

УДК 582.665.11:577.13(571.1/.5)

Компонентный состав флавонолов и их содержание в таране альпийском *Aconogonon alpinum* (All.) Schur, произрастающем на Алтае

Г. И. ВЫСОЧИНА, Е. П. ХРАМОВА

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

E-mail: vysochina_galina@mail.ru

(Поступила 13.11.09)

Аннотация

Приведены результаты исследования состава и содержания флавонолового комплекса в таране альпийском *Aconogonon alpinum* (All.) Schur, широко распространенном на Алтае. Надземная часть растения содержит гликозиды астрагалин, кверцитрин, авикулярин, гиперозид, кверцетин-3,7-диглюкозид, рутин, мирицитрин и агликоны кемпферол, кверцетин и мирицетин. Методами ВЭЖХ исследовано содержание и качественный состав флавонолов в растениях, собранных в Усть-Канском районе Республики Алтай (луговая степь, 293 км по дороге на пос. Туекта) в фазе массового цветения. Благодаря высокому содержанию флавонолов (до 10,35 %) и богатому качественному составу *A. alpinum* можно использовать в качестве источника этих чрезвычайно ценных веществ с высокой биологической активностью и низкой токсичностью.

Ключевые слова: таран альпийский, флавонолы, гликозиды, агликоны, ВЭЖХ, Республика Алтай

ВВЕДЕНИЕ

Растения, содержащие флавоноиды, служат источником ценных противовоспалительных, капилляроукрепляющих, желчегонных, противоопухолевых, иммуномодулирующих и иных лечебных средств. Опубликованы обширные данные о противолучевом, спазмолитическом, антиоксидантном действии флавоноидов, о влиянии их на пищеварительный тракт и печень [1–7]. Основное характерное свойство флавоноидов и других растительных полифенолов заключается в их действии на капилляры, что выражается в понижении проницаемости их стенок [3, 8]. В последние десятилетия особое внимание исследователей обращено на антиоксидантное действие флавоноидов, их способность купировать свободные радикалы, вызывающие многие тяжелые патологии у человека, и выводить их из организма [9, 10]. Сравнительно низкая токсичность флавоноидов наряду с их избира-

тельным фармакологическим действием на организм человека позволяет все шире привлекать эту группу соединений для создания новых лекарственных препаратов.

Флавонолы – наиболее многочисленный и широко распространенный класс флавоноидов. В свободном состоянии флавонолы содержатся в растениях редко и представлены в основном О- и С-гликозидами. Самые распространенные флавоноловые гликозиды – это производные кверцетина, кемпферола и изорамнетина. Благодаря высокой биологической активности флавонолы подвергаются различным биохимическим изменениям и принимают участие в растительных тканях в ряде физиологических процессов. Установлено, что совместно с аскорбиновой кислотой они участвуют в энзиматических процессах окисления и восстановления [3].

Широкий диапазон биологической активности флавоноидов привлекает внимание исследователей к таксонам, богатым этими ве-

ществами. К таковым относятся виды рода *Aconogonon* L. – таран (сем. Polygonaceae). Во внутротропической Азии и в западной части Северной Америки произрастает около 35 видов этого рода, некоторые введены в культуру как декоративные, кормовые и технические растения [11]. На территории Сибири произрастает 13 видов [12].

Объектом нашего исследования служил *Aconogonon alpinum* (All.) Schur (= *Polygonum alpinum* All., *P. undulatum* Murr., *P. polymorphum* Ledeb.) – таран альпийский, горец альпийский, горный. Это многолетние травянистые растения с метелковидным соцветием высотой до 120 см, встречаются в различных растительных поясах на сухих лугах, лесных полянах, каменистых склонах и скалах, в степях, по берегам рек и ручьев, в горах – от лесного до высокогорного пояса. *A. alpinum* имеет обширный дизъюнктивный ареал, охватывающий почти всю территорию бывшего СССР, Монголию, Японию, Китай, горы Западной Европы, Северную Америку [13].

