

УДК 615.322:547.913+543.544.45

## КОМПОНЕНТЫ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *DIPSACUS AZUREUS*

© **Л.Н. Ашуррова<sup>1</sup>\*, А.Р. Хуррамов<sup>1</sup>, Х.М. Бобакулов<sup>1</sup>, Д.Х. Акрамов<sup>2</sup>, Н.Ш. Рамазонов<sup>1</sup>,  
М.Х. Маликова<sup>1</sup>, Ф.А. Кодиралиева<sup>1</sup>, Н.К. Юлдашева<sup>1</sup>, С.З. Нишанбаев<sup>1</sup>, Ф.Б. Эшбоев<sup>1</sup>,  
Ш.С. Азимова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт химии растительных веществ имени академика С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. М. Улугбека, 77, Ташкент, 100170, Узбекистан, ashurova\_lola1985@mail.ru

<sup>2</sup> Институт биохимии Самаркандинского государственного университета, бул. Университетский, 15, Самарканд, 140104, Узбекистан

*Dipsacus azureus* (семейство *Dipsacaceae*) в качестве традиционного лекарственного растения применяется при ревматизме, язвах кожи и раке желудка. В эксперименте оказывает болеутоляющее и стимулирующее действие на сердечно-сосудистую систему. Проведено исследование углеводов, липидов и других низкомолекулярных метаболитов надземной части *D. Azureus*, собранной в период цветения на территории Ташкентской области. Спирто растворимые сахара представлены фруктозой, сахарозой и глюкозой. Выход водорастворимых полисахаридов, извлекаемых холодной водой (ВРПС-х), составил 0.38%, водорастворимые полисахариды, извлекаемые при 70 °C (ВРПС-г) – 1.92%. Моносахаридный состав ВРПС-х и ВРПС-г представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: галактуроновой и глюкуроновой кислотами, галактозой, глюкозой, арабинозой в меньших количествах обнаружена рамноза. Моносахаридный состав ПВ представлен уроновой кислотой, галактозой, глюкозой, арабинозой, ксилоза и рамноза находятся в не значительных количествах. Моносахаридный состав гемицеллюлоз представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: уроновая кислота галактоза, глюкоза, арабиноза, ксилоза, рамноза.

Воздушно-сухая измельченная надземная часть *Dipsacus azureus* содержит 1.71% нейтральных липидов (НЛ) и 2.57% полярных липидов (ПЛ), состоящих из остатков НЛ, гликолипидов (ГЛ) и фосфолипидов (ФЛ). Таким образом, надземная часть растения содержит 4,28% общих липидов. Следовательно, содержат 18 (НЛ) и 17 (ПЛ) ЖК с преобладанием из насыщенных жирных кислот 16:0 (22.56–27.44%), а из ненасыщенных – 18:2-ω6-линовая (15.13–18.80%) и значительно более высокое содержание 18:3-α-линовеновой (24.51–31.45%) кислоты. Сумма полиненасыщенных жирных кислот (18:2; 18:3; 20:4) составляет в НЛ – 47.17%, а в ПЛ ((18:2; 18:3; 20:2) – 44.13%. Следует отметить, что особенностью набора ЖК надземной части *D. azureus* является присутствие в кислотах НЛ и ПЛ высокомолекулярных кислот с длиной цепи от 22 до 24 атомов С.

Из 80% этанольного экстракта растения выделены индивидуальные соединения 1–6, которые на основании изучения спектральных данных 1D (<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C) и 2D (HSQC, HMBC, COSY) ЯМР спектроскопии, а также сравнением с опубликованными в литературе сведениями и подлинными образцами идентифицированы урсоловой кислотой, метил гликозидом, хедерогенином, олеаноловой кислотой, а также иридоидными гликозидами логанином и сверозидом.

**Ключевые слова:** *Dipsacus azureus*, углеводы, липиды, урсоловая кислота, метилгликозид, хедерагенин, олеаноловая кислота, логанин, сверозид.

**Для цитирования:** Ашуррова Л.Н., Хуррамов А.Р., Бобакулов Х.М., Акрамов Д.Х., Рамазонов Н.Ш., Маликова М.Х., Кодиралиева Ф.А., Юлдашева Н.К., Нишанбаев С.З., Эшбоев Ф.Б., Азимова Ш.С. Компоненты надземной части *Dipsacus azureus* // Химия растительного сырья. 2025. №3. С. 302–310. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315479>.

