

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ

СОДЕРЖАНИЕ ЦИКЛОСИВЕРСИОЗИДОВ В ОБРАЗЦАХ *ASTRAGALUS PTEROCEPHALUS* (FABACEAE) РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

© 2021 г. М. А. Агзамова¹, Р. П. Закирова^{1, *}

¹Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз
г. Ташкент, Республика Узбекистан

*e-mail: ranozakirova@mail.ru

Поступила в редакцию 04.05.2020 г.

После доработки 24.10.2020 г.

Принята к публикации 10.12.2020 г.

Исследовано содержание циклоартановых соединений *Astragalus pteroccephalus* Bunge в зависимости от места произрастания, а также изучена их ростостимулирующая активность. Выявлено, что содержание веществ в корнях со стеблями зависит от места произрастания растения *A. pteroccephalus*. Максимальный выход циклосиверсиозидов F и E оказался в образцах, собранных в Самаркандской и Сурхандарьинской обл. Республики Узбекистан. В этих же образцах содержится циклосиверсиозид С и только в растительном материале, собранном в Сурхандарьинской обл. обнаружен циклосиверсиозид А. Все исследуемые тритерпеновые гликозиды содержат в своем составе по два сахарных остатка. В циклосиверсиозидах А, С и Е — два остатка ксилозы, в циклосиверсиозиде С имеется одна ацетатная группа в молекуле ксилопиранозного остатка при С-3 генина, а в циклосиверсиозиде А — два ацильных заместителя при той же ксилозе. Циклосиверсиозид F характерен двумя разными остатками сахаров, в виде ксилозы при С-3 и глюкозы при С-6. Исследована ростостимулирующая активность основных гликозидов данного вида — циклосиверсиозидов F и Е. Сравнительное изучение ростостимулирующей активности показало, что при воздействии на семена однодольного растения пшеницы вещества не оказывали значительного действия, тогда как на культуре хлопчатника, представителя двудольных, активность была высокой, что говорит о специфичности их действия.

Ключевые слова: *Astragalus pteroccephalus* Bunge, колоночная хроматография, циклосиверсиозиды E, F, C, A, ростостимулирующая активность

DOI: 10.31857/S0033994621010039

Одной из актуальных проблем современной фитофизиологии является изучение влияния биотических и абиотических факторов на синтез вторичных метаболитов. Эти факторы выступают в качестве экологических сигналов, обеспечивающих биохимическую адаптацию растений к существованию в биоценозах [1, 2]. Компонентный состав биологически активных низкомолекулярных соединений может быть специфичным на уровне различных таксономических групп (порядков, семейств, родов, видов), а также зависит от многих факторов — климатических условий региона, географического положения, состава и свойств почвы [3–5].

В Институте химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан (ИХРВ АН РУз) в растениях рода *Astragalus* были впервые обнаружены циклоартановые гликозиды [6, 7]. Гликозиды циклоартанового ряда имеют в молекуле циклопропановое кольцо.

В спектре ПМР в высоком поле наблюдают сигналы двух протонов в виде дублетов системы АВ при δ 0.36 и 0.70, характерные циклопропановому кольцу и сигналы семи метильных групп, что позволяет отнести соединение к тритерпеноидам циклоартанового ряда. Сигналы четвертичных углеродных атомов при δ 19.99, 28.14 и метиленового углеродного атома при δ 31.00 в спектре ЯМР C^{13} также характерны для 9,19-трехчленного цикла циклоартановых гликозидов. В ИК-спектре при 3040 см^{-1} наблюдается полоса поглощения, отнесенная к валентным колебаниям CH_2 -группы циклопропанового кольца. Общим генином для всех соединений является циклосиверсигенин.

Тритерпеновые гликозиды ряда циклоартана обладают гипохолестеринемической, гипотензивной, кардиотонической активностями, ингибируют процессы окисления липидов, проявляют седативную и противовоспалительную активности [8–10].

Astragalus pterocephalus Bunge является источником ряда тритерпеноидов циклоартанового ряда. В растении обнаружены гликозиды — циклосиверсиозиды А, С, Е и F [11, 12]. Этот вид растения распространен по всей территории Республики Узбекистан, в большей степени Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях, растет на щебнистых, каменистых и мелкоземистых склонах гор на высоте 1500–3000 м [13].