Флавоноловые гликозиды составляют основную группу веществ из комплекса фенольных соединений *A. alpinum* [14–17]. Принято считать, что именно эти вещества определяют противовоспалительное и антиокислительное действие тарана альпийского [17]. Сведений о содержании флавоноидов в растениях этого вида мало, особенно для той части его ареала, которая расположена на территории Сибири. В наших исследованиях прошлых лет для идентификации флавонолов применяли методы, описанные в работе [18]: двухмерное хроматографическое разделение компонентов флавонолового комплекса на бумаге Filtrak № 15, извлечение отдельных веществ, кислотный гидролиз, УФ-спектроскопию в присутствии комплексообразующих и ионизирующих добавок, а также сопоставление физических констант веществ с литературными данными [16]. Идентификацию агликонов проводили с использованием стандартных методов.

Цель настоящей работы – исследование хроматографическими методами состава флавонолов и содержания их в отдельных органах и надземной части *Aconogonon alpinum*, произрастающего на Алтае.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалом для исследований служили растения *A. alpinum*, собранные в разные годы (1995–2008 гг.) во время экспедиционных поездок по территории Алтая. Растения разделяли на органы, сушили в проветриваемых помещениях и анализировали на содержание в них флавонолов.

Растения, собранные в Усть-Канском районе Республики Алтай (луговая степь, 293 км по дороге на пос. Туекта) в июле 2008 г., исследованы с целью идентификации агликонов и основных гликозидов флавонолов и определения их содержания.

Для количественного определения флавонолов использовали хромато-спектрофотометрический метод, основанный на предварительном разделении флавонолов двухмерной хроматографией на бумаге [19], метод В. В. Беликова и М. С. Шрайбера [20] и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [21] на жидкостном хроматографе Agilent 1100 (Agilent Technologies, США).

Хромато-спектрофотометрический метод

Точную навеску воздушно-сухого сырья (0.1–0.5 г), измельченного до размера частиц 1 мм, помещали в колбу емкостью 100 мл, заливали 30 мл 40 % этилового спирта и кипятили на водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин. Экстракт фильтровали. Повторную экстракцию проводили 20 мл этилового спирта в течение 15 мин. После фильтрации остаток в колбе и на фильтре промывали 5 мл спирта. При соблюдении указанных условий происходит практически исчерпывающая экстракция флавонолов. Объединенный фильтрат сгущали в фарфоровых чашечках в вытяжном шкафу или в ротационном испарителе до 2–3 мл (точный объем). Полученные экстракты исследовали методом хроматографии на бумаге марки Filtrak № 15 в системах растворителей: направление I – изопропиловый спирт – муравьиная кислота – вода (2 : 5 : 5); направление II – *n*-бутиловый спирт – уксусная кислота – вода (40 : 12 : 28) – с последующим спектрофотометрированием элюатов. На один лист хро-

матографической бумаги наносили 0.10–0.15 мл экстракта в зависимости от навески сырья и количества экстракта. Каждую пробу анализировали в трех повторностях. Элюировали флавонолы 40 % этиловым спиртом порциями по 0.5 мл до получения объема элюата не менее 3 мл. Оптическую плотность элюатов определяли на спектрофотометре СФ-26 при длине волны 360 нм, так как содержащиеся в исследуемом виде флавонолы имеют максимумы поглощения в длинноволновой области УФ-спектра 355–365 нм. В качестве контроля использовали 40 % этиловый спирт.

Расчет количества флавоноловых гликозидов (в процентах от массы воздушно-сухого сырья) проводили по формуле

$$X = DV_1V_2 100/MV_3 \cdot 1000$$

где D – содержание флавонола в 1 мл испытуемого раствора, найденное по калибровочному графику, построенному по рутину, мкг; V_1 , V_2 , V_3 – объемы экстракта, элюата и экстракта, нанесенного на хроматограмму, соответственно, мл; M – масса воздушно-сухого сырья, г.

Для построения калибровочного графика использовали раствор рутин в 40 % этиловом спирте (концентрация 1 мг/мл), который подвергали хроматографированию и элюции при условиях, описанных выше для разделения комплекса флавонолов в исследуемых экстрактах. Общее содержание флавонолов вычисляли суммированием количества индивидуальных компонентов флавонолового комплекса образца. Относительная ошибка использованной нами методики составляла ± 1.39 % [19].

