

На правах рукописи

ЛУГМАНОВА МИЛЯУША РИНАТОВНА

**АЛКАЛОИДНОСНЫЕ ВИДЫ ФЛОРЫ ПРЕДУРАЛЬЯ:
ВЫЯВЛЕНИЕ, ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 03.00.16 – Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Уфа – 2007

Работа выполнена в лаборатории экологии растительных ресурсов
Института биологии Уфимского научного центра РАН

Научный руководитель: **Федоров Николай Иванович**
доктор биологических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Хазиахметов Рашид Мухаметович**
доктор биологических наук, профессор

Ишмуратова Майя Мунировна
доктор биологических наук, доцент

Ведущая организация: **Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**

Защита состоится «12» ноября 2007 года в 12.00 часов на заседании Регионального диссертационного совета КМ 002.136.01 при Институте биологии Уфимского научного центра Российской академии наук по адресу: 450054, г. Уфа, пр. Октября, д. 69, тел./факс (347) 235-53-62, E-mail: ib@anrb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии УНЦ РАН и на официальном сайте <http://www.anrb.ru/inbio/dissovet/index.htm>

Автореферат разослан «...» октября 2007 г.

Ученый секретарь
Регионального диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент



Уразгильдин Р.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Алкалоиды – природные (преимущественно растительного происхождения) азотсодержащие органические соединения основного характера, которые занимают особое место среди природных соединений благодаря их огромному структурному многообразию, высокой физиологической активности и широкому спектру терапевтического действия. К настоящему времени во флоре территорий бывших республик СССР, включающей более 20000 видов сосудистых растений, достаточно хорошо изучен состав алкалоидов более 600 видов [Шакиров и др., 1996]. Еще в нескольких сотнях видов алкалоиды были обнаружены, но не идентифицированы. Большая часть исследований по выявлению растений-алкалоидоносов проводилась на территориях республик Средней Азии.

На Южном Урале, флора которого насчитывает около 1800 видов сосудистых растений, исследования по выявлению алкалоидоносных видов были начаты Е.В. Кучеровым [Кучеров, Каримова, 1979]. Однако, под его руководством на наличие алкалоидов было проанализировано только 88 видов растений. Недостаточная изученность алкалоидоносной флоры Южного Урала приводила к тому, что подбор алкалоидоносных видов растений в качестве потенциальных источников сырья для производства медицинских препаратов проводился без учета региональной специфики. В связи с этим возникла необходимость проведения исследований по выявлению новых алкалоидоносных видов и оценки возможности их ресурсного использования.

Цель данной работы – выявление на территории Башкирского Предуралья растений-алкалоидоносов в ценофлорах лесных, луговых, степных, синантропных, болотных сообществ, а также в ценофлоре растительности засоленных почв, и оценка потенциальной возможности их использования в качестве сырья для производства лекарственных препаратов. Для этого необходимо было решить следующие задачи:

1. Выявление алкалоидоносных видов в основных растительных сообществах Башкирского Предуралья.

2. Анализ распространения алкалоидоносных видов в составе лесных, луговых, степных, синантропных, болотных растительных сообществ, а также в составе растительности на засоленных почвах, и распространения сообществ с участием этих видов на территории Башкирского Предуралья с целью оценки потенциальной возможности их ресурсного использования.

3. Анализ содержания суммы алкалоидов в наиболее перспективных ресурсных и легкоинтродуцируемых новых алкалоидоносных видах.

4. Предварительная оценка потенциальной возможности использования алкалоидоносных видов флоры Предуралья как источников сырья для производства медицинских препаратов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Алкалоиды обнаружены только в травянистых и кустарниковых видах и не обнаружены в древесных видах флоры Башкирского Предуралья. В крупных семействах растений алкалоидоносные виды представлены неравномерно: они широко распространены в семействах *Fabaceae*¹, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Ranunculaceae* и не обнаружены в семействах *Rosaceae*, *Cyperaceae* и *Polygonaceae*.

2. Доля алкалоидоносных видов выше в коренных растительных сообществах (леса, степи, остепненные опушки), состав которых формируется в результате конкуренции видов друг с другом, и ниже – в растительных сообществах, формирующихся под влиянием природных и антропогенных стрессовых факторов (избыточное увлажнение, засоление почвы, вытаптывание и т.д.).

3. Растения – доминанты ненарушенных коренных растительных сообществ, как правило, не содержат алкалоиды, и большинство алкалоидоносных видов в этих сообществах, таким образом, являются ценотическими пациентами.

4. В качестве потенциальных источников сырья для производства известных и новых медицинских препаратов можно рассматривать 49 алкалоидоносных видов флоры Башкирского Предуралья.

¹ Латинские названия таксонов приведены по С.К. Черепанову [1995] и «Флоре Восточной Европы» [1996, 2001]

Научная новизна работы. Впервые проведено выявление растений-алкалоидоносов в ценофлорах лесных, луговых, степных, синантропных, болотных сообществ, а также в ценофлоре растительности засоленных почв Башкирского Предуралья. Проанализированы эколого-ценотические закономерности распространения алкалоидоносных видов. Выявлена связь между алкалоидоносностью у растений и их фитоценотической ролью в растительных сообществах. Установлено, что доля алкалоидоносных видов выше в растительных сообществах, состав которых формируется в результате конкуренции видов друг с другом, и ниже – в сообществах, состав которых формируется под влиянием природных и антропогенных стрессовых факторов. Выявлены ресурсно-перспективные и легкоинтродуцируемые новые алкалоидоносные растения с достаточным содержанием алкалоидов для того, чтобы рассматривать их в качестве перспективных источников сырья для производства медицинских препаратов.

Научно-практическая значимость работы. Во флоре Башкирского Предуралья выявлено 124 алкалоидоносных вида и оценена потенциальная возможность их использования в качестве сырья для производства медицинских препаратов. Полученные результаты являются основой для дальнейшего изучения состава и содержания алкалоидов в перспективных алкалоидоносных видах.