### Введение

Род *Dipsacus* (Ворсянка), относящийся к семейству *Dipsacaceae*, в Узбекистане представлен двумя видами: *D. Laciniatus* (L) и *D. azureus* (Schrenk) [1, 2]. Некоторые экстракты и индивидуальные соединения растений видов *Dipsacus* обладают антибактериальной, противовоспалительной, нейропротекторной, гепатопротекторной, противоартритной и другими видами активности [3, 4]. Растения рода *Dipsacus* используются в качестве лекарственных средств для лечения ряда заболеваний болезни Альцгеймера, рака, болезни лайма, фибримиалгии, травматической гематомы, остеопороза, маточных кровотечений, вызванных недостаточностью печени и почек и др. [5].

\* Автор, с которым следует вести переписку.

*D. azureus* в качестве традиционного лекарственного растения применяется при ревматизме, язвах кожи и раке желудка. В эксперименте оказывает болеутоляющее и стимулирующее действие на сердечно-сосудистую систему [6].

Согласно литературным данным, *D. azureus* отличается от всех известных сапонинсодержащих растений самым высоким содержанием сапонинов до 18.9% от массы корня [7]. Предыдущее фитохимическое исследование корней *D. azureus* выявило наличие тритерпеноидов, алкалоида, кумарина, флавоноида и тритерпеновых гликозидов – дипсакозид А<sub>4</sub> и дипсакозид В [8–13].

С целью поиска источников новых биологически активных веществ нами изучены углеводы, липиды и другие низкомолекулярные метаболиты надземной части *D. azureus*, собранной в период цветения на территории Ташкентской области. Вид идентифицирован канд. биол. наук О.М. Нигматуллаевым в лаборатории лекарственных и технических растений Института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз (гербарный номер 2027).

Цель настоящей работы – исследование углеводов, липидов и других низкомолекулярных метаболитов растения *Dipsacus azureus*.

### Экспериментальная часть

**Выделение углеводов.** Бумажную хроматографию (БХ) гидролизатов проводили нисходящим методом на бумаге Filtrak FN-12 (Германия) в системе растворителей *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3), для индикации пятен моносахаридов (гексозы и пентозы) применяли анилин фталат кислый (1), кетоз 5% раствор мочевины (2). Хроматограммы проявляли в течение 3–4 мин при 100 °C.

Полный кислотный гидролиз ВРПС проводили 1 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 100 °C, 8 ч, ПВ и ГМЦ гидролизовали 2 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, при 24 ч. Гидролизаты нейтрализовали BaCO<sub>3</sub>, деонизировали катионитом КУ-2 (H<sup>+</sup>), упаривали и анализировали БХ в сравнении с известными стандартами моносахаридов.

ИК-спектры полисахаридов снимали на ИК-спектрометре Фурье фирмы Perkin-Elmer, FT-IR/NIR Spectrometr. Spectrим 3. Universal ATR Sampling Accessory, области поглощения (диапазон) 530–3600 см<sup>-1</sup>.

Выделение спирторастворимых сахаров (СРС). Воздушно-сухое, измельченное и просеянное через сито №2 сырье (26 г) экстрагировали 100 мл кипящей смеси хлороформ-метанол (1 : 1) в течение 1 ч для извлечения красящих и низкомолекулярных веществ. Сырье отфильтровывали, высушивали и экстрагировали дважды 82% спиртом (150, 100 мл) при нагревании в течение 1 ч. Спиртовые экстракты отделяли, объединяли, упаривали и анализировали БХ в системе *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3), проявители 1 и 2.

Выделение водорастворимых полисахаридов (ВРПС-х, ВРПС-г). После выделения спирторастворимых сахаров остаток сырья дважды обрабатывали водой (200 мл) при комнатной температуре, постоянно перемешивая. Экстракты отделяли фильтрованием, концентрировали и осаждали этанолом (96%) в соотношении 1 : 3. Выпавший осадок отделяли, промывали и высушивали 96% этанолом. Выход ВРПС-х – 0.1 г. ИК-спектр ( $\nu_{\text{max}}$ , см<sup>-1</sup>) 3305, 2932, 1740, 1602, 1395, 1254, 1036, 767, 602. Затем остаток сырья дважды обрабатывали горячей водой (70–75 °C) 50 мл в течение 1 ч. Далее, как описано выше. Выход ВРПС-г – 0.5 г. ИК-спектр ( $\nu_{\text{max}}$ , см<sup>-1</sup>) 3287, 2932, 1736, 1600, 1399, 1324, 1235, 1075, 1047, 1018, 763, 531.