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии

Использовали жидкостной хроматограф Agilent 1100 (Agilent Technologies, США) с УФ-спектрофотометрическим детектором и программным обеспечением обработки хроматографических данных ChemStation [21].

Условия хроматографирования: колонка, заполненная обращенно-фазовым сорбентом Диасфер 110 С16, 2.0×150 мм, изократическое элюирование в системе метанол – 0.1 % H_3PO_4 (32 : 68) в течение 27 мин. Далее хроматографировали, применяя градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе орто-

фосфорной кислоты (0.1 %) изменялось от 32 до 46 % за 11 мин, затем от 46 до 56 % за следующие 12 мин. Скорость потока элюента составляла 0.25 мл/мин, температура колонки – 35 °С, объем вводимой пробы – 3 мкл. Детектирование осуществляли при $\lambda = 360$ нм. Подробное описание методики пробоподготовки, анализа и расчетов приведено в работе [22].

При определении содержания флавонолгликозидов (гликозидов кверцетина, кемпферола и мирицетина в отдельности) методом ВЭЖХ проводили анализ агликонов – кверцетина, кемпферола и мирицетина, образующихся после кислотного гидролиза соответствующих гликозидов. Для кислотного гидролиза гликозидов к 0.5 мл водно-этанольного извлечения прибавляли 0.5 мл HCl (с концентрацией 2 моль/л) и нагревали на кипящей водяной бане в течение 2 ч. После охлаждения разбавленный экстракт пропускали через концентрирующий патрон, агликоны смывали 96 % этанолом. Далее хроматографировали с использованием градиентного режима элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0.1 %) изменялось от 47 до 49 % за 18 мин. Суммарное содержание флавонолгликозидов (отдельно гликозидов кверцетина, кемпферола и мирицетина) в растительных образцах рассчитывали по содержанию агликонов, образующихся после кислотного гидролиза, используя известные из литературы коэффициенты для пересчета концентрации агликona на соответствующий гликозид – 2.504 для кверцетина и 2.588 для кемпферола [21, 23]. Содержание гликозидов мирицетина рассчитывали по кверцетину.

Для количественного анализа и идентификации флавонолов с помощью ВЭЖХ использовали стандартные образцы фирмы Fluka.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали наши исследования, флавонолы представляют собой одну из ведущих групп природных соединений *A. alpinum*, при этом диапазон изменчивости их содержания составляет 2.14–10.35 % от массы воздушно-сухого сырья (в цветках), 1.98–6.36 % (в листьях) и 1.50–6.16 % (в надземной части) (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1

Содержание флавонолов в растениях *Asonogonon alpinum*, произрастающих на территории Республики Алтай, % от массы воздушно-сухого сырья

| Место сбора, фаза вегетации | Цветки | Листья | Надземная часть |
|---|--------|--------|-----------------|
| Окрестности пос. Курай, Курайский хр., высокогорно-тундровый пояс, альпийские лужайки на высоте 2550 м; массовое цветение | 2.14 | 1.98 | 1.50 |
| Там же, субальпийский пояс, субальпийский луг на высоте 2350 м; массовое цветение | 10.35 | 4.89 | 4.16 |
| Там же, горно-лесной пояс, лиственничный лес на высоте 2050 м; массовое цветение | 4.22 | 3.45 | 2.94 |
| Там же, Курайская степь, полынно-злаковая ассоциация, высота 1600 м; массовое цветение | 5.16 | 4.10 | 4.24 |
| Окрестности с. Мены, разнотравные луговые опушки в смешанном лесу на высоте 1450 м, массовое цветение | 9.70 | 6.36 | 4.10 |
| Окрестности с. Уважан, избыточно увлажненный берег ручья на высоте 400 м; массовое цветение | 6.10 | 4.17 | 3.65 |
| Окрестности пос. Еланда, злаково-разнотравный луг вдоль дороги на высоте 450 м; массовое цветение | 8.74 | 4.13 | 6.16 |
| Усть-Канский р-н, окрестности пос. Яконур, бузульниково-ирисовая луговая степь; массовое цветение | 7.72 | 5.19 | 4.60 |
| Окрестности пос. Солдатово, в посевах; массовое цветение | 6.12 | 4.27 | 2.80 |
| Окрестности с. Чеган-Узун, пойма р. Чеган-Узун, солончаки; массовое цветение | 5.56 | 4.45 | 3.19 |
| Северо-Чуйский хр., северный склон, остепненный луг на высоте 1850 м; конец цветения | 5.30 | 4.86 | 3.10 |
| Отроги хр. Чихачева, юго-западный склон, субальпийский луг на высоте 2000 м; конец цветения | 9.68 | 5.17 | 4.12 |
| Окрестности пос. Кокоря, остепненный луг близ кошары на высоте 1900 м; конец цветения | 5.08 | 3.12 | 2.17 |
| Окрестности пос. Кокоря, галечник по берегу ручья на высоте 1900 м; конец цветения | 6.67 | 4.19 | 4.36 |
| Окрестности с. Ташанта, подножье склона северной экспозиции, луговая степь; массовое цветение | 7.80 | 4.19 | 2.85 |
| Кош-Агачский аймак, окрестности с. Тархатты, каменистая осочково-разнотравная степь на высоте 2600 м; массовое цветение | 4.50 | 3.47 | 2.86 |