Связь работы с научными программами. Диссертационная работа выполнена при финансовой поддержке программ ОБН РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» (тема «Выявление перспективных растений-алкалоидоносов и их распространение во флоре Южного Урала») и «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования» (тема «Оценка биоресурсного потенциала алкалоидоносной флоры Южного Урала»), ГНТП АН РБ (грант «Эколого-ценотические закономерности распространения алкалоидоносных растений на Южном Урале»).

Личный вклад автора состоит в сборе полевого материала, проведении лабораторных анализов, описании результатов исследования, формировании выводов.

Апробация работы. Основные положения работы были представлены на Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук» (Уфа, 2005), Всероссийской научно-практической конференции «Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы» (Бирск, 2005), III Международной научной конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий» (Оренбург, 2006), Всероссийской научной конференции «Ботанические исследования в Поволжье и на Урале» (Саратов, 2006), I(IX) Международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге (Санкт-Петербург, 2006), 6-й научной конференции «Фитотерапия, биологически активные вещества естественного происхождения в современной медицине» (Черноголовка, 2006), XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 1 статья в рецензируемом журнале, рекомендованном ВАК МОН РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и 10 приложений. Общий объем диссертации с приложениями 187 страниц, из них основной текст диссертации занимает 143 страницу, включая 20 таблиц и 2 рисунка. Список литературы содержит 214 наименований, из них 33 иностранных.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность и огромную признательность д.б.н. Федорову Н.И. за руководство при выполнении работы, к.х.н. Михайленко О.И., к.х.н. Цырлиной Е.М., к.б.н. Мулдашеву А.А. за неоценимую помощь и поддержку в работе над диссертацией, сотрудникам лаборатории экологии растительных ресурсов Института биологии УНЦ РАН за помощь и участие.

ГЛАВА 1 АЛКАЛОИДНОСНЫЕ ВИДЫ: ВЫЯВЛЕНИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАЛОИДОВ (обзор литературы)

В главе даны общая характеристика, распространение и фармакологическая активность основных классов алкалоидов [Юнусов и др., 1981; Шакиров и

др., 1996; Растительные ресурсы..., 1985, 1987, 1988, 1990, 1991, 1993, 1996]. Сделан обзор основных подходов к качественному и количественному определению алкалоидов в растениях [Орехов, 1955; Наумчик, 1960; Хроматография..., 1965; Методы биохимических..., 1972; Кретович, 1980; Химический анализ..., 1983; Кирхнер, 1984].

Проанализированы литературные данные по распространению алкалоидов в растительном мире [Баньковский и др., 1947; Соколов, 1952; Губанов, 1960; Willaman, Schubert, 1961; Макаров, 1969; Орехов, 1965; Лазурьевский, 1975; Юнусов, 1997; Чадин и др., 2004]. Отмечено, что у ряда алкалоидоносных видов в разных частях ареалов количественное содержание и качественный состав алкалоидов в растениях может сильно варьировать (вплоть до полного их исчезновения) [Юнусов, 1948; Соколов, 1952; Шарапов, 1954; Sokolow, 1956; Юнусов, 1997; Чадин и др., 2004]. Во флоре территорий бывших республик СССР, включающей более 20000 видов сосудистых растений [Флора СССР, 1934], изучен состав алкалоидов более чем в 600 видах [Шакиров и др., 1996]. Еще для нескольких сотен видов изучено суммарное содержание алкалоидов в растениях, или же только установлено их наличие [Растительные ресурсы..., 1985, 1987, 1988, 1990, 1991, 1993, 1996]. Различные регионы СССР были изучены на наличие в их флорах алкалоидоносных видов в разной степени. Наименее изучена в этом отношении флора средней полосы России [Чадин и др., 2004] и Южного Урала [Кучеров, Каримова, 1979].

ГЛАВА 2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДУРАЛЬЯ

По данным литературы [Крашенинников, 1941; Тахаев, 1959; Тайчинов, Бульчук, 1975; Агроклиматические..., 1976; Мукатанов, 1992; Почвы Башкортостана, 1995; Башкортостан. Краткая..., 1996; Атлас Республики Башкортостан, 2005] охарактеризованы почвы, рельеф и климат Башкирского Предуралья. Приведены особенности климата и растительности семи районов Предуралья по ботанико-географическому районированию Республики Башкортостан

[Мулдашев, 2004], их границы показаны на рис. 1.

Приведены результаты анализа литературных данных по синтаксономической структуре растительности Предуралья [Schubert et al., 1979, 1981; Кашапов, 1985; Миркин и др., 1985, 1986б,в,д,е; Денисова и др., 1986а,б; Klotz, Köck 1984, 1986; Соломещ, и др., 1989а,б; Хазиахметов и др., 1989а,б,в; Федоров, 1991; Соломещ, Григорьев, 1992; Соломещ и др., 1992, 1993, 1994; Кукарина и др., 1996; Григорьев и др., 2002; Соломещ и др., 2002; Филинов и др., 2002; Мартыненко и др., 2003; Ямалов и др., 2003, 2004; Мартыненко, Жигунова, 2004; Мартыненко и др., 2005]. Основные растительные сообщества Предуралья в системе единиц эколого-флористической классификации по методу Браун-Бланке относятся к 133 ассоциациям 47 союзов 27 порядков 17 классов лесной, степной, луговой, синантропной и болотной растительности, а также растительности засоленных почв (табл. 1). Охарактеризовано распространение ассоциаций в ботанико-географических районах Предуралья.

