

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ АЛКАЛОИДОНОСНЫХ ВИДОВ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПРЕДУРАЛЬЯ

Проанализировано 630 видов флоры Предуралья, среди которых выявлено 126 алкалоидоносных видов растений. Растения – доминанты ненарушенных коренных растительных сообществ, как правило, не содержат алкалоиды, и большинство алкалоидоносных видов в коренных сообществах являются ценотическими пациентами, многие из которых приспособляются к конкуренции за счет более раннего сезонного развития.

Ключевые слова: алкалоидоносные растения, Южный Урал, биологическая роль алкалоидов.

Изучение биологического разнообразия алкалоидоносных растений и их распределения в растительных сообществах представляет интерес не только для расширения сырьевой базы для производства медицинских препаратов, но и может позволить прояснить биологическую роль алкалоидов в адаптации растений к среде местообитания. Современное представление о роли алкалоидов в жизни растений базируется на данных об их участии в азотном обмене растений (может выполнять роль запасной формы азота), роли в повышении устойчивости растений к патогенным грибам, влиянии на различные реакции и процессы метаболизма, возможном воздействии на процессы дифференцировки и органогенеза, действии как регулятора роста и т.д. [1, р. 59]. Это позволяет сделать предположение о том, что реализация этих свойств алкалоидов может давать определенные преимущества алкалоидоносным растениям при их адаптации к условиям среды естественного местообитания и отражаться на их распределении в растительных сообществах.

Цель сообщения – анализ результатов выявления алкалоидоносных видов во флоре Предуралья и их распределения в растительных сообществах.

Сбор полевого материала проводился в типичных лесных, луговых, степных и синантропных сообществах всех ботанико-географических районов Башкирского Предуралья. Для анализа на наличие алкалоидов в растениях применяли широко используемую методику с кремневольфрамовой кислотой, дающей реакцию на алкалоиды в виде творожистого осадка, с небольшими модификациями [2, с. 204-205]. У травянистых растений анализировали корни и надземную часть, у древесных и кустарниковых

видов – ветви, образовавшиеся в результате прироста текущего года, и листья. Для массовых видов анализировались образцы, собранные в контрастных по экологическим условиям местообитаниях.

Для анализа распределения алкалоидоносных видов в растительных сообществах Предуралья использовались данные об их встречаемости и проективном покрытии в синтаксономических единицах системы классификации Браун-Бланке [3].

На наличие алкалоидов проанализировано 630 видов высших сосудистых растений. В числе проанализированных видов было 577 травянистых, 25 древесных и 28 кустарниковых видов растений. В неследовых количествах алкалоиды обнаружены в корнях или надземной части 126 видов, из которых 47 видов (*Clausia aprica*, *Ericastrum armoraciodes*, *Lathyrus pisiformis*, *Sisymbrium strictissimum*, *Vicia sylvatica* и т.д.) не описаны в литературе как алкалоидоносные [4-13]. Для семи кустарниковых видов установлено наличие алкалоидов в листьях и ветвях прироста текущего года (*Caragana frutex*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Daphne mezereum*, *Euonymus verrucosa*, *Genista tinctoria*, *Rhamnus cathartica*, *Sambucus sibirica*). В древесных видах алкалоидов в неследовых количествах не обнаружено.

Анализ таксономических закономерностей алкалоидоносности проанализированных видов показал, что их представленность в различных семействах сильно варьирует. Среди обследованных видов в основных семействах флоры Предуралья пропорционально большее число алкалоидоносных выявлено в семействе *Fabaceae* (65,2%), что совпадает с данными зарубежных исследователей [14, 1261]. Кроме того, большой процент

алкалоидоносных видов обнаружен в крупных семействах *Ranunculaceae* (46,2%), *Brassicaceae* (40%), *Caryophyllaceae* (28,6%), *Scrophulariaceae* (24,1%), а также в семействе *Asteraceae* (10,2%). В семействе *Poaceae*, представители которого очень редко содержат алкалоиды [5, 13], выявлено три алкалоидоносных вида (*Leymus paboanus*, *Melica altissima*, *Setaria pumila*). Ряд известных алкалоидоносных видов (*Cacalia hastata*, *Consolida regalis*, *Echium vulgare*, *Lamium album*, *Sedum acre* и *Sedum hybridum*), для которых в других регионах изучен состав алкалоидов [13], в Предуралье имеют формы, не содержащие алкалоиды. Это подтверждает гипотезу о том, что биосинтез алкалоидов имеет место у всех растительных организмов, и у растений, которые обычно являются безалкалоидными, может при определенных условиях проявиться способность к биосинтезу алкалоидов [15, с. 88].

