

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СИБИРСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ЦСБС СО РАН)

ул. Золотодолинская, д. 101, Новосибирск, 630090
Для телеграмм: Новосибирск – 90, «Ботсад»
Факс (383) 330-19-86
Телефон (383) 330-41-01
E-mail: botgard@ngs.ru
http://www.esbg.nsc.ru

« УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Центрального
сибирского ботанического сада СО
РАН, д.б.н., чл.-корр. РАН

В.П.Седелников

28 ноября 2014 г.

28.11.2014 № 15344-04-2141

На № _____ от _____

Отзыв ведущей организации
на диссертационную работу А.А. Бадулиной «Смолевки секции *Otites*
(Adans.) *Otth* рода *Silene* L.: интродукция, хемотаксономия, перспективы
использования», представленную к защите на соискание ученой степени
кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – «Ботаника»

Диссертационная работа А.А. Бадулиной посвящена фитохимическим и хемотаксономическим аспектам изучения состава и содержания экистероидов и флавоноидов у представителей секции *Otites* (Adans.) *Otth* рода *Silene* L. (сем. Caryophyllaceae) и установлению закономерностей их накопления в условиях интродукции в Томскую область.

Актуальность исследования не вызывает сомнения и определяется тем, что растения являются основным источником этих чрезвычайно интересных и важных биологически активных веществ (БАВ) как для жизни самого растительного организма, так и в плане их практического использования для получения лекарственных средств разнообразного действия - адаптогенного, радиопротекторного, противоопухолевого, антифунгального, гемореологического и пр. Применение современных высокоточных методов исследования позволяет решать вопросы рационального использования видов растений с высоким содержанием БАВ и прогнозирования их поиска в сложной таксономической системе различного уровня.

Диссертантом сформулирована основная цель работы – установление закономерностей химического состава растений 8 видов и одного подвида секции *Otites* (Adans.) *Otth* рода *Silene* L., введенных в культуру в Томской области, использование полученных материалов для хемотаксономических заключений и в практическом плане. В ходе исследования автор поставил 5

задач, решение которых обеспечивает достижение цели и отражает весь объём проделанной работы.

Диссертация изложена на 169 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы, включает 4 приложения (А-Г).

Во **введении** (стр. 4-7) дана общая характеристика работы: актуальность темы, цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость, защищаемые положения и апробация работы. Эта часть диссертации написана с соблюдением обязательных правил, которые необходимо выполнять при оформлении диссертации. Для обоснования положений диссертации и обсуждения полученных результатов привлечены многочисленные опубликованные данные: список литературы насчитывает 171 наименование. В приложениях приводятся материалы о систематическом положении изученных видов в различных сводках и спектрально-хроматографические характеристики экдистероидов и флавоноидов.

В **первой главе** (стр. 8-31) приведен краткий обзор современных хемотаксономических исследований, подчеркивается особая роль хемосистематики в изучении и классификации разнообразия растительного мира. Показано, что материалы по составу и содержанию вторичных метаболитов представляют определенную ценность не только для новых таксономических построений и уточнения имеющихся, но и дают возможность прогнозирования поиска источников биологически активных веществ на основе установления родства и филогенетических связей. Более подробно рассмотрены представители семейства *Caryophyllaceae* и, в частности, рода *Silene*, являющиеся продуцентами ценных соединений – экдистероидов и С-гликозилированных флавонов. Показано, что именно эти вещества могут выступать для рода *Silene* в роли хемотаксономических маркеров, то есть химических признаков, отражающих родственные отношения таксонов. Особый интерес представляет разнообразная биологическая активность экдистероидов гвоздичных, что побуждает ученых многих стран исследовать эту группу соединений как основу новых лекарственных средств. Диссертант особо отмечает перспективы работы с экдистероидами, обладающими заданной биологической активностью, в связи с применением новых современных методов исследования. Подчеркивается особая роль и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии, позволяющей разделять сложные смеси, содержащие компоненты в малых и сверхмалых количествах. Исследованиями А.А. Бадулиной было доказано, что этот вид хроматографии оказался особо ценным для хемотаксономических заключений, требующих максимальной детализации химического состава. Раздел 1.4 о роли элементного состава в жизнедеятельности растений выходит за рамки обзора, обозначенного названием главы 1. В целом, содержание этой главы достаточно информативно, представлено в хорошем научном изложении, что свидетельствует об эрудиции и глубоких знаниях автора.