Целью настоящей работы было изучение содержания циклоартановых соединений в растениях *A. pterocephalus* в зависимости от места произрастания и их ростостимулирующей активности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Образцы растений собирали и заготавливали в июле месяце в фазу цветения. Экстракция растительного сырья (корни со стеблями) проводилась 96%-ным метиловым спиртом при комнатной температуре четырехкратно. При проведении каждой экстракции на 1 кг сырья использовали 4 л растворителя. Метанол, предварительно очищенный путем перегонки, заливали в емкость с измельченным сухим растительным сырьем, экстрагировали в течение трех суток путем мацерации и извлекали сумму экстрактивных веществ.

Колоночную хроматографию проводили на силикагеле марки КСК, размер зерен 50–100 мкм при элюировании системой растворителей хлороформ–метанол–вода (70 : 12 : 1), (70 : 23 : 4).

Чистоту полученных соединений определяли методом ТСХ на пластинках Silufol (Merck, Германия) в системах 1–3: система № 1 — хлороформ–метанол (20 : 1), система № 2 — хлороформ–метанол–вода (70 : 12 : 1), система № 3 — хлороформ–метанол–вода (70 : 23 : 4). Гликозиды на ТСХ обнаруживали опрыскиванием 20%-ным раствором фосфорновольфрамовой кислоты в этаноле с последующим нагреванием при температуре 100–110 °С в течение 5–7 мин. При проявлении наблюдали пятна коричневого цвета, присутствующие гликозидам циклоартанового ряда. Подвижной фазой также являлась система растворителей хлороформ–метанол–вода (70 : 12 : 1), (70 : 23 : 4).

Все выделенные соединения были идентифицированы на основании данных спектров ИК, ЯМР ^1H и ^{13}C , а также непосредственным сравнением с истинными образцами. Спектры ЯМР ^1H снимали на приборе UNITY plus 400 (Varian) для растворов соединений в дейтеропиридине (δ , м.д., 0-ГМДС) и ЯМР ^{13}C — на том же спектрометре при полном подавлении С-Н взаимодействий, а также в условиях DEPT.

Для изучения ростостимулирующей активности циклосиверсиозидов F и E были использованы соединения, полученные ранее из растения *A. pterocephalus* [12]. Были приготовлены исход-

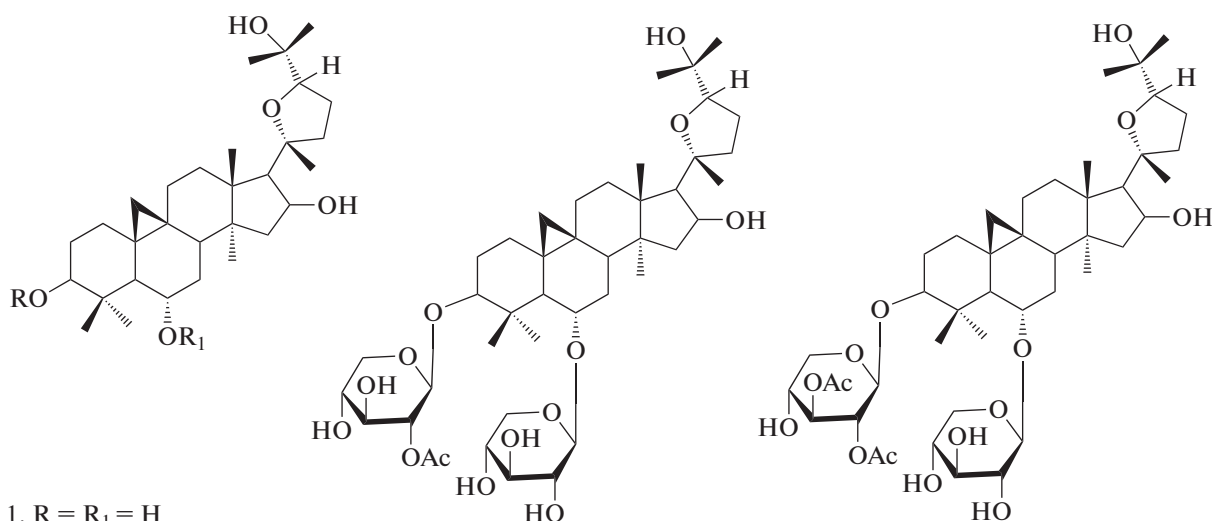
ные растворы в концентрации 100 мкг/мл каждого гликозида в отдельности. Навеску веществ по 5 мг растворяли в нескольких каплях 96%-ного этилового спирта, слегка нагревая на водяной бане до полного их растворения, затем добавляли 5 мл дистиллированной воды, нагретой до 70 °С, после чего вливали 45 мл воды комнатной температуры. Для замачивания семян полученные растворы разводили до концентраций 1.0 и 0.1 мкг/мл.