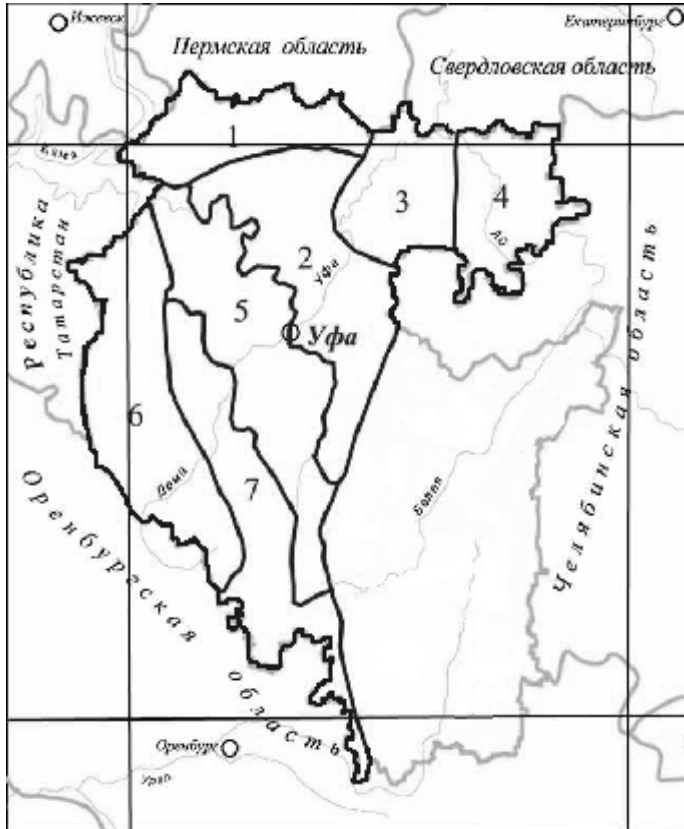


Рисунок 1 – Ботанико-географические районы Предуралья по А.А. Мулдашеву [2004]

- 1 – Камско-Таныпский район широколиственных, широколиственно-темнохвойных и сосновых лесов;
- 2 – Забельский район широколиственных лесов;
- 3 – район широколиственно-темнохвойных лесов Уфимского плато;
- 4 – Северо-восточный лесостепной и лесной район;
- 5 – Предбельский лесостепной район;
- 6 – Белебеевская возвышенность
- 7 – Предуральский степной район

Таблица 1

Синтаксономическая структура лесной, луговой, степной, синантропной, болотной растительности, а также растительности на засоленных почвах Башкирского Предуралья

Классы	Порядки	Количество, шт.	
		Союзов	Ассоциаций
Molinio-Arhenatheretea	Molinietales	4	10
	Arrhenatheretales	2	9
	Galietales veri	1	10
	Carici macroureae-Crepidetales sibiricae	1	10
Trifolio-Geranietea sanguinei	Origanetales vulgaris	1	2
Festuco-Brometea	Festucetales valesiacaе	4	6
	Onosmetales	2	3
Querco-Fagetea	Fagetales sylvaticae	3	11
	Quercetales pubescentis	1	2
Vaccinio-Piceetea	Piceetales excelsae	2	6
Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae	Chamaecytiso ruthenici – Pinetales sylvestris	2	4
Salicetea purpureae	Salicetales purpureae	2	3
Festuco-Puccinellietea	Festuco-Limonietales	2	5
Scorzonero-Juncetea gerardii	Scorzonero-Juncetales gerardii	1	5
Thero-Salicornietea	Thero-Salicornietales	2	2
Secalietea	Secalietales	1	2
Chenopodieta	Sisymbrietales	4	12
	Polygono-Chenopodietales	2	7
Artemisietea vulgaris	Artemisietales vulgaris	1	2
	Onopordetales acanthii	2	4
	Achilleetales millefolii	1	3
Agropyretea repentis	Agropyretales repentis	1	2
Plantaginetea majoris	Plantaginetales majoris	1	5
Polygono-Artemisietea austriacaе	Agrostietales stoloniferae	1	3
	Polygono-Artemisietales austriacaе	1	2
Alnetea glutinosae	Alnetales glutinosae	1	2
	Salicetales auritae	1	1

Примечание - Названия синтаксонов приведены по С.М. Ямалову и др. [2004]

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выявление алкалоидоносных видов. Для анализа наличия и степени содержания алкалоидов в растениях применяли широко используемую методи-

ку с кремневольфрамовой кислотой [Массагетов, 1947; Баньковский и др., 1947; Кучеров, Каримова, 1979; Чадин и др., 2004] с небольшими модификациями [Федоров и др., 2005]. У травянистых растений анализировали корни и надземную часть, у древесных и кустарниковых видов – ветви, образовавшиеся в результате прироста текущего года, и листья. Для анализа использовали части не менее пяти экземпляров растений. Проводился анализ растений основных растительных сообществ всех ботанико-географических районов Предуралья.

Анализ содержания суммы алкалоидов в растениях. Для анализа на содержание суммы алкалоидов брали воздушно-сухие измельченные образцы растений весом 50,00 г. Сумму алкалоидов из корней и надземной части растений извлекали методом исчерпывающей экстракции [Степаненко, 1957]. В качестве экстрагентов использовали 70%-ный водный ацетон, 75%-ный этиловый спирт, хлороформ, дихлорэтан. Из экстракта алкалоиды извлекали через сернокислые соли. Содержание суммы алкалоидов определяли гравиметрическим методом.

Возможность ресурсного использования алкалоидоносных видов оценивалась на основе анализа их постоянства и обилия во флористическом составе растительных сообществ, описанных в системе эколого-флористической классификации Браун-Бланке и распространения этих сообществ в Предуралье.

ГЛАВА 4 ВЫЯВЛЕНИЕ АЛКАЛОИДОНОСНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ВО ФЛОРЕ ПРЕДУРАЛЬЯ

При проведении исследований по выявлению алкалоидоносных видов было проанализировано 628 видов, относящихся к 338 родам 88 семейств сосудистых растений. Алкалоиды обнаружены в корнях или надземной части 124 видов, относящихся к 80 родам 37 семейств. Доля алкалоидоносных видов от общего числа проанализированных видов составила 19,7%, что выше, чем в ряде других регионов России [Макаров, 1965, 1969].