Вместе с тем в ряде широко распространенных семейств, таких как *Rosaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Rubiaceae*, *Campanulaceae*, алкало-

идоносные виды не обнаружены. Это свидетельствует о том, что функции алкалоидов, выполняемые в метаболизме растений у типичных алкалоидоносных видов, у неалкалоидоносных видов могут выполняться другими группами соединений и биохимическая адаптация растений к условиям среды местообитания в пределах одного семейства может идти различными путями.

Анализ встречаемости выявленных алкалоидоносных видов в растительных сообществах Башкирского Предуралья показал, что в зависимости от типа сообщества доля алкалоидоносных видов в их флористическом составе может колебаться от 0 до 33,3% (табл.). При этом алкалоидоносных видов пропорционально больше в сообществах остепненных опушек и степной растительности, в которых они в среднем превышают 23%. Наименьшая доля алкалоидоносных видов выявлена в растительных сообществах засоленных почв, где в некоторых сообществах они не встречаются вообще, а в среднем их доля составляет 8,5%.

Таблица. Представленность алкалоидоносных видов во флористическом составе различных типов растительных сообществ Предуралья

Типы растительных сообществ	Доля алкалоидоносных видов, %
Луговые сообщества лесных опушек и редколесий (<i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>)	23.9
Степные сообщества (<i>Festuco-Brometea</i>)	23.0
Сосново-березово-лиственничные леса (<i>Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae</i>)	21.4
Термофильные дубовые леса (<i>Quercetalia pubescentis</i>)	20.9
Бореальные хвойные леса на бедных кислых почвах (<i>Vaccinio-Piceetea</i>)	19.7
Лесные луга (<i>Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae</i>)	19.4
Остепненные луга (<i>Galietalea veri</i>)	19.2
Сообщества, представляющие более продвинутые стадии восстановительных сукцессий (<i>Agropyretea repentis</i> и <i>Artemisietea vulgaris</i>)	18.1
Мезофильные широколиственные леса (<i>Fagetalia sylvaticae</i>)	17.5
Мезофильные темнохвойные и смешанные леса неморального типа (<i>Abietenalia sibiricae</i>)	16.4
Сообщества, представляющие начальные стадии восстановительных сукцессий (<i>Chenopodietea</i>)	15.7
Мезофильные луга на высоких поймах и плакорных участках (<i>Arhenatheretalia</i>)	14.6
Сообщества, формирующиеся под влиянием вытаптывания и выпаса (<i>Plantaginetea majoris</i> , <i>Polygono-Artemisietea austriacae</i>)	14.1
Пойменные прирусловые ивово-тополевые леса (<i>Salicetea purpureae</i>)	13.3
Сегетальные (сорнополевые) сообщества зерновых культур (<i>Secalietea</i>)	12.2
Влажные пойменные луга (<i>Molinietalia</i>)	10.2
Низинные черноольховые и пушистоберезовые заболоченные леса (<i>Alnetea glutinosae</i>)	10.2
Растительность засоленных почв (<i>Thero-Salicornietea</i> , <i>Scorzonero-Juncetea gerardii</i> , <i>Festuco-Puccinellietea</i>)	8.5

В целом доля алкалоидоносных видов выше в коренных растительных сообществах (*Festuco-Brometea*, *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae*, *Vaccinio-Piceetea*, *Quercetalia pubescentis*, *Trifolio-Geranietea sanguinei*), состав которых формируется в результате конкуренции видов друг с другом, и ниже – в растительных сообществах, состав которых формируется под влиянием природных и антропогенных стрессовых факторов (избыточное увлажнение, засоление почвы, вытаптывание и т.д.).