Семена пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Татьяна и хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. сорта Султан замачивали в растворах исследуемых гликозидов в течение 18 ч, после чего помещали в чашки Петри на двойной слой фильтровальной бумаги и инкубировали в термостате при температуре 25 °С [14]. На 5 сутки определяли среднюю длину корней и стеблей проростков. В качестве эталона использовался регулятор роста Учкун. Препарат представляет собой сумму биологически активных веществ (α -токоферол, полиизопреноидные спирты, фитостеролы и высшие алифатические спирты и др.) [15]. Полученные результаты исследований анализировали с использованием программного обеспечения OriginPro.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Климатические и почвенные условия горных и предгорных зон в пределах Республики Узбекистан значительно отличаются. Экологические различия определяются наличием горных отрогов Тянь-Шаня и Памиро-Алая, различно ориентированных относительно влажных западных и холодных северных воздушных течений. Горные условия определяют своеобразие водного и теплового режимов. С высотой закономерно увеличивается солнечная радиация, уменьшается атмосферное давление, снижается температура воздуха, увеличивается количество осадков и, как следствие, уменьшается продолжительность вегетационного периода растений. Также с высотой изменяется структура и свойства почвы [16]. Известны различия по составу почв горных систем Западного Тянь-Шаня и Гиссара. В горах западного Тянь-Шаня материнские породы и почвы имеют более тонкодисперсный состав, отличаются выщелоченностью от водорастворимых солей, гипса и карбонатов и более высоким содержанием органического вещества, а также азота и других биогенных элементов [17].

Для проведения фитохимических исследований растения *A. pterocephalus* заготавливали в трех различных географических точках: в предгорных районах в бассейне р. Ангрен Ташкентской обл.; в районе перевала Тахтакарачи на высоте 1630 м над ур. моря между Самаркандской и Кашкадарьинской обл.; в окрестностях высокогорного п. Нилу, расположенного на высоте 1700 м над ур. моря между юго-западными отрогами Гиссарского хребта в

1. $R = R_1 = H$

Циклосиверсигенин

Cyclosiversigenin

2. $R = R_1 = \beta\text{-D-Xylp}$

Циклосиверсиозид E

Cyclosiversioside E

3. $R = \beta\text{-D-Xylp}$, $R_1 = \beta\text{-D-Glcp}$,

Циклосиверсиозид F

Cyclosiversioside F

4. Циклосиверсиозид C

Cyclosiversioside C

5. Циклосиверсиозид A

Cyclosiversioside A

Рис. 1. Структурные формулы гликозидов растения *A. pterocephalus*.**Fig. 1.** Structural formulas of glycosides from *A. pterocephalus*.**Таблица 1.** Содержание циклоартановых гликозидов в *A. pterocephalus* из различных областей Узбекистана, (%)
Table 1. Content of cycloartane glycosides in *A. pterocephalus* from different regions of Uzbekistan, (%)

Соединения Compounds	Ташкентская область, Июль, 2009 Tashkent region of Uzbekistan, July 2009	Самаркандская область, Июль, 2009 Samarkand region of Uzbekistan, July 2009	Сурхандарьинская обл., Июль, 2010 Surkhandarya region of Uzbekistan July 2010	Туркестанский хребет, Шахристан, Таджикистан май, 1983 Turkestan Range, Tadzhikistan, May 1983
	номера образцов растений sample number			
	1	2	3	4
Циклосиверсиозид F Cyclosiversioside F	0.009	1.35	1.45	0.93
Циклосиверсиозид E Cyclosiversioside E	0.003	0.84	0.95	0.23
Циклосиверсиозид C Cyclosiversioside C	—	0.015	0.09	—
Циклосиверсиозид A Cyclosiversioside A	—	—	0.0018	—