В числе проанализированных видов было 575 травянистых, 25 древесных и 28 кустарниковых видов растений. В древесных видах алкалоиды не обнаружены. Для семи кустарниковых видов (*Caragana frutex*, *Chamaecytisus rutheni-*

cus, *Daphne mezereum*, *Euonymus verrucosa*, *Genista tinctoria*, *Rhamnus cathartica*, *Sambucus sibirica*) установлено наличие алкалоидов в листьях и ветвях прироста текущего года.

Таксономические закономерности распространения. Среди обследованных видов в основных семействах флоры Башкирского Предуралья пропорционально большее количество алкалоидоносных видов выявлено в семействе *Fabaceae* (65,2%), что совпадает с данными зарубежных исследователей [Hazlett, 1998]. Кроме того, большая доля алкалоидоносов обнаружена в семействах *Ranunculaceae* (46,2%), *Brassicaceae* (37,5%), *Caryophyllaceae* (28,6%), *Scrophulariaceae* (24,1%), а также в семействе *Asteraceae* (10,2%). В крупном семействе *Orchidaceae*, представители которого, в основном, являются редкими видами, было обследовано только семь видов. Тем не менее, в пяти видах обнаружены алкалоиды. В семействе *Poaceae*, представители которого обычно считаются неалкалоидоносными, выявлено три алкалоидоносных вида (*Leymus raboanus*, *Melica altissima*, *Setaria pumila*). Это подтверждает гипотезу о том, что биосинтез алкалоидов имеет место у всех растительных организмов [Mothes, 1965], и у растений, которые обычно являются безалкалоидными, может при определенных условиях проявиться способность к биосинтезу алкалоидов [Ловкова, 1981].

В ряде широко распространенных семейств, таких как *Rosaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Rubiaceae*, *Campanulaceae*, алкалоидоносные виды не обнаружены. Алкалоидоносные виды широко распространены в родах *Astragalus*, *Lathyrus*, *Linaria*, *Polygala*, *Delphinium*, *Silene*, *Viola*, *Senecio*, *Thalictrum*, но не обнаружены в ряде крупных родов, таких как *Artemisia*, *Carex*, *Galium*, *Potentilla*, *Veronica*, *Campanula*, *Centaurea*, *Equisetum*, *Geranium*, *Plantago*.

Эколого-ценотические закономерности распространения. Анализ встречаемости выявленных алкалоидоносных видов в растительных сообществах Предуралья показал, что, в зависимости от типа сообщества, доля алкалоидоносных видов в их флористическом составе может составлять от 8,5% до 23,9% (табл. 2). При этом, доля алкалоидоносных видов была выше в сообще-

ствах остепненных опушек и степной растительности. В пределах одного типа растительности доля алкалоидоносных видов в сообществах, формируемых в условиях избыточного или повышенного увлажнения, ниже, чем в сообществах, приуроченных к ксерофитным местообитаниям.

В целом, доля алкалоидоносных видов (в том числе и с высоким постоянством) выше в коренных растительных сообществах, состав которых формируется в результате конкуренции видов друг с другом, и ниже – в растительных сообществах, состав которых формируется под влиянием природных и антропо-

Таблица 2

Представленность алкалоидоносных видов во флористическом составе различных типов растительных сообществ Предуралья

Типы растительных сообществ	Доля алкалоидоносных видов, %	
	Всех	Ресурсных
Луговые сообщества лесных опушек и редколесий (Trifolio-Geranietea sanguinei)	23,9	6,1
Степные сообщества (Festuco-Brometea)	23,0	6,7
Сосново-березово-лиственничные леса (Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae)	21,4	10,5
Термофильные дубовые леса (Quercetalia pubescentis)	20,9	9,3
Бореальные хвойные леса на бедных кислых почвах (Vaccinio-Piceetea)	19,7	6,0
Лесные луга (Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae)	19,4	6,5
Остепненные луга (Galietalia veri)	19,2	6,8
Сообщества, представляющие более продвинутые стадии восстановительных сукцессий (Agropyretea repentis и Artemisietea vulgaris)	18,1	4,8
Мезофильные широколиственные леса (Fagetalia sylvaticae)	17,5	5,8
Мезофильные темнохвойные и смешанные леса неморального типа (Abietenalia sibiricae)	16,4	9,2
Сообщества, представляющие начальные стадии восстановительных сукцессий (Chenopodietea)	15,7	1,6
Мезофильные луга на высоких поймах и плакорных участках (Arhenatheretalia)	14,6	3,5
Сообщества, формирующиеся под влиянием вытаптывания и выпаса (Plantaginetea majoris, Polygono-Artemisietea austriacae)	14,1	4,3
Пойменные приустьевые ивово-тополевые леса (Salicetea purpureae)	13,3	0,8
Сегетальные (сорнополевые) сообщества зерновых культур (Secalietea)	12,2	1,2
Влажные пойменные луга (Molinietalia)	10,2	2,4
Низинные черноольховые и пушистоберезовые заболоченные леса (Alnetea glutinosae)	10,2	2,1
Растительность засоленных почв (Thero-Salicornietea, Scorzonero-Juncetea gerardii, Festuco-Puccinellietea)	8,5	1,6

погенных стрессовых факторов (избыточное увлажнение, засоление почвы, вытаптывание и т.д.).

Алкалоиды не выявлены в древесных лесообразующих видах и в большинстве доминантов ненарушенных степных растительных сообществ. Следовательно, алкалоидоносные виды в этих сообществах являются видами, приспособившимися к существованию с доминантами, т.е. ценотическими пациентами [Работнов, 1983; Миркин, Наумова, 1998]. Из литературных данных известно, что у видов родов *Aconitum* и *Delphinium* в популяциях с большим содержанием алкалоидов в растениях выше темпы сезонного развития в начале периода вегетации [Федоров, 2003]. Некоторые из алкалоидоносных видов (например, *Aconitum septentrionale* под пологом леса) начинают интенсивно развиваться в начале вегетационного периода до развития основных доминантов растительного сообщества. Таким образом, подтверждается предположение [Федоров, 2006] о том, что алкалоидоносность у растений, видимо, является одним из биохимических механизмов приспособления к совместному произрастанию с более конкурентоспособными видами в коренных сообществах за счет изменения ритма сезонного развития.

ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РЕСУРСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛКАЛОИДОНОСНЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ПРЕДУРАЛЬЯ

Анализ распространения в растительных сообществах впервые выявленных и ранее известных алкалоидоносных видов, а также распространения этих растительных сообществ в Предуралье (табл. 3), позволил разбить изученные виды на четыре группы по возможности их ресурсного использования (табл. 4).

К группе ресурсных видов отнесены 36 широко распространенных в Предуралье видов, в том числе 26 ранее известных и 10 новых алкалоидоносов. В группу возможно ресурсных видов входят 14 известных и 4 новых алкалоидоносных вида, не имеющих широкого распространения в Предуралье, но кото-

Таблица 3

Распространение некоторых новых и ранее количественно не анализировавшихся ресурсных алкалоидоносных видов в Предуралье

Виды ¹	Число ассоциаций с участием вида ²					Распространение	
	Луга	Леса	Степи	Растительность засоленных почв	Синантропная растительность	В союзах растительных сообществ с высокой представленностью вида ³	В ботанико-географических районах Предуралья ⁴
<i>Angelica sylvestris</i>	10(2)	16(7)				A-T; A-P; L-Q; T-P; Pk ;	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Caragana frutex</i>	4(1)	7(5)	7(3)	3(1)	2(0)	Tm ; L-Q; Pe; D-P; Fv; An ; A-K ; Pb-Ap	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Carduus nutans</i>			2(0)		7(2)	On; Co- Ag	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Lathyrus pisiformis</i>	16(6)	9(2)	2(0)			L-Q; T-P; Tm; Pk ; Gs	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Lathyrus pratensis</i>	30(19)	6(0)	1(1)		3(0)	Ca; Ap; Dc; Fp ; Cy; Tm ; Pk ; Gs; Fv	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Lathyrus vernus</i>	8(1)	18(15)				A-T; A-P; L-Q; Pe; D-P; T-P; Pk	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Melandrium album</i>	8(1)		2(0)		7(0)	Tm	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Melilotus officinalis</i>	4(0)			1(0)	8(1)	D-M	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<i>Vicia sepium</i>	23(4)	16(8)			2(0)	Cy; Tm; Pk; A-P; A-P; L-Q; D-P; T-P	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Примечания – 1 – Полужирным шрифтом выделены новые алкалоидоносные виды

2 – В скобках – число ассоциаций, в которых встречаемость вида более 60%

3 – Сокращенные названия союзов: A-T – Aconito septentrionalis-Tilion cordatae; A-P – Aconito septentrionalis-Piceion obovatae; L-Q – Lathyro-Quercion roboris; T-P – Trollio europaea-Pinion sylvestris; Pe – Piceion excelsae; D-P – Dicrano-Pinion; An – Alnion incanae; Ca – Calthion; Ap – Alopecurion pratensis; Dc – Deschampsion cespitosae; Fp – Festucion pratensis; Cy – Cynosurion; Tm – Trifolion montani; Pk – Polygonion krascheninnikovii; Gs – Geranion sanguinei; Fv – Festucion valesiacaе; A-K – Artemisio-Kochion; D-M – Dauco-Melilotion; On – Onopordion acanthi; Co-Ag – Convolvulion – Agropyron repentis; Pb-Ap – Poo bulbosae-Artemision pauciflorae. Полужирным шрифтом выделены союзы, в ассоциациях которых алкалоидоносные виды могут встречаться с проективным покрытием более 5%

4 – Названия ботанико-географических районов Предуралья и их границы приведены на рисунке 1. Полужирным шрифтом выделены районы, где сообщества с участием этого вида являются типичными для района, полужирным шрифтом с подчеркиванием – районы, где сообщества с участием этого вида имеют широкое распространение

Таблица 4

Группы алкалоидоносных видов флоры Предуралья по возможности их ресурсного использования

Группы видов	Алкалоидоносные виды	
	Известные	Новые
Ресурсные виды	<i>Aconitum septentrionale, Adonis vernalis, Asarum europaeum, Astragalus danicus, Berteroa incana, Bunias orientalis, Capsella bursa-pastoris, Caragana frutex, Carduus crispus, Chamaecytisus ruthenicus, Chelidonium majus, Euonymus verrucosa, Euphorbia virgata, Lathyrus tuberosus, Linaria vulgaris, Medicago falcata, Oberna behen, Phlomoidea tuberosa, Polygonatum multiflorum, Polygonatum odoratum, Rhinanthus minor, Senecio jacobaea, Thalictrum minus, Thalictrum simplex, Veratrum lobelianum, Vicia tenuifolia</i>	<i>Amoria montana, Angelica sylvestris, Lathyrus pisiformis, Lathyrus pratensis, Lathyrus vernus, Melandrium album, Melilotus albus, Melilotus officinalis, Vicia cracca, Vicia sepium</i>
Возможно ресурсные виды	<i>Carduus nutans, Cirsium oleraceum, Delphinium elatum, Echinops meyeri, Echinops sphaerocephalus, Genista tinctoria, Gypsophila paniculata, Lilium martagon, Medicago romanica, Nuphar lutea, Oxytropis pilosa, Polygala comosa, Saponaria officinalis Thalictrum flavum</i>	<i>Butomus umbellatus, Silene nutans, Typha latifolia, Petasites radiatus</i>
Виды, ресурсное использование которых возможно только при их интродукции в плантационную культуру	<i>Arabis pendula, Aristolochia clematidis, Astragalus austriacus, Astragalus cicer, Astragalus glycyphyllos, Astragalus onobrychis, Atragene sibirica, Cynoglossum officinale, Delphinium cuneatum, Delphinium dictyocarpum, Erysimum cheiranthoides, Erysimum hieracifolium, Humulus lupulus, Hyoscyamus niger, Krascheninnikovia ceratoides, Lepidium ruderales, Reseda lutea, Senecio schvetsovii, Senecio vernalis, Silene wolgensis, Solanum dulcamara, Syrenia montana</i>	<i>Asparagus officinalis, Asparagus polyphyllus, Astragalus wolgensis, Clausia aprica, Cucubalus baccifer, Laser trilobum, Lathyrus litvinovii, Lathyrus pallescens, Lathyrus sylvestris, Leymus paboanus, Linaria ruthenica, Melica altissima, Sambucus sibirica, Setaria pumila, Vicia sylvatica</i>
Нересурсные виды	<i>Aconitum nemorosum, Adonis sibirica, Cephalanthera longifolia, Corydalis bulbosa, Cypripedium guttatum, Daphne mezereum, Ephedra distachya, Epipactis helleborine, Goodyera repens, Lycopodium annotinum, Paris quadrifolia, Platanthera bifolia, Polygala sibirica, Rhamnus cathartica, Viola ambigua, Viola collina, Zigadenus sibiricus</i>	<i>Allium strictum, Amoria fragifera, Astragalus clerceanus, Astragalus macropus, Astragalus rupifragus, Linaria altaica, Linaria bieberstenii, Pedicularis kaufmannii, Pedicularis uralensis, Polygala hybrida, Polygala vulgaris, Ranunculus auricomus, Silene baschkirorum, Succisa pratensis, Tragopogon orientalis, Viola hirta</i>

