

УДК 581.6:470.55/58

**АЛКАЛОИДОНОСНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE*
НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

© М.Р. Ахметова, О.И. Михайленко, Я.О. Гуркова

Проведено выявление алкалоидов в растениях видов семейства *Brassicaceae* на Южном Урале. Из проанализированных 33 видов растений, алкалоиды в неследовых количествах были обнаружены в корнях или надземной части 16 видов. Высокое содержание суммы алкалоидов было обнаружено в видах *Erucastrum armoracioides*, *Clausia aprica*, *Sisymbrium strictissimum*, *Lepidium rudemale*. Для этих видов необходимы дополнительные исследования анализа состава содержащихся в них алкалоидов.

Ключевые слова: алкалоидоносные растения, сумма алкалоидов, *Brassicaceae*, Южный Урал.

Семейство *Brassicaceae* Burneett объединяет 338 родов, включающих 3350 видов растений, распространенных по всему земному шару [1]. Крестоцветные Европейской части России представлены 76 родами и 250 видами, из которых в состав естественной флоры входит 60 (79%) родов и 183 (73%) видов, а сорно-рудеральной, или заносной, – 16 (21%) родов и 67 (27%) видов [2]. Известными вторичными метаболитами для растений семейства *Brassicaceae* являются глюкозинаты и производные фенилпропаноидов, и во многих видах этого семейства встречаются алкалоиды [3]. Большинство из них относятся к пептидным и серосодержащим алкалоидам. В последнее время было выяснено, что в роде *Cochlearia* этого семейства содержатся нортропановые алкалоиды (калестигины), которые представляют большой интерес, так как они обладают уникальными свойствами конкурентного ингибирования активности глюкозидаз, что позволяет их использовать для профилактики и лечения диабета II типа [4]. Также в некоторых видах (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck, *B. ol.* var. *gongyloides* L., *B. ol.* var. *gemmifera* (DC.) Zenker) этого семейства содержатся алкалоиды группы глюкобрассицина, которые при разрушении расти-

тельной клетки под действием фермента мирозиназы распадаются, образуя ряд очень ценных индольных соединений, которые входят в состав препаратов, используемых в качестве противоопухолевого средства для лиц с высоким риском опухолевых заболеваний [5]. Таким образом, виды растений семейства *Brassicaceae* являются перспективными источниками сырья для производства новых препаратов.

На Южном Урале произрастают 92 вида семейства *Brassicaceae*. Для 17 из них есть данные о содержании или составе алкалоидов в растениях [6]. Цель данного сообщения – обсуждение результатов проведенного нами выявления алкалоидоносных видов в семействе *Brassicaceae* на территории Южного Урала и содержания в них суммы алкалоидов.

Материалы и методика. В качестве объектов исследования использованы образцы растений 33 видов, относящихся к 21 роду семейства *Brassicaceae*, собранные на территории Южного Урала. Для анализа на наличие алкалоидов в растениях применяли широко используемую методику с кремневольфрамовой кислотой с небольшими модификациями [7]. Анализировали корни и надзем-

АХМЕТОВА Миляуша Ринатовна – к.б.н., Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: akhmetova@anrb.ru
МИХАЙЛЕНКО Оксана Ивановна – к.х.н., Уфимский государственный нефтяной технический университет, e-mail: trioksan@mail.ru
ГУРКОВА Яна Олеговна, Институт биологии УНЦ РАН, e-mail: Grkv2@yandex.ru

ную часть растений. Для массовых видов анализировались образцы, собранные в контрастных по экологическим условиям местобитаниях.

Далее проводилось количественное определение суммы алкалоидов в выявленных алкалоидоносных видах. Для каждого из них использовались образцы растений из местобитаний, в которых при проведении реакции с кремневольфрамовой кислотой выпал наибольший объем осадка. Сумму алкалоидов из корней и надземной части растений извлекали методом исчерпывающей экстракции [8]. Для анализа на содержание суммы алкалоидов брали воздушно-сухие измельченные образцы весом 50,00 г. В качестве экстрагентов использовали 70%-й водный ацетон, 70%-й этиловый спирт, дихлорэтан. Экстракцию повторяли до полного извлечения алкалоидов. Полнота экстракции проверялась качественной реакцией на третичный азот в молекуле алкалоидов с кремневольфрамовой кислотой. Водный экстракт подкисляли до pH=1–3 3%-м раствором серной кислоты. Объединенный экстракт отфильтровывали на воронке Бюхнера, на роторном испарителе отгоняли растворитель. Водные извлечения подкисляли 3%-м раствором серной кислоты до pH=3, экстрагировали из них дихлорэтаном органические соединения неалкалоидного характера, а водный раствор, содер-

жащий алкалоиды, подщелачивали до pH=9–12 карбонатом натрия или аммиаком. Далее алкалоиды исчерпывающе экстрагировали подходящим растворителем (дихлорэтаном, бензолом, хлороформом), высушивали с помощью безводного сульфата натрия. Органический растворитель упаривали на роторном испарителе. Остаток растворителя откачивали на высоковакуумном насосе и вспенивали. Доведенный до постоянного веса образец взвешивали на аналитических весах.