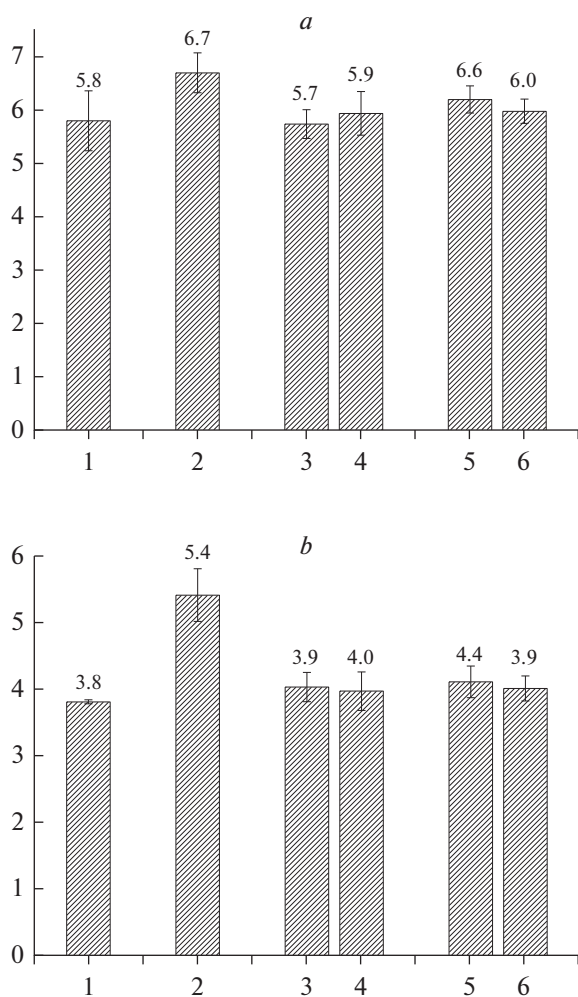


Рис. 2. Влияние обработки семян пшеницы циклоартановыми гликозидами на рост (а) корней, (б) coleoptилей. 1 – контрольный вариант (без обработки); 2 – Учкун 1 мкг/мл; 3 – циклосиверсиозид F 1 мкг/мл; 4 – циклосиверсиозид F 0.1 мкг/мл; 5 – циклосиверсиозид E 1 мкг/мл; 6 – циклосиверсиозид E 0.1 мкг/мл. По горизонтали – варианты опытов; по вертикали – длина, см.

Fig. 2. Effect of wheat seed treatment with cycloartan glycosides on (a) root growth, (b) coleoptile growth. 1 – control (no treatment); 2 – Uchkun 1 µg/ml; 3 – cyclosiversioside F 1 µg/ml; 4 – cyclosiversioside F 0.1 µg/ml; 5 – cyclosiversioside E 1 µg/ml; 6 – cyclosiversioside E 0.1 µg/ml. X-axis – treatments; y-axis – length, cm.

Сурхандарьинской обл. Для сравнительного анализа использован материал, собранный в 1983 г. на горном перевале Шахристан Республики Таджикистан [11]. Перевал проходит на высоте 3378 м через Туркестанский хребет Гиссаро-Алайской системы.

Изучение компонентного состава растений *A. pteroccephalus*, собранных в различных регионах показало, что основными гликозидами во всех образцах являются циклосиверсиозиды F и E. Максимальный выход этих веществ был в расте-

ниях, собранных в Сурхандарьинской области и составлял 1.45 и 0.95% соответственно (табл. 1). Следует отметить, что только в образцах 3 из Сурхандарьинской и 2 – из Самаркандской области, был обнаружен циклосиверсиозид С в количестве 0.09 и 0.015% соответственно. Циклосиверсиозид А (0.0018%) в небольших количествах найден только в образце 3 из Сурхандарьинской области [12]. В образце 2 растительного сырья, собранного в Самаркандской обл., содержание циклосиверсиозидов F составляет 1.35%, на перевале Шахристан – 0.93%, и самое низкое – в растительном материале образца 1, собранного в Ташкентской обл. (0.009%).

Выход циклосиверсиозидов E во всех образцах был ниже по сравнению с циклосиверсиозидом F. В растительном сырье образца 3, собранном в Сурхандарьинской обл., и образца 2 из Самаркандской обл. его содержание остается практически на одном уровне – 0.95 и 0.84% соответственно, а в Ташкентской обл. (образец 1) – всего 0.003%. По ранее полученным данным, в растительном материале образца 4, заготовленном в высокогорной зоне Туркестанского хребта (Таджикистан), содержание циклосиверсиозидов E составляет 0.23%.