Во **второй главе** (стр. 32-41) описаны природные условия района исследования, в котором расположен учебно-экспериментальный участок

Сибирского ботанического сада ТГУ (юг Томской области), некоторые общие рекомендации по выращиванию смолевок с учетом агроклиматических условий, указаны виды растений, надземная часть которых была использована в качестве объектов исследования. Положительным моментом является привлечение систематиков растений к определению таксономической принадлежности смолевок, семена которых были получены из западных регионов России и зарубежных стран. Далее подробно описаны методы исследования: определение состава и содержания экистероидов, выделение их колоночной хроматографией, метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для получения экистероидных и флавоноидных профилей смолевок, различные физико-химические методы исследования индивидуальных соединений и методика определения элементного состава. Следует отметить, что диссертант владеет разнообразными экспериментальными методами, что позволило создать хорошую базу для хемотаксономических заключений.

В третьей главе (стр. 42-67) представлены проблемы систематики секции *Otites* рода *Silene*, обоснована необходимость исследования состава экистероидов и флавоноидов как с позиций ботанической классификации, так и с практической точки зрения. Показано, что формирование сырьевой базы для видов, имеющих небольшой ареал и труднодоступных для сборов, может быть успешно проведено введением растений в культуру. Условия Томской области (юг Западной Сибири) оказались вполне подходящими для выращивания смолевок, в том числе и европейских видов. В процессе адаптации сохраняется комплекс биологически активных веществ, представляющих интерес для фармакологии, медицины и биотехнологии.

В этой же главе рассмотрены особенности выращивания растений исследуемых таксонов. Рекомендованы для культивирования в условиях Томской области *S. otites*, ее подвид *S. otites* ssp. *hungarica* и *S. colpophylla*. Перспективны также *S. roemeri* и *S. sendtneri*. Растения проходят полный жизненный цикл и сохраняют полноценный комплекс БАВ. Как следует из таблиц 15 – 17, коллекция смолевок создавалась в СБС ТГУ в течение двух десятилетий. Хотелось бы уточнить, каков конкретный вклад диссертанта в эту работу, в какие годы А.А. Бадулина сама непосредственно занималась посевом семян, фенологическими наблюдениями и пр. Раздел 3.3 по интродукции невелик по объему (6 страниц), хотя обозначен в названии работы. Считаю, что более правильным было бы отнести эти исследования к первичным интродукционным испытаниям, цель которых - получение экспериментального материала, создание как можно более полной коллекции таксонов рода, включая растения, произрастающие вне мест их естественного обитания. Однако этих, довольно ограниченных исследований по культивированию смолевок оказалось вполне достаточно для решения поставленных диссертантом задач.

Четвертая глава (стр. 68-89) является базовой. От того, насколько основательно и достоверно проработана химическая часть работы, зависят все последующие хемотаксономические выводы и предложения. Эта часть

исследований выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования – высокоэффективной жидкостной хроматографии, УФ, масс- и ЯМР-спектроскопии, атомно-эмиссионной спектрометрии. Хорошо проработаны вопросы оптимизации условий экстракции, проведен подбор хроматографических систем для изучения экистероидов и флавоноидов. Показано, что оптимальными системами для изучения комплекса экистероидов в смолевках являются системы обращено-фазного градиентного анализа. Достойны похвалы исследования экистероидного и флавоноидного профилей видов *Silene*, в том числе нового источника экистероидов *Silene colpophylla*. Разработана схема выделения экистероидов и флавоноидов из надземной части растений этого вида. Выделенные экистероиды идентифицированы высокоточными методами. Проанализирована флавоноидная сумма экстракта, состоящая, по мнению диссертанта, из изомерных С-гликозилированных флавонов с апигениновой структурой. Дана более детальная характеристика можорного флавоноида – С-дигликозида апигенина. Все исследования выполнены основательно, что свидетельствует о хорошей химической подготовке диссертанта.

Пятая глава (стр. 90-100), посвященная вопросам хемотаксономии видов рода *Silene*, является логическим продолжением ранее представленных материалов. Четко поставлены ботанические вопросы, на которые автор хочет получить ответы, используя методологию хемосистематики. Дано обоснование выбора таксонов для изучения с позиций наличия и содержания экистероидов. Проведено сравнение экистероидных профилей этанольных экстрактов надземной части смолёвок, полученных при помощи ВЭЖХ/УФ анализа. Обсуждаются их видоспецифические особенности: в принципе экистероидный состав 8 видов и одного подвида секции *Otites* сходны. При сравнении с видами других секций выявлены экистероиды, общие для всего рода *Silene* и для секции *Otites*. Почти во всех видах присутствует 20-гидроксиэкизон, причем в наибольшей концентрации по отношению к другим веществам. Проведено сравнение типового вида *S. otites* и *S. otites* ssp. *hungarica*, гибридного вида *S. pseudotites* с родительскими *S. otites* и *S. colpophylla*, обсуждается таксономическое положение *S. borysthena*. Получены и проанализированы флавоноидные профили всех изучаемых смолёвок.