Выделение пектиновых веществ (ПВ). Остаток сырья после извлечения ВРПС дважды экстрагировали смесью 0.5% растворов щавелевой кислоты и оксалата аммония, взятых в равных соотношениях (1 : 1), при 70 °C, в течение 1.5–2 ч. Экстракты объединяли, диализовали относительно проточной воды, упаривали, осаждали этанолом (96%, 1 : 3). Выпавший осадок обрабатывали и высушивали как обычно. Выход ПВ – 2.1 г.

Выделение гемицеллюз (ГМЦ). Остаток сырья дважды экстрагировали 5% раствором KOH (по 100 мл) при комнатной температуре. Щелочной экстракт отделяли, нейтрализовали CH<sub>3</sub>COOH, диализовали, упаривали до небольшого объема и осаждали спиртом (96%). Выпавший осадок отделяли, обрабатывали, как описано выше. Выход ГМЦ – 1.15 г. ИК-спектр ( $\nu_{\text{max}}$ , см<sup>-1</sup>) 3287, 1608, 1416, 1314, 1037, 896, 779, 645.

**Выделение липидов.** Сначала из измельченной воздушно-сухой надземной части *Dipsacus azureus* (2 кг) методом настаивания трехкратно с экстракционным бензином (т. кип. 72–80 °C) выделили нейтральные липиды (НЛ) с выходом 1.71% [14].

Шрот после извлечения НЛ высушивали на воздухе, затем из него трехкратной экстракцией смесью хлороформа с метанолом (2 : 1) по методу Фолча [15] извлекли полярные липиды (ПЛ), состоящие из остатков НЛ, гликолипидов (ГЛ) и фосфолипидов (ФЛ). Объединенный экстракт промывали 0.05% водным раствором CaCl<sub>2</sub> для удаления нелипидных компонентов, хлороформ из экстракта удаляли отгонкой на роторном

испарителе с последующим высушиванием образца в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Выход ПЛ составил 2.57%. Таким образом, надземная часть *D. azureus* содержит 4.28% общих липидов.

Далее определили состав жирных кислот НЛ и ПЛ надземной части растения. Для этого липиды гидролизовали 10% метанольным раствором KOH в соотношении образец : раствор 1 : 10, при кипячении на водяной бане в течение 1 ч [16]. Полученные мыла разлагали 50% водным раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Жирные кислоты (ЖК) экстрагировали трижды диэтиловым эфиром, эфирные вытяжки промывали дистиллированной водой до нейтральной среды по метилоранжу, сушили над безводным сульфатом натрия, эфир отгоняли. Жирные кислоты метилировали диазометаном. Очистку полученных метиловых эфиров ЖК проводили методом TCX на силикагеле в системе растворителей гексан : диэтиловый эфир 4 : 1, зону метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) проявили в парах I<sub>2</sub>, десорбировали с силикагеля хлороформом. После удаления хлороформа МЭЖК растворяли в гексане и анализировали на газовом хроматографе Agilent 8860 GC с пламенно-ионизационным детектором, используя капиллярную колонку Supelco 100 м × 0.25 мм с фазой SP<sup>tm</sup>-2560, газ-носитель – азот, температура программирования колонки – от 140 до 250 °С. Идентификацию ЖК проводили путем сравнения времен удерживания пиков с таковыми пиков стандартного образца смеси 37 метиловых эфиров жирных кислот (Supelco® 37 component FAME mix, Sigma-Aldrich, США).