Таким образом, изучение химического состава растений *A. pteroccephalus*, произрастающих в различных регионах, показало, что качественный состав основных гликозидов – циклосиверсиозидов E и F сохраняется. Высокий выход этих гликозидов наблюдается в растениях, произрастающих в Самаркандской и Сурхандарьинской областях.

Все исследуемые тритерпеновые гликозиды содержат в своем составе по два сахарных остатка. В циклосиверсиозиде А, С и E в виде двух остатков ксилозы. В циклосиверсиозиде С имеется одна ацетатная группа в молекуле кислотиранозного фрагмента при атоме С-3, а в циклосиверсиозиде А – два ацильных заместителя при той же ксилозе. Циклосиверсиозиде F содержит два разных остатка, в виде ксилозы при С-3 и глюкозы при С-6 (рис. 1).

Ранее нами была выявлена ростостимулирующая активность циклосиверсиозидов F [18]. В настоящей работе проведено сравнительное изучение ростостимулирующей активности циклосиверсиозидов F и E на культурах пшеницы и хлопчатника. Было выявлено, что при воздействии на семена пшеницы гликозидов в концентрациях 1.0 и 0.1 мкг/мл существенного стимулирующего эффекта на рост проростков не наблюдалось (рис. 2). В опытах на культуре хлопчатника вещества проявили достаточно высокую активность. При обработке семян циклосиверсиозидом F в дозе 1.0 мкг/мл длина корней достигала 4.8 см и превышала контрольные значения (4.1 см) на 16.7% (рис. 3). Более активной оказалась кон-

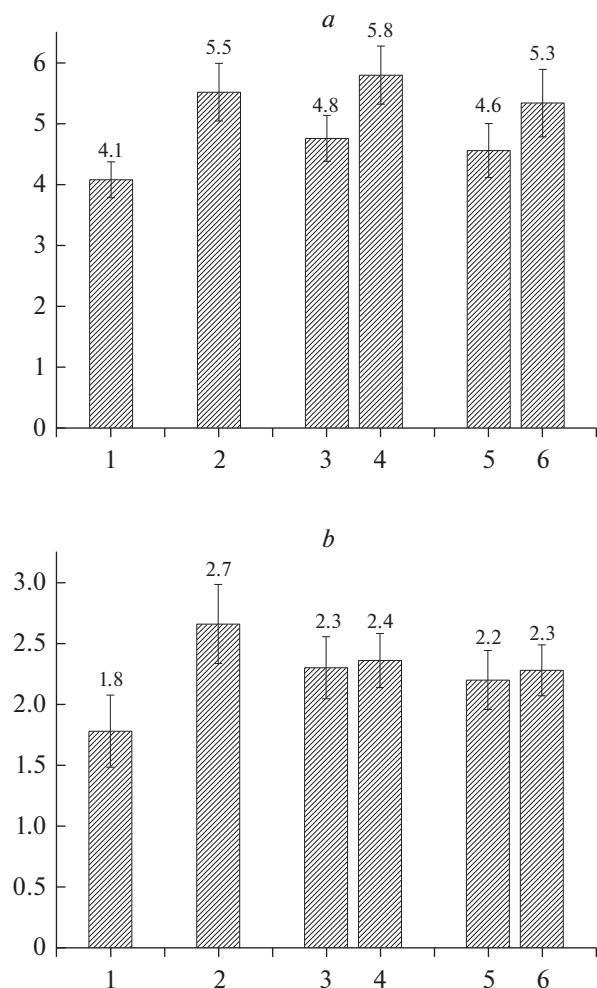


Рис. 3. Влияние обработки семян хлопчатника циклоартановыми гликозидами на рост (а) корней, (б) стеблей. 1 – контрольный вариант (без обработки); 2 – Учкун 1 мкг/мл; 3 – циклосиверсиозид F 1 мкг/мл; 4 – циклосиверсиозид F 0.1 мкг/мл; 5 – циклосиверсиозид E 1 мкг/мл; 6 – циклосиверсиозид E 0.1 мкг/мл. По горизонтали – варианты опытов; по вертикали – длина, см.

Fig. 3. Effect of cotton seed treatment with cycloartan glycosides on (a) root growth, (b) stem growth. 1 – control (no treatment); 2 – Uchkun 1 µg/ml; 3 – cyclosiversioside F 1 µg/ml; 4 – cyclosiversioside F 0.1 µg/ml; 5 – cyclosiversioside E 1 µg/ml; 6 – cyclosiversioside E 0.1 µg/ml. X-axis – treatments; y-axis – length, cm.