рые можно рассматривать как ресурсные с учетом их широкого распространения в других частях Республики Башкортостан. Так, виды *Petasites radiatus*, *Thalictrum flavum*, *Cirsium oleraceum*, *Delphinium elatum*, *Medicago romanica*, *Lilium martagon* широко распространены в горно-лесной зоне республики; виды *Gypsophila paniculata*, *Oxytropis pilosa*, *Echinops meyeri*, *Echinops sphaerocephalus* имеют большое распространение в Зауралье и на Зилаирском плато, а *Carduus nutans*, *Genista tinctoria*, *Polygala comosa*, *Saponaria officinalis* и *Silene nutans* - в горно-лесной зоне и в Зауралье.

Группу видов, ресурсное использование которых возможно только при их интродукции в плантационную культуру, составляют 22 известных и 15 новых алкалоидоносных видов, не имеющих большого распространения в Предуралье. В большинстве случаев это достаточно крупные растения (*Arabis pendula*, *Aristolochia clematitidis*, *Astragalus glycyphyllos* и др.), которые в плантационной культуре могут давать значительный урожай. В их число входит также ряд одно- и двухлетних видов (*Erysimum cheiranthoides*, *Reseda lutea*, *Syrenia montana* и др.), при посеве которых можно быстро получить урожай. В целом, для оценки перспективности введения видов этой группы в культуру необходимы дальнейшие детальные исследования состава и содержания в них алкалоидов.

К нересурсным видам были отнесены 17 известных и 16 новых алкалоидоносных видов. В эту группу входят широко распространенные мелкие растения (*Corydalis bulbosa*, *Viola hirta*, *Ranunculus auricomus* и др.), более редкие мелкие растения (*Polygala sibirica*, *Polygala hybrida*, *Polygala vulgaris* и др.) и многолетние некрупные растения, которые сложно заготавливать в природе и которые не могут дать большого урожая при введении в плантационную культуру (*Aconitum nemorosum*, *Linaria altaica*, *Zigadenus sibiricus*, *Silene baschkiorum* и др.). К этой группе отнесены также трудно вводимые в плантационную культуру *Lycopodium annotinum* и виды семейства *Orchidaceae*. В случае выделения из некоторых видов этой группы ценных алкалоидов может возникнуть ситуация, когда их интродукция в плантационную культуру будет, тем не менее, рентабельна.

ГЛАВА 6 РЕЗУЛЬТАТЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ АЛКАЛОИДОВ В ВИДАХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПРЕДУРАЛЬЯ

Содержание суммы алкалоидов определялось, прежде всего, в новых алкалоидоносных видах, для которых по реакции с кремневольфрамовой кислотой можно было предположить наличие алкалоидов в значительных количествах (табл. 5). Кроме того, были проанализированы некоторые известные алкалоидо-

Таблица 5

Содержание алкалоидов в новых алкалоидоносных видах во флоре Предуралья

Вид	Содержание алкалоидов, в % от сухой массы				Фенофаза
	Корни	Надземная часть	Ветви	Листья	
<i>Amoria fragifera</i>	1,09	0,15			конец цв.
<i>Amoria montana</i>	0,05	0,07			пл.
<i>Angelica sylvestris</i>	0	0,12			пл.
<i>Asparagus officinalis</i>	0,16	0,15			пл.
<i>Laser trilobum</i>	0,21	0,18			бут.
<i>Lathyrus litvinovii</i>	0,29	0,11			цв.
<i>Lathyrus pallescens</i>	0,14	0,35			пл.
<i>Lathyrus pisiformis</i>	0,45	0,14			пл.
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,15	0,03			нач. пл.
<i>Lathyrus vernus</i>	0,16				пл.
<i>Melandrium album</i>	0,08	0,10			пл.
<i>Melica altissima</i>	0,42	0,03			пл.
<i>Melilotus albus</i>	0,07	0,11			цв.
<i>Melilotus officinalis</i>	0,03	0,20			цв.
<i>Pedicularis kaufmannii</i>	0,09				пл.
<i>Polygala wolfgangiana</i>	0,36	0,21			цв.
<i>Ranunculus auricomus</i>	0,38	0,19			цв.
<i>Sambucus sibirica</i>			0,34	0,16	вег.
<i>Silene baschkirorum</i>	0,08	0,10			нач. пл.
<i>Silene nutans</i>		0,13			пл.
<i>Typha latifolia</i>	0,03				пл.
<i>Vicia sepium</i>		0,14			пл.
<i>Vicia sylvatica</i>		0,20			пл.
<i>Viola hirta</i>	0,07	0,03			пл.