*Выделение низкомолекулярных соединений.* Воздушно-сухое измельченное растение (3 кг, влажность <5%) пять раз экстрагировали при комнатной температуре 80% этанолом. Экстракт сгущали под вакуумом, затем осадок осаждали ацетоном. Осадок высушивали в сушильном шкафу под вакуумом, выход составил 300 г. Затем спиртоводное извлечение упарили в вакууме, остаток разбавили водой в соотношении 1 : 1 и подвергли жидкофазной экстракции хлороформом и *n*-бутанолом. Отогнав растворители, получили 50 г хлороформной, 120 г бутанольной фракций и 300 г осадка. Осадок хроматографировали на колонке с силикагелем и элюировали сначала хлороформом, затем системой хлороформ – метанол с увеличением полярности. Элюирия в системе растворителей CHCl<sub>3</sub> – CH<sub>3</sub>OH (100 : 1–0 : 1), получили семь фракций Ф1–Ф7. Из фракции Ф1 после ее повторного хроматографирования на силикагеле в системе растворителей CHCl<sub>3</sub>–CH<sub>3</sub>OH (1 : 0–0 : 1) получили девять фракций Ф1.1–1.9. Фракция Ф1.2 дополнительно очищалась препартивной TCX (CHCl<sub>3</sub>–CH<sub>3</sub>OH, 25 : 1) с получением соединения 1 (12 мг). Соединение 2 (2 г) получили перекристаллизацией фракции Ф1.4 из метанола. Соединение 3 (12 мг), 4 (16 мг), выделили из фракции Ф-6 на колонке с силикагелем в системе растворителей (CHCl<sub>3</sub>–CH<sub>3</sub>OH) с градиентным увеличением содержания метанола от 100 : 0 до 10 : 1. Рекроматографированием фракции 9 (1 г) на сепадексе LH-20 в системе растворителей C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH получили соответственно соединения 5 и 6.

*Определение антибактериальной и противогрибковой активности.* Антимикробную активность экстракта растения *Dipsacus azureus* определяли диско-диффузионным методом [17–19]. Для проявления антимикробного действия использовали следующие микробные штаммы: *Bacillus subtilis* RKMUz-5, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* RKMUz-221, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27879 и *Candida albicans* RKMUz-247. В качестве положительного контроля использовали ампициллин (10 мкг/диск), цефтриаксон (30 мкг/диск), флуконазол (25 мкг/диск). Согласно полученным результатам, среди образцов только экстракт *D. azureus* проявил слабую антибактериальную активность в отношении *B. subtilis* и *S. aureus* с зонами ингибирования 6.53±0.21 мм и 6.5±0.16 мм соответственно. Положительные контроли показали стандартные зоны ингибирования в диапазоне от 20.52±0.12 мм до 30.3±0.24 мм.

### Обсуждение результатов

Выделение углеводного комплекса проводили, как описано ранее [19]. Спирторастворимые сахара представлены фруктозой, сахарозой и глюкозой. Выход водорастворимых полисахаридов, извлекаемых холодной водой (ВРПС-х), составил 0.38%, водорастворимые полисахариды, извлекаемые при 70 °С (ВРПС-г) – 1.92%.

ВРПС представляют собой аморфные порошки светло-коричневого цвета, хорошо растворимые в воде. Водный раствор ВРПС-г дает положительную реакцию на крахмал. Следовательно, ВРПС-г является полисахаридом типа глюкана.

Моносахаридный состав ВРПС-х и ВРПС-г представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: галактуроновой и глюкуроновой кислотами, галактозой, глюкозой, арабинозой в меньших количествах находится рамноза.

Пектиновые вещества представляют собой аморфный порошок бежевого цвета, хорошо растворяется в воде с образованием густых растворов, которые с йодом дают синее окрашивание, что характерно для крахмала подобных полисахаридов. Моносахаридный состав ПВ представлен уроновой кислотой, галактозой, глюкозой, арабинозой, ксилоза и рамноза находятся в незначительных количествах.

Гемицеллюлозы – аморфный порошок светло-коричневого цвета, хорошо растворяется в слабых растворах щелочей. Моносахаридный состав также представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: уроновая кислота галактоза, глюкоза, арабиноза, ксилоза, рамноза. Доминирующими моносахаридами является ксилоза. Повышенное содержание ксилозы характерно для полисахаридов ксиланового типа.

Выделенные полисахариды анализировали методом ИК-спектроскопии [20].

В ИК-спектрах ВРПС-х и ВРПС-г присутствуют полосы поглощения 3305 и 3287  $\text{cm}^{-1}$ , достаточно интенсивные, характерные для OH-групп. Полосы поглощения при 2932  $\text{cm}^{-1}$  свидетельствуют о присутствии CH групп. Присутствуют также полосы поглощения, связанные с наличием карбоксильных групп 1740 и 1736  $\text{cm}^{-1}$ , а также 1254 и 1235  $\text{cm}^{-1}$ .

Остальные полосы поглощения находятся в низкочастотной области спектров и соответствуют колебаниям пиранозных циклов и их фрагментов.