В условиях жесткой инсоляции таран альпийский способен накапливать значительные количества флавонолов. Полагают, что флавонолы – это пигменты, функционально связанные с защитой растительного организма от УФ-излучения [24].

Особенно высоким содержанием флавонолов отличаются растения субальпийских лугов, а также других луговых сообществ – разнотравных луговых опушек, разнотравных лугов, остепненных луговых сообществ. При этом во всех исследованных нами случаях в цветках флавонолов содержится больше, чем

в листьях, а в надземной части растений их содержание, как правило, меньше по сравнению с содержанием в листьях. Последнее связано с наличием в пробе стеблей, которые обычно содержат намного меньше флавоноидов по сравнению с цветками и листьями.

На Курайском хребте Горного Алтая верхний предел распространения *A. alpinum* соответствует высокогорно-тундровому поясу на высоте 2550 м над уровнем моря, где данное растение встречается довольно редко по каменистому берегу холодного горного ручья. По данным [25], почва здесь прогревается

ТАБЛИЦА 2

Содержание флавоноидов в органах растений *Asopogonon alpinum* (Республика Алтай, Усть-Канский район, 293 км по дороге на пос. Туекта, луговая степь, июль 2008 г.), % от массы воздушно-сухого сырья

| Флавонол | Образец № 1 | | | Образец № 2 | | |
|--|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| | Цветки | Листья | Стебли | Цветки | Листья | Стебли |
| 1 | 0.01 | 0.01 | 0.003 | 0.02 | 0.01 | 0.004 |
| 2 | 0.01 | 0.07 | 0.003 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |
| 3 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.14 | |
| 4 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| 5 | 0.05 | 0.13 | | 0.04 | 0.00 | |
| 6 | 0.17 | 0.22 | 0.41 | 0.12 | 0.05 | 0.13 |
| Гиперозид 7 | 0.59 | 0.46 | 0.22 | 0.62 | 0.19 | 0.08 |
| Рутин 8 | 0.35 | 0.49 | 0.08 | 0.35 | 0.52 | 0.10 |
| 9 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.91 | 0.01 |
| 10 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.39 | 0.02 | 0.04 |
| 11 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.71 | 0.05 |
| 12 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.23 | 0.04 |
| 13 | 1.19 | 1.57 | 0.24 | 0.80 | 0.19 | 0.11 |
| Кверцитрин 14 | 0.33 | 0.58 | 0.02 | 0.26 | 0.19 | 0.004 |
| 15 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.01 |
| 16 | 0.01 | 0.03 | 0.004 | | 0.04 | 0.01 |
| 17 | | | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.01 |
| 18 | | | | 0.01 | 0.01 | 0.004 |
| 19 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.004 |
| Кверцетин 20 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.004 |
| Кемпферол 21 | 0.004 | 0.001 | | 0.003 | | |
| Сумма свободных агликонов | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.004 |
| Агликоны после гидролиза: | | | | | | |
| Мирицетин | 0.06 | 0.18 | 0.05 | 0.07 | 0.15 | 0.03 |
| Кверцетин | 1.90 | 3.26 | 0.71 | 2.11 | 2.76 | 0.37 |
| Кемпферол | 0.15 | 0.13 | 0.06 | 0.22 | 0.18 | 0.04 |
| Сумма гликозидов флавонолов | 2.10 | 3.57 | 0.82 | 2.40 | 3.09 | 0.44 |
| Содержание флавоноидов (все пики) | 2.94 | 3.78 | 1.07 | 3.06 | 3.35 | 0.61 |
| Содержание флавоноидов (по методу В. В. Великова, М. С. Шрайбера (1970)) | 3.48 | 4.25 | 1.20 | 3.90 | 3.35 | 0.79 |