концентрация 0.1 мкг/мл: при воздействии на семена этой дозой наблюдался активный рост корней (5.8 см), превышающий значения контрольного варианта на 42.1% и эталонные (5.5 см) на 6.9%.

Обе исследуемые концентрации циклосиверсиозидов E также проявили стимулирующее действие. При обработке семян циклосиверсиозидом E в концентрации 1.0 мкг/мл длина корней (4.6 см) превышала соответствующие контрольные значения на 11.8%. Активность дозы 0.1 мкг/мл была значительно выше, длина корней (5.3 см) превышала контрольные значения на 30.9%.

Установлено, что гликозиды в меньшей степени оказали воздействие на рост надземной части проростков и уступали препарату Учкун, который стимулировал рост стеблей на 49.4% (2.7 см). Следует также отметить, что активность двух исследуемых концентраций циклосиверсиозидов F и E была практически на одном уровне. При обработке циклосиверсиозидом F в концентрации 1.0 мкг/мл длина стеблей (2.3 см) превышала контрольные величины на 29.2%, в концентрации 0.1 мкг/л (2.4 см) – на 32.6% (рис. 3). Длина стеблей проростков, обработанных циклосиверсиозидом E в этих дозах, составляла 2.2 и 2.3 см и превышала контрольные значения на 23.6 и 28.1% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований была выявлена зависимость содержания циклоартановых гликозидов в растительном сырье *A. pteroccephalus* от места произрастания. Высокий выход основных гликозидов – циклосиверсиозидов F и E, обнаружен в растениях, собранных в Сурхандарьинской и Самаркандской областях. В этих же образцах содержится циклосиверсиозид C, и только в образце 3 (Сурхандарьинская область) обнаружен циклосиверсиозид A.

Сравнительное изучение ростостимулирующей активности циклоартановых гликозидов показало, что они не оказывали значительного действия на семена однодольного растения – пшеницы, тогда как активность воздействия на представителя двудольных – хлопчатник, была высокой, особенно в отношении корней, что говорит о специфичности их действия.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного фонда фундаментальных исследований Республики Узбекистан в рамках исследовательского гранта ВА-ФА-Ф7-009.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукнер М. 1979. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных. М. 237.
2. Благовещенский А.В. 1966. Биохимическая эволюция цветковых растений. М. 328 с.