Примечание – цв. – цветение; нач. пл. – начало плодоношения; пл. – плодоношение; вег. – вегетация; бут. – бутонизация; конец цв. – конец цветения

доносы (в основном – виды, для которых в литературе приведены данные только о факте наличия в них алкалоидов [Растительные ресурсы ..., 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996; Шакиров и др., 1996]).

Всего на содержание суммы алкалоидов в растениях проанализировано 43 вида, относящихся к 31 роду 18 семейств сосудистых растений. В их число входили 24 новых (табл. 5) и 19 ранее известных алкалоидоносных видов. Среди проанализированных видов очень высокое содержание алкалоидов (более 1%) обнаружено только у *Amoria fragifera* (табл. 5). Однако, в связи с тем, что образцы растений большинства видов были собраны на стадиях цветения или плодоношения, содержание алкалоидов в них до начала цветения может быть значительно выше [Орехов, 1955]. Таким образом, в качестве сырья для производства медицинских препаратов можно рассматривать еще 14 известных и 17 новых проанализированных видов с содержанием алкалоидов более 0,1%. По содержанию алкалоидов в корнях и надземной части растений ресурсные и легкоинтродуцируемые виды были разделены на 3 группы по перспективности их использования в качестве сырья для производства медицинских препаратов (табл. 6). К числу потенциальных источников сырья для производства медицинских препаратов были отнесены виды с содержанием суммы алкалоидов в корнях или надземной части от 0,1 до 0,19 %. Можно предположить, что на других стадиях сезонного развития в некоторых из них содержание суммы алкалоидов может быть выше, и для окончательной оценки возможности их ресурсного использования необходимы дополнительные исследования. К числу возможно перспективных источников для производства медицинских препаратов отнесены виды, в которых содержание суммы алкалоидов составляет от 0,2 до 0,5%. Вопрос о возможности их ресурсного использования должен решаться, прежде всего, с учетом ценности содержащихся в них алкалоидов. Среди ранее изученных алкалоидоносных видов этой группы наибольший интерес представляет, с нашей точки зрения, *Chamaecytisus ruthenicus*, являющийся источником ценных хинолизидиновых алкалоидов [Растительные ресурсы..., 1987; Соколов и др., 2004], и *Astragalus glycyphyllos*, экстракты которого оказывают

гипотензивное и противоопухолевое действия [Айзенман, 1963; Ибрагимова, 1975]. Из новых алкалоидоносных видов этой группы представляют интерес *Lathyrus pisiformis* и *Vicia sylvatica*, а из впервые количественно проанализированных алкалоидоносных видов – *Carduus nutans*. Эти виды используются в народной медицине [Растительные ресурсы..., 1987, 1993], и их фармакологические свойства, возможно, связаны с наличием в них алкалоидов.

К числу перспективных источников сырья для медицинских препаратов отнесены виды с высоким (более 0,5%) содержанием суммы алкалоидов в растениях. Среди них наиболее перспективными являются виды *Aconitum septentrionale*, *Delphinium cuneatum*, *Delphinium dictyocarpum*, содержащие ценные дитерпеновые алкалоиды с выраженными антиаритмическими, аритмогенными,

Таблица 6

Группы алкалоидоносных видов флоры Предуралья по перспективности их использования в качестве сырья для производства медицинских препаратов

Группы видов	Степень перспективности использования		
	потенциально перспективные	возможно перспективные	перспективные
	Содержание алкалоидов, в % от сухой массы		
	0,1 – 0,19%	0,2-0,5%	Более 0,5%
Ресурсные и возможно ресурсные	<i>Adonis vernalis</i> , <i>Angelica sylvestris</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Lathyrus vernus</i> , <i>Melandrium abum</i> , <i>Melilotus albus</i> , <i>Vicia sepium</i>	<i>Carduus nutans</i> , <i>Chamaecytisus ruthenicus</i> , <i>Caragana frutex</i> , <i>Lathyrus pisiformis</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Melilotus officinalis</i> , <i>Polygonatum odoratum</i> , <i>Petasites radiatus</i>	<i>Aconitum septentrionale</i> , <i>Berteroa incana</i> , <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Chelidonium majus</i> , <i>Delphinium elatum</i> , <i>Echinops meyeri</i> , <i>Echinops sphaerocephalus</i> ; <i>Genista tinctoria</i> , <i>Lilium martagon</i> <i>Phlomis tuberosa</i> , <i>Senecio jacobaea</i> , <i>Thalictrum minus</i> , <i>Thalictrum simplex</i> , <i>Veratrum lobelianum</i>
Виды, ресурсное использование которых возможно только при их интродукции в плантационную культуру	<i>Asparagus officinalis</i> , <i>Aristolochia clematitidis</i> , <i>Krascheninikovia ceratoides</i> , <i>Reseda lutea</i>	<i>Astragalus glycyphyllos</i> , <i>Laser trilobum</i> , <i>Lathyrus litvinovii</i> , <i>Lathyrus pallescens</i> , <i>Melica altissima</i> , <i>Sambucus sibirica</i> , <i>Senecio vernalis</i> , <i>Solanum dulcamara</i> , <i>Vicia sylvatica</i>	<i>Astragalus cicer</i> , <i>Cynoglossum officinale</i> , <i>Delphinium cuneatum</i> , <i>Delphinium dictyocarpum</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> <i>Syrenia montana</i> , <i>Thalictrum flavum</i>

Примечание – Полужирным шрифтом выделены новые алкалоидоносные виды

противовоспалительными, ганглиоблокирующими и другими свойствами, и виды рода *Thalictrum*, содержащие изохинолиновые алкалоиды, обладающие противовоспалительной, гипотензивной, противоопухолевой активностью [Юнусов, 1997].