На примере представленной работы видно, как велики возможности использования хроматографических методов исследования для решения конкретных вопросов ботанической систематики. В последние годы с внедрением методов высокоэффективной жидкостной хроматографии открылись новые перспективы для решения хемотаксономических проблем.

В шестой главе (стр. 101-117) рассмотрены перспективы использования смолёвок в качестве источника экистероидов, и в связи с этим приведены результаты изучения динамики содержания этих веществ в растениях некоторых видов. Автор сравнивает содержание основного компонента – 20-гидроксиэкизона в различные фенофазы растений *S. colpophylla* двух поколений, далее – всех изучаемых видов и получает в

результате достаточно разнородную картину вследствие различий в биологии развития смолевков разных видов.

Диссертант убедительно показывает, что при выборе вида для использования в качестве сырья необходимо учитывать соотношение содержания биологически активных веществ и биомассы растения. Рассчитан выход экистероидов из одного растения. Максимальный показатель был у растений видов *S. roemeri*, *S. sendtneri* и *S. colophylla*. Как оказалось, плантации многолетних видов смолевков можно использовать в течение нескольких лет.

К сожалению, сезонная динамика накопления веществ не учтена диссертантом в хемотаксономических исследованиях, ведь в зависимости от фазы развития изменяется не только содержание, но и качественный состав веществ. Вопросы сезонной динамики и эколого-географической изменчивости накопления веществ являются важными разделами хемосистематики, влияющими на достоверность заключений и выводов.

Небольшой раздел посвящен элементному составу растений видов секции *Otites*. Выявлены основные особенности их распределения. Установлено, что в надземной части всех видов смолевков накапливается большое количество марганца, особенно это характерно для видов – сверхконцентраторов экистероидов. При выращивании смолевков этот факт необходимо учесть.

Выводы соответствуют задачам исследования и являются логическим следствием всего объёма проделанной работы. Научная новизна диссертационной работы А.А. Бадулиной не вызывает сомнения. Впервые проведено сравнение экистероидных и флавоноидных профилей видов секции *Otites*. Впервые результаты ВЭЖХ экстрактов из смолевков выступают в качестве хемотаксономических маркеров, что позволило решить поставленные ботанические задачи. Предложен новый источник экистероидов и флавоноидов – *S. colpophylla*, из надземной части которого выделены и идентифицированы современными методами чистые вещества.

Защищаемые положения убедительно обоснованы. Работа хорошо оформлена и проиллюстрирована. Автореферат соответствует содержанию работы.

Материалы диссертации отражены в 9 печатных работах, из которых 3 опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на 6 международных и всероссийских конференциях.

Диссертационная работа А.А. Бадулиной относится к разряду научных исследований, которые имеют как теоретическое, так и практическое значение, и заслуживает положительной оценки. Её тема актуальна и отличается высокой степенью новизны. В основе работы лежит массовый и доброкачественный материал, при обработке которого использованы современные методы и подходы. Некоторые мелкие опечатки и неточности (стр. 10, 23, 25, 52, 62, 86 и пр.) не снижают общего положительного впечатления от представленной диссертации.

Диссертационная работа «Смолевки секции *Otites* (Adans.) Otth рода *Silene* L.: интродукция, хемотаксономия, перспективы использования» является законченным научно-квалификационным исследованием и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Анна Александровна Бадулина заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – «Ботаника».

Отзыв обсужден и одобрен на совместном заседании лабораторий фитохимии и интродукции редких и исчезающих видов растений ЦСБС СО РАН, протокол № 7 от 28 ноября 2014 г.

Доктор биологических наук,
профессор,
зав. лабораторией

Высочина Галина Ивановна

Лаборатория фитохимии,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Центральный сибирский ботанический сад
Сибирского отделения Российской академии наук
<http://www.csbg.nsc.ru>
630090, Новосибирск,
ул. Золотогорная, 101.

тел. +7 (383) 339-98-10
e-mail: vysochina_galina@mail.ru

28.11.2014 г.