слабо (в июле на глубине 5–10 см температура едва достигает 10 °С), влажность почвы высокая. Среднемесячная температура приземного слоя воздуха в июле составляет всего 6.1 °С, влажность – не ниже 40 %. Суточная амплитуда колебания температур летом достигает 12–20 °С. За вегетационный период выпадает в среднем около 300 мм жидких осадков. В таких жестких условиях существования (альпийские лужайки вдоль ручья) растения содержат всего около 2 % флавонолов. В то же время в других избыточно увлаж-

ненных местообитаниях, с более благоприятной температурой воздуха и почвы, содержание флавонолов оказалось достаточно высоким. Низкая температура воздуха и почвы высокогорно-тундрового пояса Курайского хребта, вероятно, не способствует биосинтезу флавонолов (см. табл. 1).

На субальпийском лугу Курайского хребта (высота 2350 м) *A. alpinum* произрастает небольшими куртинами. Почвы здесь более мощные, чем в районах каменистой тундры. Микроклиматические условия в области аль-

пийских луговых ценозов Курайского хребта более мягкие по сравнению с каменистой тундрой. Vegetационный период длится недолго. Краткость периода вегетации компенсируется быстротой развития растений. В этих условиях отмечено самое высокое содержание флавонолов. Большинство проанализированных нами растений тарана альпийского, произрастающих в условиях повышенной инсоляции Горного Алтая, накапливает значительное количество флавонолов, что косвенно подтверждает защитную функцию этих веществ. Вполне вероятно, что флавоноидные пигменты играют роль фильтров, защищая ткани растений от вредного влияния ультрафиолетовых лучей, и количество их в растениях зависит от освещенности места их произрастания.

В растениях *A. alpinum*, собранных в Усть-Канском районе Республики Алтай (луговая степь, 293 км по дороге на пос. Туекта) в июле 2008 г. в фазе массового цветения, идентифицированы агликоны и основные гликозиды флавонолов. Идентификация по результатам УФ-спектроскопии, кислотного гидролиза (для гликозидов) и сравнительного хроматографического исследования [18] показала, что агликоны исследованных растений – это кемпферол, кверцетин и мирицетин, а основные флавоноловые гликозиды – астрагалин, кверцитрин, авикулярин, гиперозид, 3,7-О-диглюкозид кверцетина, рутин, мирицитрин, что соответствует результатам наших исследований прошлых лет и литературным данным [16, 17].

Идентификация флавонолов методом ВЭЖХ на хроматографе Agilent 1100 ограничена имеющимся в нашем распоряжении набором высокоочищенных гликозидов-стандартов. Идентифицированы флавоноловые гликозиды гиперозид (7), рутин (8) и кверцитрин (14) и агликоны кверцетин (14) и кемпферол (21) (табл. 2). Все три агликона – кверцетин, кемпферол и мирицетин – обнаружены только после гидролиза. До гидролиза свободный мирицетин не был идентифицирован. Основной агликон тарана альпийского – кверцетин (до 3.26 %). Гликозиды кемпферола и мирицетина содержатся в незначительном количестве, поэтому *A. alpinum* может быть использован как продуцент гликозидов кверцетина. На рис. 1 представлена хроматограмма этанольного экстракта цветков тарана (образец № 2).