В ИК-спектре ПВ обнаружены полосы поглощения, характерные для карбоксиполисахаридов 1750 и 1237  $\text{cm}^{-1}$ . Пектиновые вещества обычно содержат метоксильные группы, что отражается в данном случае полосой поглощения в области 1316  $\text{cm}^{-1}$ . Характерной также является полоса поглощения при 1415  $\text{cm}^{-1}$ , соответствующая ионизированному карбоксилу. Полоса поглощения при 956  $\text{cm}^{-1}$  колебания метиленовых групп. Для пектиновых веществ, которые имеют основную полимерную цепь, состоящую из  $\alpha$  1→4 связанных остатков D-галактуроновой кислоты, присущи полосы поглощения в ИК-спектре 890, 832  $\text{cm}^{-1}$ .

ИК-спектр ГМЦ имеет полосы поглощения, характерные для полисахаридов в области гидроксильных групп, CH групп и т.д. Во всех спектрах, т.е. ВРПС-х, ВРПС-г, ПВ и ГМЦ, имеются интенсивные полосы, которые показывают присутствие белковых примесей – 1602, 1600, 1597, 1608  $\text{cm}^{-1}$ .

Результаты исследования липидов показывают, что воздушно-сухая измельченная надземная часть *Dipsacus azureus* содержит 1.71% нейтральных липидов (НЛ) и 2.57% полярных липидов (ПЛ), состоящих из остатков НЛ, гликолипидов (ГЛ) и фосфолипидов (ФЛ). Таким образом, надземная часть *D. azureus* содержит 4.28% суммы нейтральных и полярных липидов.

Состав жирных кислот НЛ и ПЛ надземной части *D. azureus* в процентах от массы кислот представлен в таблице.

Из данных таблицы следует, что надземная часть *D. azureus* содержит 18 (НЛ) и 17 (ПЛ) ЖК с преобладанием из насыщенных жирных кислот 16:0 (22.56–27.44%), а из ненасыщенных – 18:2-ω6-линолевая (15.13–18.80%) и значительно более высокое содержание 18:3-α-линоленовой (24.51–31.45%) кислоты. Кроме этого, идентифицирована кислота 20:4n3 в НЛ – 0.59% и в ПЛ – 0.45%. Сумма полиненасыщенных жирных кислот (18:2; 18:3; 20:4) составляет в НЛ – 47.17%, а в ПЛ ((18:2; 18:3; 20:2) – 44.13%. Следует отметить, что особенностью набора ЖК надземной части *D. azureus* является присутствие в кислотах НЛ и ПЛ высокомолекулярных кислот с длиной цепи от 22 до 24 атомов С.

Химическое строение выделенных соединений 1–5 установили с использованием спектральных данных 1D ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ) и 2D (HSQC, HMBC, COSY) ЯМР-спектроскопии, а также сравнением с литературными и идентичными образцами.

**Урсоловая кислота (1).** Белый аморфный порошок,  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$  т. пл. 283–285 °C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (600 МГц,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , δ, м.д. J/Гц): 0.88 (1H, м, H-5), 0.91 (3H, с, H-25), 0.97 (3H, д,  $J=6.3$ , H-30), 1.02 (3H, д,  $J=6.5$ , H-29), 1.04 (1H, м, H-20), 1.05 (3H, с, H-24), 1.08 (3H, с, H-26), 1.23 (1H, м, H-15a), 1.25 (3H, с, H-27), 1.26 (3H, с, H-23), 1.38 (1H, м, H-6a), 1.38 (1H, м, H-7a), 1.41 (1H, м, H-21a), 1.48 (1H, м, H-21b), 1.49 (1H, м, H-19), 1.57 (1H, м, H-1a), 1.58 (1H, м, H-7b), 1.59 (1H, м, H-6b), 1.65 (1H, дд,  $J=10.2, 7.5$ , H-9), 1.70 (1H, м, H-1b), 1.84 (1H, м, H-2), 1.96 (1H, м, H-11), 1.99 (1H, м, H-22), 2.02 (1H, м, H-16a), 2.14 (1H, тд,  $J=13.4, 4.4$ , H-16a), 2.35 (1H, тд,  $J=13.6, 4.8$ , H-15b), 2.66 (1H, д,  $J=11.4$ , H-18), 3.48 (1H, дд,  $J=10.6, 5.6$ , H-3), 5.51 (1H, дд,  $J=3.6, 3.5$ , H-12). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (150 МГц,  $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ , δ, м.д.): 39.54 (C-1), 28.60 (C-2), 78.59 (C-3), 39.85 (C-4), 56.29 (C-5), 19.25 (C-6), 34.05 (C-7), 40.44 (C-8), 48.52 (C-9), 37.75 (C-10), 24.10 (C-11), 126.12 (C-12), 139.75 (C-13), 42.97 (C-14), 29.16 (C-15), 25.39 (C-16), 48.52 (C-17), 54.02 (C-18), 39.96 (C-19), 39.87 (C-20), 31.54 (C-21), 37.92 (C-22), 29.28 (C-23), 17.05 (C-24), 16.15 (C-25), 17.93 (C-26), 24.38 (C-27), 180.37 (C-28), 17.99 (C-29), 21.88 (C-30).