Алкалоиды не выявлены в древесных лесобразующих видах и среди основных доминантов травяного яруса ненарушенных степных растительных сообществ. Таким образом, алкалоидоносные растения относятся к числу видов, вынужденных приспосабливаться к совместному произрастанию с более конкурентоспособными видами. Ранее на примере видов родов *Aconitum* и *Delphinium* показано, что содержащиеся в них алкалоиды участвуют в регулировании темпов сезонного развития надземных побегов в начале периода вегетации [16, с. 118]. Анализ сезонного развития выявленных алкалоидоносных видов показал, что в широколиственных лесах ряд алкалоидоносных видов

(*Aconitum lycoctonum*, *Asarum europaeum*, *Bupleurum longifolium*, *Caragana frutex*, *Chelidonium majus*, *Corydalis bulbosa*, *Delphinium elatum*, *Euonymus verrucosa*, *Lathyrus vernus*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *P. odoratum*, *Primula macrocalyx*, *Veratrum lobelianum*, *Viola collina* и др.) начинает интенсивно развиваться в начале вегетационного периода до начала сезонного развития основных доминантов растительного сообщества – видов древесного яруса. В степи и горной лесостепи многие алкалоидоносные виды (*Bunias orientalis*, *Caragana frutex*, *Centaurea sibirica*, *Clausia aprica*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Lathyrus pallescens*, *Oxytropis spicata*, *Pedicularis uralensis*, *Polygala sibirica*, *P. comosa*, *Silene nutans*, *Thalictrum minus*, *T. simplex* и др.) также начинают развиваться раньше наиболее конкурентоспособных в этих условиях видов – злаков. Таким образом, алкалоидоносные виды в ненарушенных коренных растительных сообществах являются ценотическими пациентами, многие из которых приспосабливаются к конкуренции за счет более раннего сезонного развития, и алкалоидоносность у этих растений может быть одним из биохимических механизмов регуляции ритма сезонного развития.

Список использованной литературы:

1. Kutchan Toni M. Ecological Arsenal and Developmental Dispatcher. The Paradigm of Secondary Metabolism // Plant Physiology. 2001. Vol. 125. P. 58-60.
2. 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.
3. Ямалов С.М., Мартыненко В.Б., Голуб В.Б., Баишева Э.З. Прогноз растительных сообществ Республики Башкортостан: Препринт. Уфа: Гилем, 2004. 64 с.
4. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; ч.1. Семейства Luceodidaeae-Ernedgraceae, ч. 2. Доп. к 1-7 т. СПб., 1996. Т. 9. 571 с.
5. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Vutomaceae-Typhaceae*. СПб.: Наука, 1994. Т. 8. 271 с.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство *Magnoliaceae-Limoniaceae*. Л.: Наука, 1984. Т. 1. 460 с.
7. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Paeoniaceae-Thymelaceae*. Л.: Наука, 1985. Т. 2. 336 с.
8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Hydrangeaceae-Haloragaceae*. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 326 с.
9. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Rutaceae-Elaeagnaceae*. Л.: Наука, 1988. Т. 4. 357 с.
10. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Caprifoliaceae-Plantaginaceae*. Л.: Наука, 1990. Т. 5. 328 с.
11. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Hippuridaceae-Lobeliaceae*. СПб.: Наука, 1991. Т. 6. 200 с.
12. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство *Asteraceae (Compositae)*. СПб.: Наука, 1993. Т. 7. 352 с.
13. Шакиров Р., Тележенецкая М.В., Бессонова И.А. и др. Алкалоиды. Растения, структура, свойства // ХПС. 1996. № 1. С. 169-210.
14. Hazlett D. L., Sawyer Neil W. Distribution of Alkaloid-Rich Plant Species in Shortgrass Steppe Vegetation // Conservation Biology. 1998. Vol. 12. № 6. P. 1260-1268.
15. Ловкова М.И. Биосинтез и метаболизм алкалоидов в растениях. М.: Наука, 1981. 167 с.
16. Федоров Н.И. Род *Delphinium* L. на Южном Урале: экология, популяционная структура и биохимические особенности. Уфа: Гилем, 2003. 149 с.