Применение методов ВЭЖХ позволяет уловить мельчайшие отличия в качественном составе компонентов отдельных органов растений, индивидуальных растений и образцов из различных мест отбора проб. В нашей работе два образца, отобранные практически в одном месте, в нескольких метрах друг от друга, содержат различные компоненты гликозидного комплекса. Так, в цветках первого образца содержится гликозид 13, гиперозид, рутин, кверцитрин, а в цветках второго (см. рис. 1) – 13, гиперозид, 10, рутин, кверцитрин (по мере уменьшения содержания). В листьях первого образца основные гликозиды – 13, кверцитрин, рутин и гиперозид, в листьях второго образца – 9, 11,

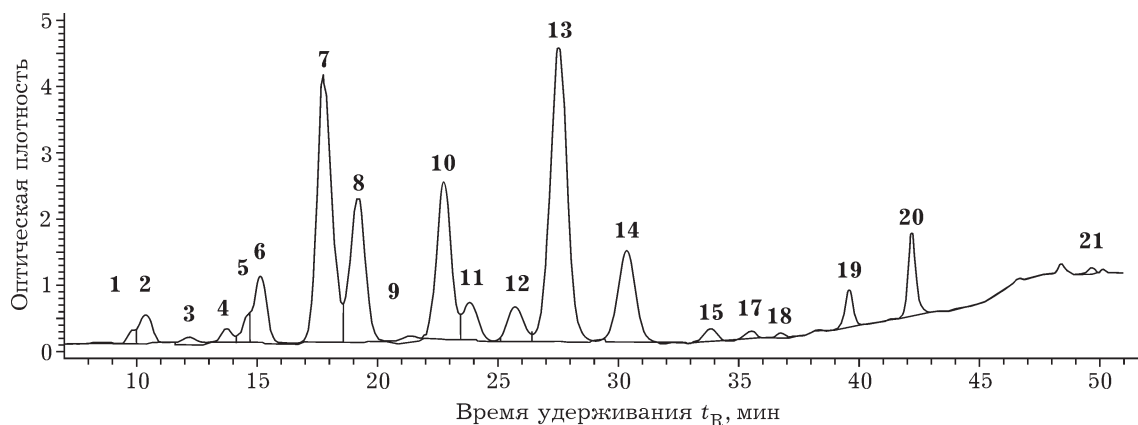


Рис. 1. Хроматограмма экстракта цветков *Aconogonon alpinum* (образец № 2) (Республика Алтай, Усть-Канский р-н, 293 км по дороге на пос. Туекта, луговая степь, июль 2008 г.): 1–6, 9–13, 15–19 – неидентифицированные компоненты, 7 – гиперозид ($t_R = 17.76$ мин), 8 – рутин ($t_R = 19.18$ мин), 14 – кверцитрин ($t_R = 30.33$ мин), 20 – кверцетин ($t_R = 42.16$ мин), 21 – кемпферол ($t_R = 49.63$ мин).

рутин и **12**. Гиперозид, кверцитрин и гликозид **13** содержатся в равных количествах (по 0.19 %). В стеблях основные гликозиды одни и те же (**6–8** и **13**). Вариабельность содержания основных гликозидов тарана альпийского была отмечена нами и ранее [16].

По суммарному содержанию гликозидов в отдельных органах растений образцы различаются незначительно. С учетом всех пиков, обнаруженных на хроматограммах, можно сделать предположение о том, что флавоноиды в основном представлены флавоноловыми гликозидами. Эти данные, полученные методами ВЭЖХ, отличаются от результатов определения методом В. В. Беликова и М. С. Шрайбера [20], который основан на реакции флавоноидов с хлористым алюминием и преимущественно применяется в биохимических исследованиях ресурсных видов растений. Результаты, полученные по этому методу, в большинстве случаев оказались значительно завышенными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные нами исследования состава и содержания флавонолов *A. alpinum* (All.) Schur, произрастающего на территории Республики Алтай, показали исключительную ценность этого растения как продуцента флавонолов – биологически активных веществ широкого спектра лечебного действия. Флавонолы представляют собой одну из ведущих групп природных соединений тарана альпийского. Их содержание достигает 10.35 % в цветках, 6.36 % в листьях и 6.16 % в надземной части. При этом особенно высоким содержанием этих веществ отличаются растения субальпийских лугов и других луговых сообществ. В составе флавонолового комплекса тарана альпийского найдены астрагалин, кверцитрин, авикулярин, гиперозид, кверцетин-3,7-диглюкозид, рутин, мирицитрин. Качественный состав флавонолов определяли по методу, описанному в работе [18], и ВЭЖХ при сравнении с достоверными образцами; содержание веществ – хромато-спектрофотометрическим методом [19], методом В. В. Беликова и М. С. Шрайбера [20] и методом ВЭЖХ [21] на жидкостном хроматографе Agilent 1100