**Метил-бета-D-глюкопиранозид (2).** Белое кристаллическое вещество,  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_6$  т. пл. 166–168 °C. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (600 МГц,  $\text{CD}_3\text{OD}$ , δ, м.д. J/Гц): 3.14 (1H, дд,  $J=8.8, 7.8$ , H-1), 3.24 (1H, м, H-5), 3.25 (1H, м, H-4), 3.31 (1H, м, H-3), 3.52 (3H, д,  $J=1.1$ ,  $\text{OCH}_3$ ), 3.66 (1H, дд,  $J=11.9, 5.1$ , H-6a), 3.85 (1H, дд,  $J=11.9, 4.6$ , H-6b), 4.14 (1H, дк,  $J=7.8, 1.1$ , H-1). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  (150 МГц,  $\text{CD}_3\text{OD}$ , δ, м.д.): 105.09 (C-1), 74.72 (C-2), 77.75 (C-3), 71.34 (C-4), 77.57 (C-5), 62.54 (C-6), 57.26 ( $\text{OCH}_3$ ).

Состав жирных кислот НЛ и ПЛ надземной части *D. azureus* ГХ, % от массы кислот

Жирная кислота	Содержание	
	НЛ	ПЛ
Каприновая, 10:0	0.19	—
Лауриновая, 12:0	0.23	0.45
Миристиновая, 14:0	0.59	0.51
Пентадекановая, 15:0	0.31	0.32
Пентадециновая, 15:1	0.19	—
Пальмитиновая, 16:0	22.56	27.44
Пальмитолеиновая, 16:1	0.92	0.27
Маргариновая, 17:0	0.31	0.37
Стеариновая, 18:0	3.02	3.49
Олеиновая, 18:1	9.01	9.74
Линолевая, 18:2n6	15.13	18.80
Линоленовая, 18:3n3	31.45	24.51
Арахиновая, 20:0	3.52	2.05
Эйкозеновая, 20:1	1.50	1.28
Эйкозадиеновая, 20:2n6	—	0.82
Арахидоновая, 20:4n3	0.59	0.45
Бегеновая, 22:0	3.45	2.14
Эруковая, 22:1	2.60	2.29
Лигноцериновая, 24:0	4.43	2.72
Σнасыщенных ЖК	38.61	39.49
Σненасыщенных ЖК	61.39	60.51

**Хедерогенин (3).** Белый аморфный порошок,  $C_{30}H_{48}O_4$  пл. 330–332 °C. Спектр ЯМР  $^1H$  (600 МГц,  $C_5D_5N$ ,  $\delta$ , м.д.  $J/\text{Гц}$ ): 0.94 (3H, с, H-29), 0.98 (3H, с, H-25), 1.01 (3H, с, H-30), 1.06 (3H, с, H-26), 1.07 (3H, с, H-24), 1.11 (1H, м, H-1a), 1.17 (1H, ддд,  $J=13.8, 3.8, 3.7$ , H-15a), 1.21 (1H, м, H-21a), 1.25 (3H, с, H-27), 1.30 (1H, м, H-19a), 1.31 (1H, м, H-7a), 1.43 (1H, м, H-6a), 1.45 (1H, м, H-21b), 1.56 (1H, дд,  $J=12.0, 1.8$ , H-5), 1.60 (1H, м, H-1b), 1.63 (1H, ддд,  $J=12.8, 12.7, 4.1$ , H-7b), 1.70 (1H, м, H-6b), 1.79 (1H, м, H-19b), 1.80 (1H, м, H-9), 1.83 (1H, ддд,  $J=13.9, 4.0, 2.8$ , H-22a), 1.92 (1H, м, H-2), 1.96 (1H, м, H-16a), 1.98 (1H, м, H-11), 2.05 (1H, ддд,  $J=13.9, 13.8, 4.4$ , H-22b), 2.10 (1H, ддд,  $J=13.4, 13.3, 3.7$ , H-16b), 2.18 (1H, ддд,  $J=13.8, 13.4, 4.3$ , H-15b), 3.32 (1H, дд,  $J=14.0, 4.6$ , H-18), 3.74 (1H, д,  $J=10.4$ , H-23a), 4.21 (1H, д,  $J=10.4$ , H-23b), 4.23 (1H, дд,  $J=11.4, 5.0$ , H-3), 5.51 (1H, дд,  $J=3.5, 3.4$ , H-12). Спектр ЯМР  $^{13}C$  (150 МГц,  $C_5D_5N$ ,  $\delta$ , м.д.): 39.25 (C-1), 28.15 (C-2), 73.83 (C-3), 43.37 (C-4), 49.05 (C-5), 19.05 (C-6), 33.44 (C-7), 40.23 (C-8), 48.63 (C-9), 37.70 (C-10), 24.32 (C-11), 123.06 (C-12), 145.32 (C-13), 42.66 (C-14), 28.81 (C-15), 24.16 (C-16), 47.13 (C-17), 42.47 (C-18), 46.92 (C-19), 31.42 (C-20), 34.67 (C-21), 33.68 (C-22), 68.32 (C-23), 13.61 (C-24), 16.43 (C-25), 17.96 (C-26), 26.63 (C-27), 180.70 (C-28), 33.71 (C-29), 24.23 (C-30).