3. Поводыш М.Н. 2006. Разнообразие иридоидов в семействе Lamiaceae и их биологическая активность. — Растительные ресурсы. 42(2): 131–149.
4. Высочина Г.И. 1999. Биохимические подходы в познании биоразнообразия растительного мира. — Сибирский экологический журн. (3): 207–211.
<https://www.sibran.ru/upload/iblock/f80/f80a6e3ff1ba0a2b6533e9af1002ff3c.PDF>
5. Кузьмина С.С. 2002. О зависимости накопления флавоноидов в растениях Якутии от климатических факторов. — В сб.: Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья. Улан-Удэ. 87–90.
6. Свечникова А.Н., Умарова Р.У., Горовиц М.Б., Абубакиров Н.К. 1982. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины. IV. Циклосиверсиозид Е — новый дигликозид из *Astragalus sieversianus*. Химия природных соединений. 2: 204–208.
7. Свечникова А.Н., Умарова Р.У., Горовиц М.Б., Абдуллаев Н.Д., Абубакиров Н.К. 1982. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины. V. Строение циклосиверсиозида F. Химия природ, соедин. 2: 208–211.
8. Хушбактова З.А., Агзамова М.А., Сыров В.Н., Мирсалихова Н.М., Умарова Ф.Т., Исаев М.И. 1994. Влияние циклоартанов растений рода *Astragalus* и их синтетических аналогов на сократительную функцию миокарда и активность Na, К-АТФазы. — Химия природных соединений. 4: 510–514.
9. Царук А.В., Хушбактова З.А., Сыров В.Н., Агзамова М.А., Касимова Г.М. 2008. Фармакокоррекция нарушений липидного обмена у кроликов с атеросклерозом циклоартановым гликозидом — циклосиверсиозидом F. — Фармацевтический журнал. 1: 72–76.
10. Царук А.В., Искендеров Д.А., Агзамова М.А., Хушбактова З.А., Сыров В.Н., Исаев М.И. 2010. Выделение и изучение циклоартановых гликозидов циклоорбикозида G и циклосиверсиозида A на метаболические процессы в миокарде крыс. — Химико-фармацевтический журнал. 44(1): 12–15.
<http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/117>
11. Агзамова М.А., Исаев М.И., Горовиц М.Б., Абубакиров Н.К. 1986. Тритерпеновые гликозиды *Astragalus* и их генины. XIX. Циклоартановые соединения и стеринны из растений *Astragalus pamirensis* и *A. pterocephalus*. — Химия природных соединений. 1: 45–49.
12. Агзамова М.А., Исаев И.М. 2016. Компоненты растения *Astragalus pterocephalus*. — Химия природных соединений. 3: 433.
13. Коровин Е.П., Введенский А.Н. 1955. Флора Узбекской ССР, III. Ташкент. 684 с.
14. Ракитин Ю.В., Рудник В.Е. 1968. Первичная биологическая оценка химических соединений в качестве регуляторов роста растений и гербицидов. — В кн. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. М. С. 182–197.
15. Khidirova N.K., Matatkulova N.M., Kurbanova E.P., Ismailova K., Zakirova R.P., Khodjaniyazov Kh.U. 2016. Influence of an Uchkun preparation to some agricultural crops which are grown under unfavorable conditions. — Int. J. Environ. Agric. Res. 2(1): 102–108. <https://ijoeear.com/issue-detail/issue-January-2016>
16. Генусов А.З. 1983. Почвы и земельные ресурсы Средней Азии. Ташкент. 134 с.
17. Горбунов Б.В., Кимберг Н.В., Конобеева Г.М., Морозова П.А. 1972. Сравнительная характеристика почв Северного и Южного Узбекистана. Ташкент. 17 с.
18. Закирова Р.П., Исаев И.М., Агзамова М.А. 2019. Исследования ростстимулирующих свойств циклоартанового гликозида растения *Astragalus kuhitangi*. — XI Всероссийская научная конференция “Химия и технология растительных веществ”. Сыктывкар. С. 94. <https://chemi.komisc.ru/content/news/157/HTRV-2019.pdf>

Content and Bioactivity of Cycloartane Compounds in *Astragalus pterocephalus* (Fabaceae) from Different Locations of Uzbekistan

M. A. Agzamova^a, R. P. Zakirova^{a, *}

^aYunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Republic of Uzbekistan

*e-mail: ranozakirova@mail.ru

Abstract—The content of cycloartane compounds in *Astragalus pterocephalus* Bunge in relation to the place of plant's origin, and their growth-promoting activity were studied. It was found that content of compounds in roots with stems depends on the place of origin. The maximum yield of cyclosiversiosides F and E was found in samples 2 and 3, collected in the Samarkand and Surkhandarya regions of the Republic of Uzbekistan. Same samples also contained cyclosiversioside C, while cyclosiversioside A was detected only in sample 3 (Surkhandarya region). Each of the studied triterpene glycosides contains two sugar residues. Cyclosiversiosides A, C, and E have two xylose residues, cyclosiversioside C has one acetate group in the xylopyranose residue at C-3 of the genin, and cyclosiversioside A has two acyl substituents within the same xylose. In cyclosiversioside F there are two different residues — xylose at C-3 and glucose at C-6. Studies on the growth-promoting activity of major glycosides of *A. pterocephalus*, cyclosiversiosides F and E, showed specific opposing

effect on monocotyledons and dicotyledons. In monocotyledons, namely wheat, no significant effect was observed, while in dicotyledons, namely cultivated cotton, cyclosiversiosides F and E exerted high growth-promoting activity.

Keywords: *Astragalus ptercephalus* Bge., column chromatography, cyclosiversiosides E, F, C, A, growth-promoting activity

ACKNOWLEDGEMENTS

The present study was carried out within the framework of the research project BA-ΦА-Φ7-009 financed by the State Basic Research Foundation of the Republic of Uzbekistan.