(Agilent Technologies, США). Показано, что применение методов ВЭЖХ позволяет уловить мельчайшие отличия в составе компонентов отдельных органов растений, индивидуальных растений и образцов из различных мест отбора проб. Установлено, что использование метода В. В. Беликова дает завышенные результаты.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 07-04-1414)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барабой В. А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев: Наук. думка, 1976.
- 2 Барабой В. А. Растительные фенолы и здоровье человека. М.: Наука, 1984.
- 3 Максютин Н. П., Комисаренко Н. Ф., Прокопенко А. П., Погодина Л. И., Липкан Г. Н. Растительные лекарственные средства. Киев: Здоровье, 1985.
- 4 Cook N. C., Samman S. // J. Nutr. Biochem. 1996. Vol. 7, No. 2. P. 66.
- 5 Tijburg L. B., Mattern T., Folts J. D., Weisgerber U. M., Katan M. B. // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1997. Vol. 37, No. 8. P. 771.
- 6 Dicarolo G., Mascolo L., Izzo A. A., Capasso F. // Life Sci. 1999. Vol. 65, No. 4. P. 337.
- 7 Hollman P. C., Feskens E. J., Katan M. B. // Proceed. Soc. Exp. Biol. Med. 1999. Vol. 220, No. 4. P. 198.
- 8 Минаева В. Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование. Новосибирск: Наука, 1978.
- 9 Rice-Evans C. A., Miller N. J. // Biochem. Soc. Trans. 1996. Vol. 24, No. 3. P. 790.
- 10 Kaur Ch., Kapoor H. C. // Int. J. Food Sci. Techn. 2002. Vol. 37, No. 2. P. 153.
- 11 Цвелев Н. Н. Сем. Polygonaceae Juss. – гречишные (кроме *Rumex*) // Флора Восточной Европы. т. IX. СПб.: Мир и семья, 1996. С. 98–157.
- 12 Конспект флоры Сибири / под ред. К. С. Байкова. Новосибирск: Наука, 2005.
- 13 Флора Центральной Сибири / под ред. Л. И. Малышева и Г. А. Пешковой. Новосибирск: Наука, 1979.
- 14 Уличева Г. М. // Раст. ресурсы. 1977. Т. 13, № 2. С. 347.
- 15 Высочина Г. И. Таран альпийский – продуцент флавонолов гликозидов // Материалы Междунар. конф. “Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития”. Алматы, 2000. С. 118–119.
- 16 Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004.
- 17 Demirezer L. O., Kuruuzum-Uz A., Guvenalp Z., Suleyman H. // Pharm. Biol. 2006. Vol. 44, No. 6. P. 462.
- 18 Mabry T. Y., Markham K. R., Thomas M. B. The Systematic Identification of Flavonoids. Berlin-Heidelberg-NY.: Springer Verlag, 1970.
- 19 Высочина Г. И., Кульпина Т. Г., Березовская Т. П. // Раст. ресурсы. 1987. Т. 23, № 2. С. 229.
- 20 Беликов В. В., Шрайбер М. С. // Фармация. 1970. Т. 1. С. 66.
- 21 Beek T. A. // J. Chromatogr. A. 2002. Vol. 967. P. 21.
- 22 Храмова Е. П., Комаревцева Е. К. // Раст. ресурсы. 2008. Т. 3. С. 96.

- 23 Юрьев Д. В., Эллер К. И., Арзамасцев А. П. // Фармация. 2003. Т. 2. С. 7.
- 24 Запрометов М. Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993.
- 25 Днепровский Ю. М. Экологическая физиология горных растений Юго-Восточного Алтая (в связи с интродукцией): Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1967.