**Олеаноловая кислота (4).** Белый аморфный порошок,  $C_{30}H_{48}O_3$  т. пл. 308–310 °C. Спектр ЯМР  $^1H$  (600 МГц,  $CD_3OD+CCl_4$ ,  $\delta$ , м.д.,  $J/\text{Гц}$ ): 0.71 (1H, дд,  $J=11.4, 1.6$ , H-5), 0.74 (3H, с, H-24), 0.78 (3H, с, H-26), 0.91 (3H, с, H-29), 0.92 (3H, с, H-25), 0.94 (3H, с, H-30), 0.95 (3H, с, H-23), 0.96 (1H, м, H-1a), 1.04 (1H, ддд,  $J=13.7, 3.4, 3.3$ , H-15a), 1.13 (3H, с, H-27), 1.14 (1H, м, H-19a), 1.19 (1H, м, H-21a), 1.31 (1H, м, H-7a), 1.34 (1H, м, H-21b), 1.38 (1H, м, H-6a), 1.44 (1H, м, H-7b), 1.53 (1H, м, H-22a), 1.53 (1H, м, H-9), 1.54 (1H, м, H-6b), 1.56 (1H, м, H-2), 1.58 (1H, м, H-16a), 1.62 (1H, м, H-19b), 1.62 (1H, м, H-1b), 1.72 (1H, м, H-15b), 1.72 (1H, м, H-22b), 1.87 (1H, м, H-11), 1.93 (1H, м, H-16b), 2.80 (1H, дд,  $J=13.8, 4.5$ , H-18), 3.13 (1H, дд,  $J=11.2, 5.0$ , H-3), 5.23 (1H, дд,  $J=3.6, 3.6$ , H-12). Спектр ЯМР  $^{13}C$  (150 МГц,  $CD_3OD+CCl_4$ ,  $\delta$ , м.д.): 39.57 (C-1), 27.45 (C-2), 79.16 (C-3), 39.57 (C-4), 56.34 (C-5), 19.21 (C-6), 33.72 (C-7), 40.17 (C-8), 48.62 (C-9), 37.86 (C-10), 24.23 (C-11), 123.20 (C-12), 144.58 (C-13), 42.53 (C-14), 28.52 (C-15), 23.77 (C-16), 47.08 (C-17), 42.13 (C-18), 46.87 (C-19), 31.53 (C-20), 34.81 (C-21), 33.34 (C-22), 28.79 (C-23), 16.36 (C-24), 16.02 (C-25), 17.54 (C-26), 26.63 (C-27), 181.10 (C-28), 33.90 (C-29), 24.32 (C-30).