ВЫВОДЫ

1. Проанализировано 628 видов, относящихся к 338 родам 88 семейств высших сосудистых растений флоры Предуралья. Выявлено 124 алкалоидоносных вида, из которых 79 – известные алкалоидоносные виды, а в 45 видах алкалоиды ранее не выявлялись.

2. Среди обследованных видов в основных семействах флоры Предуралья пропорционально большее количество алкалоидоносных видов присутствует в семействах *Fabaceae*, *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Scrophulariaceae*. В ряде широко распространенных семейств, таких как *Rosaceae*, *Cyperaceae* и *Polygonaceae*, не обнаружены виды с наследовым содержанием алкалоидов в корнях или надземной части растений.

3. Алкалоиды не выявлены в древесных лесообразующих видах и в основных доминантах травяного яруса ненарушенных степных растительных сообществ, таким образом, алкалоидоносные виды в ненарушенных коренных растительных сообществах являются ценотическими пациентами.

4. Анализ встречаемости алкалоидоносных видов в основных типах растительных сообществ Башкирского Предуралья показал, что, в зависимости от типа сообщества, доля алкалоидоносных видов во флористическом составе варьирует от 8,5% до 23,9%. В целом, доля алкалоидоносных видов выше в коренных растительных сообществах, состав которых формируется в результате конкуренции видов друг с другом (леса, степи, остепненные опушки), и ниже – в растительных сообществах, состав которых формируется под влиянием природных и антропогенных стрессовых факторов (избыточное увлажнение, засоление почвы, вытаптывание и т.д.).

5. Анализ распространения в растительных сообществах алкалоидоносных видов со средним и высоким содержанием алкалоидов в растениях и рас-

пространения растительных сообществ с участием алкалоидоносных видов в Предуралье позволил выявить 43 ресурсно-перспективных вида и 29 видов, не имеющих достаточно широкого распространения, но легко вводимых в плантационную культуру.

б. На основе данных о содержании суммы алкалоидов в ресурсно-перспективных и легко интродуцируемых растениях выделены три группы видов с различной перспективностью их использования в качестве сырья для производства медицинских препаратов. Из ранее известных алкалоидоносных видов наиболее перспективны виды родов *Aconitum*, *Delphinium*, *Thalictrum*; из новых видов - *Lathyrus pisiformis* и *Vicia sylvatica*; из известных, но впервые количественно проанализированных алкалоидоносных видов – *Carduus nutans*.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Федоров Н.И., Михайленко О.И., Лугманова М.Р. Выявление алкалоидоносных растений в горно-лесостепной зоне Южного Урала // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы» (Бирск, 20–22 января 2005 г.). – Бирск: Гос. пед. ин-т, 2005. – С. 33-34.

2. Михайленко О.И., Блинов М.А., Лугманова М.Р., Федоров Н.И. Ресурсно-перспективные алкалоидоносные виды флоры горно-лесостепной зоны Южного Урала // Материалы международ. науч.-технич. конф. «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук» (Уфа, 25 апреля 2005 г.).– Уфа, 2005. – С. 289-292.

3. Федоров Н.И., Михайленко О.И., Мулдашев А.А., Лугманова М.Р. Результаты выявления алкалоидоносных видов во флоре Южного Урала // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С. 203-210.

4. Лугманова М.Р., Федоров Н.И., Михайленко О.И., Урлова Е.А. Выявление алкалоидоносных растений во флоре Предуралья // Материалы III международ. науч. конф. «Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий» (Оренбург, 25-27 мая 2006 г.). – Оренбург, 2006. – С. 83-84.

5. **Лугманова М.Р.** Эколого-ценотические закономерности распределения алкалоидоносных видов в Предуралье // Материалы Всероссийской науч. конф. «Ботанические исследования в Поволжье и на Урале» (Саратов, 25-29 июня 2006 г.). – Саратов, 2006. – С. 132-133.

6. **Лугманова М.Р.**, Уралова Е.А. Редкие виды, как потенциальные источники новых медицинских препаратов на основе алкалоидов // Материалы I(IX) международ. конф. молодых ботаников в Санкт-Петербурге (Санкт-Петербург, 21-26 мая 2006 г.). – Санкт-Петербург, 2006. – С. 257.

7. **Лугманова М.Р.**, Уралова Е.А. Выявление алкалоидоносных видов в растениях семейства *Fabaceae* // Материалы I(IX) международ. конф. молодых ботаников в Санкт-Петербурге (Санкт-Петербург, 21-26 мая 2006 г.). – Санкт-Петербург, 2006. – С. 257.

8. Федоров Н.И., Михайленко О.И., **Лугманова М.Р.** Результаты выявления алкалоидоносных видов во флоре горно-лесостепной зоны Южного Урала // Материалы 6-й научной конф. «Фитотерапия, биологически активные вещества естественного происхождения в современной медицине» (Черноголовка, 14-15 декабря 2006 г.). – Черноголовка, 2006. – С. 282-285.

9. **Лугманова М.Р.**, Федоров Н.И., Михайленко О.И., Уралова Е.А. Алкалоидоносные растения во флоре заповедника «Шульган-таш» // Изучение заповедной природы Южного Урала: Сборник научных трудов. Вып.2. – Уфа: Издательский дом ООО «Вили Окслер», 2006. – С. 129-137.

10. **Лугманова М.Р.**, Музафаров А.М., Михайленко О.И., Федоров Н.И. Результаты выявления алкалоидоносных видов во флоре горно-лесостепной зоны Южного Урала // Вестник Башкирского университета. – Уфа, 2007. – № 1. – С. 41-42 (принято в печать 22 декабря 2006 года).

11. **Лугманова М.Р.**, Абдульменова Л. С. Новые алкалоидоносные растения Предуралья // Материалы XIV международ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 11-14 апреля 2007г.). – Москва, 2007. – С. 81.