., Sitaniova H. Farmacognosticky prieskum taxonu *Genista tinctoria L.* // *Farm.-obz.* 1982. no. 51. pp. 131–135.

21. Ingham J.L. Naturally occurring isoflavonoids (1855-1981) // *Fortschr. Chem.org.Naturst.* 1983. no. 23. pp 266.

22. Jössang., Molho D. Essai de representation deometrique des relations chimiotaxonomiques application a l'O-substitution des flavones // *Bull.Mus.nat.hist.natur.Sci.phys.chim.* 1974. no. 3. pp. 21–29.

24. Nakov N., Tolkatchev O.N., Achtardhov Ch. Uber den Flavonoidgehalt von *Genista carinalis Grsh* // *Pharmazie.* 1978. no. 7. pp. 463.

25. Nakov N.B., Ahtardzhiev Hr. Otnosno flavonoidnoto s#dzhzhanija na njakoi predstaviteli na roda *Genista L.*, razprostraneni u nas // *Probl. farmacijata.* 1982. no. 10. pp. 46–52.

26. Nicholls K.W., Böhm B.A. Quantitative flavonoid variation in *Luoinus sericeus* // *Boichem. Syst. and Ecol.* 1982. no. 10. pp. 225–231.

27. Ollis W.D. The Isoflavonoids. In: *The Chemistry of flavonoid compounds.* (Geissman T.A. ed.). London etc.: Pergamon Press, 1962. pp. 353–405.

28. Paris R. Chromatographie et electrophorese de flavonoides // *Pharmac.acta.helv.* 1961. – no. 36. pp. 176–180.

29. Salatino A., Gotlieb O.K. Quinolizidine alkaloids es systematic markers of the Genisteae // *Biochem. Syst. and Ecol.* 1981. no. 9. pp. 267–273.

30. Swain T. Flavonoids as chemotaxonomic markers in plants. In: *Pigm. Plants*, Berlin, 1981. pp. 224–236.

31. Torck M. Revue de phytochimie: les flavonoides des Legumineuses // *Fitoterapia.* 1976. no. 5. pp. 195–232.

32. Ulubelen A., Doguc T. Flavonoid compounds from the flowers of *Genista Lydia* // *Planta Med.* 1974. no. 1. pp. 39–42.

33. Wollenweber E. Flavones and flavonols. In: *The flavonoids: advances in research.* (Harborne J.B., Mabry T.J., eds). London- New York: Chapman and Hall, 1982. pp. 189–259.

Рецензенты:

Галкин М.А., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой ботаники, Пятигорский филиал государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пятигорск;

Мелик-Гусейнов В.В., д.б.н., профессор кафедры фармации факультета последипломного образования, Пятигорский филиал государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пятигорск

Работа поступила в редакцию 07.03.2013.