REFERENCES

1. Lukner M.M. 1979. [Secondary metabolism in microorganisms, plants and animals.] Moscow. 237. (In Russian)
2. Blagoveshenskii A.V. 1966. [Biochemical evolution of flowering plants.] Moscow. 328 p. (In Russian)
3. Povodish M.N. 2006. Variety of Iridoids in the *Lamiaceae* family and their biological activity. — Plant Resources. 42(2): 131–149. (In Russian)
4. Vysochina G.I. 1999. Biochemical approaches to study of the biodiversity of plant world life. — Siberian Ecological J. 3: 207–211. <https://www.sibran.ru/upload/iblock/f80/f80a6e3ff1ba0a2b6533e9af1002ff3c.PDF> (In Russian)
5. Kuzmina S.S. 2002. [On the dependence of the accumulation of flavonoids in plants of Yakutia on climate factors.] — In: [Flora, vegetation and plant resources of Transbaikalia]. P. 87–90. (In Russian)
6. Syechnikova A.N., Umarova R.U., Gorovits M.B., Abubakirov N.K. 1982. Triterpene glycosides of *Astragalus* and their genins. IV. Cyclosieversioside E — A new diglycoside from *Astragalus sieversianus*. — Chem. Nat. Compd. 18(2): 186–189. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00577190>
7. Syechnikova A.N., Umarova R.U., Gorovits M.B., Abdullaev N.D., Abubakirov N.K. 1982. Triterpene glycosides of *Astragalus* and their genins. V. Structure of cyclosieversioside F. — Chem. Nat. Compd. 18(2): 190–192. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00577191>
8. Khushbaktova Z.A., Agzamova M.A., Syrov V.N., Radchenko N.V., Mirsalikhova N.M., Umarova F.T. 1994. Influence of cycloartanes from plants of the genus *Astragalus* and their synthetic analogs on the contractive function of the myocardium and the activity of Na, K-ATPase. — Chem. Nat. Compd. 30(4): 469–473. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00630402>
9. Tsaruk A.V., Khushbaktova Z.A., Syrov V.N., Agzamova M.A., Kasimova G.M. 2008. [Pharmacological correction of lipid metabolism disorders with cycloartan glycoside — cyclosieversioside F in atherosclerotic rabbits]. — Farmatsevtika Jurnal. (1): 72–78. (In Russian)
10. Tsaruk A.V., Iskenderov D. A., Agzamova M.A., Khushbaktova Z.A., Syrov V.N., Isaev M.I. 2010. Isolation and study of the influence of cycloartane glycosides cycloartobioside G and cyclosieversioside A on metabolic processes in myocardium. — Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal. 44(1): 12–15. <http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/117> (In Russian)
11. Agzamova N.A., Isaev M.I., Gorovits M.B., Abubakirov N.K. 1986. Triterpene glycosides of *Astragalus* and their genins. XIX. Cycloartane compounds and sterols from *Astragalus ptercephalus* and *A. ptercephalus*. — Chem. Nat. Compd. 22(1): 115–116. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00574606>
12. Agzamova M.A., Isaev I.M. 2016. Chemical components of *Astragalus ptercephalus*. — Chem. Nat. Compd. 52(3): 501–502. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10600-016-1687-3>
13. Korovin E.P., Vvedenskii A.V. 1955. [Flora of the Uzbek SSR, 3]. Tashkent. 684 P. (In Russian)
14. Rakitin Yu.V., Rudnik V.E. 1968. [Initial biological assessment of chemical compounds as plant growth regulators and herbicides]. In: [Methods for determination of growth regulators and herbicides]. Moscow. P. 182–197. (In Russian)
15. Khidirova N.K., Mamatkulova N.M., Kurbanova E.P., Ismailova K., Zakirova R.P., Khodjaniyazov Kh.U. 2016. Influence of an Uchkun preparation to some agricultural crops which are grown under unfavorable conditions. — Int. J. Environ. Agric. Res. 2(1): 102–108. <https://ijoea.com/issue-detail/issue-January-2016>
16. Genusov A.Z. 1983. [Soils and land resources of Central Asia, Tashkent, “FAN” of the Uzbek SSR. (In Russian)
17. Gorbunov B.V., Kimberg N.B., Konobeeva G.M., Morozova P.A. 1972. Comparative characteristics of soils of northern and southern Uzbekistan. Tashkent. “FAN” Uzbek SSR. (In Russian)
18. Zakirova R.P., Isaev M.I., Agzamova M.A. Studies of the growth-promoting properties of cycloartane glycoside in *Astragalus kuhitangi*. — XI Russian Scientific Conference “Chemistry and Technology of Plant Substances”. Syktyvkar, May 27–31. P.94. (In Russian) <https://chemi.komisc.ru/content/news/157/HTRV-2019.pdf>