Результаты и обсуждение. При выявлении алкалоидоносных видов из проанализированных 33 видов растений семейства *Brassicaceae* алкалоиды в неследовых количествах были обнаружены в корнях или надземной части 16 видов. Из них 6 являются известными (*Berteroa incana* (L.) DC., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Erysimum cheiranthoides* L., *Erysimum hieracifolium* L., *Sisymbrium loeselii* L., *Syrenia montana* (Pall.) Klok.), 7 – впервые выявленными (*Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd., *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Tr., *Erucastrum armoracioides* (Czern.ex Turcz.) Cruchets, *Lepidium crassifolium* Waidst. et Kit., *Sisymbrium strictissimum* L.) и для 3 (*Arabis pendula* L., *Bunias orientalis* L., *Lepidium ruderales* L.) видов есть сведения только о наличии алкалои-

Т а б л и ц а

Содержание суммы алкалоидов в растениях в проанализированных видах семейства *Brassicaceae* флоры Южного Урала

Вид	Содержание алкалоидов, в % от сухой массы		Фенофаза
	Корни	Надземная часть	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,07	цветение
<i>Clausia aprica</i>		<u>0,40</u> 0,16	<u>цветение</u> плодоношение
<i>Erucastrum armoracioides</i>	<u>0,59</u> 0,13	<u>0,60</u> 0,09	<u>бутонизация</u> плодоношение
<i>Erysimum hieracifolium</i>	0,11	0,10	плодоношение
<i>Lepidium ruderales</i>		0,12 (0,21*)	плодоношение
<i>Sisymbrium strictissimum</i>	<u>0,15</u> 0,26	<u>0,26</u> 0,17	<u>начало вегетации</u> плодоношение

Примечание. * – семена.

дов, но нет данных об их количественном содержании.

Исходя из результатов предварительных данных, полученных при проведении реакции с кремневольфрамовой кислотой, для количественного анализа суммы алкалоидов в растениях были отобраны 6 видов (табл.). Достаточно высокое содержание суммы алкалоидов выявлено в корнях и надземной части *Clausia aprica*, *Erucastrum armoracioides*, *Sisymbrium strictissimum* и в семенах *Lepidium ruderale*.

Для предварительно возможного использования алкалоидов в выявленных алкалоидоносных видах имеют значение сведения об их использовании в народной медицине. Из всех видов с достаточно высоким содержанием алкалоидов (более 0,20%) имеются данные об использовании в народной медицине только для *Lepidium ruderale*. Растения этого вида применяются для лечения цинги, импотенции, подагры, бородавок. Близкие к *Clausia aprica* виды *Hesperis matronalis* L. и *H. sibirica* L. используются в народной медицине других стран как потогонное и диуретическое средство, при подагре, ревматизме, катарах верхних дыхательных путей, а также наружно. Спиртовой экстракт листьев этих видов обладает антибактериальной активностью [6], и можно предположить, что эти свойства связаны с наличием в них алкалоидов.

Поскольку состав алкалоидов в проанализированных видах не известен, можно предположить, что они того же типа, что и в близких видах с изученным составом алкалоидов. Так, например, у рода *Lepidium*, из корней *L. meyenii* Walp выделены 2 имидазольных алкалоида, нормализующие функции мочеполовой системы [9]. Это позволяет предположить, что содержащиеся в *L. ruderale* алкалоиды так-

же относятся к имидазольным алкалоидам. Таким образом, для этих видов необходимы дополнительные исследования анализа состава содержащихся в них алкалоидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mitchell-Olds T., Al-Shehbaz I., Koch M., Sharbel T. Crucifer evolution in the post-genomic era // Plant Diversity Evolut. 2005. № 8. P. 119–137.
2. Дорофеев В.И. Крестоцветные (Cruciferae Juss.) Европейской России (Cruciferae Of European Russia) // Turczaninowia. 2002. № 5. С. 5–114.
3. Brock A., Herzfed T., Paschke R., Koch M., Drager B. Brassicaceae contain nortropane alkaloids // Phytochemistry. 2006. Vol. 67, № 18. P. 2050–2057.
4. Goldmann A., Message B., Tepfer D., Molyneux R.J., Duclos O., Boyer F.D., Pan Y.T., Elbein A.D. Biological activities of the nortropane alkaloid, calystegine B2 and analogs: structure-function relationship // Journal of Natural Products. 1996. Vol. 59, № 12. P. 1137–1142.
5. Преображенская М.М., Королев А.М. Индольные соединения в овощах семейства Крестоцветных (Cruciferae) // Биоорганическая химия. 2000. Т. 26, №2. С. 97–111.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Paeoniaceae-Thymelaceae*. Л.: Наука, 1986. Т. 2. 336 с.
7. 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., 2005. С. 203–210.
8. Степаненко Б.Н. Органическая химия. М., 1957. 411 с.
9. Cui B., Zheng B.L., He K., Zheng Q.Y. Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii* // J. Nat. Prod. 2003. Vol. 66. № 8. P. 1101–1103.

ALKALOID-BEARING BRASSICACEAE PLANTS IN THE SOUTH URALS

© M.R. Akhmetova, O.I. Mihaylenko, Ya.O. Gurkova

A screening was carried out for alkaloids in plant species of the family *Brassicaceae* in the South Urals. Alkaloids were found in roots and aerial parts of 16 species among 33 species analyzed. A high content of total alkaloids was found in plants of the species *Erucastrum armoracioides*, *Clausia aprica*, *Sisymbrium strictissimum*, *Lepidium ruderale*. Thus, these species will require additional investigations into the composition of alkaloids they contain.

Key words: alkaloid-bearing plants, screening, total alkaloids, *Brassicaceae*, South Urals.