**Логанин (5).** Желтое вещество,  $C_{17}H_{26}O_{10}$ . Спектр ЯМР  $^1H$  (600 МГц,  $C_5D_5N$ ,  $\delta$ , м.д.  $J/\text{Гц}$ ): 7.71 (1H, д,  $J=1.2$ , H-3), 5.70 (1H, д,  $J=4.5$ , H-1), 5.41 (1H, д,  $J=7.9$ , H-1'), 4.55 (1H, м, H-6'), 4.40 (1H, м, H-6'), 4.30 (1H, м, H-3'), 4.27 (1H, м, H-4'), 4.24 (1H, м, H-7), 4.09 (1H, м, H-2'), 4.01 (1H, м, H-5'), 3.59 (3H, с, H-12) 3.52 (1H, м, H-5), 2.65 (1H, м, H-6), 2.46 (1H, ддд,  $J=9.1, 4.5, 4.4$ , H-9), 2.04 (1H, дкд,  $J=9.1, 6.9, 4.5$ , H-8), 1.75 (1H, ддд,  $J=13.7, 7.8, 4.7$ , H-6), 1.21 (1H, д,  $J=6.9$ , H-10). Спектр ЯМР  $^{13}C$  (150 МГц,  $C_5D_5N$ ,  $\delta$ , м.д.): 98.04 (C-1), 151.88 (C-3), 113.84 (C-4), 32.28 (C-5), 43.44 (C-6), 73.96 (C-7), 42.24 (C-8), 46.44 (C-9), 14.22 (C-10), 168.25 (C-11), 101.37 (C-1'), 75.32 (C-2'), 78.92 (C-3'), 72.02 (C-4'), 79.44 (C-5'), 63.16 (C-6'), 51.44 (C-12).

**Сверозид (6).** Желтое вещество.  $C_{16}H_{22}O_9$ . Спектр ЯМР  $^1H$  (600 МГц,  $C_5D_5N$ , δ, м.д.  $J/\text{Гц}$ ): 7.94 (1H, д,  $J=2.5$ , H-3), 5.79 (1H, д,  $J=1.7$ , H-1), 5.38 (1H, дд,  $J=17.0, 10.4$ , H-8), 5.33 (1H, д,  $J=7.9$ , H-1'), 5.08 (1H, дд,  $J=10.4, 1.9$ , H-10), 5.00 (1H, дд,  $J=17.0, 1.7$ , H-10), 4.56 (1H, м, H-2'), 4.41 (1H, м, H-6'), 4.31 (1H, м, H-4'), 4.28 (1H, м, H-3'), 4.23 (1H, м, H-7), 4.12 (1H, м, H-2'), 4.01 (1H, м, H-5'), 3.83 (1H, ддд,  $J=13.0, 11.5, 2.2$ , H-7), 3.02 (1H, м, H-5), 2.65 (1H, м, H-9), 1.48 (1H, м, H-6), 1.38 (1H, м, H-6). Спектр ЯМР  $^{13}C$  (150 МГц,  $C_5D_5N$ , м.д. δ): 97.87 (C-1), 153.07 (C-3), 105.79 (C-4), 28.29 (C-5), 25.54 (C-6), 68.40 (C-7), 133.08 (C-8), 43.44 (C-9), 120.61 (C-10), 165.70 (C-11), 101.05 (C-1'), 75.44 (C-2'), 79.03 (C-3'), 71.87 (C-4'), 79.48 (C-5'), 63.00 (C-6').

Соединения 1, 4, 5 и 6 из *Dipsacus azureus* выделены впервые.

## Выходы

Проведено исследование углеводов, липидов и других низкомолекулярных метаболитов надземной части растения *Dipsacus azureus*, произрастающей на территории Ташкентской области. Установлено, что выход водорастворимых полисахаридов, извлекаемых холодной водой (ВРПС-х) составляет 0.38%, а водорастворимые полисахариды, извлекаемые при 70 °C (ВРПС-г) – 1.92%. Моносахаридный состав ВРПС-х и ВРПС-г представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: галактуроновой и глюкуроновой кислотами, галактозой, глюкозой, арабинозой в меньших количествах обнаружена рамноза. Моносахаридный состав ПВ представлен уроновой кислотой, галактозой, глюкозой, арабинозой, ксилозой и рамнозой. Моносахаридный состав гемицеллюлоз представлен кислыми и нейтральными моносахаридами: уроновой кислотой, галактозой, глюкозой, арабинозой, ксилозой и рамнозой.

Показано, что надземная часть *Dipsacus azureus* содержит 1.71% нейтральных липидов (НЛ) и 2.57% полярных липидов (ПЛ).

Доказано, что из 80% этанольного экстракта растения *Dipsacus azureus* выделены шесть индивидуальных соединений, которые на основании изучения спектральных данных 1D ( $^1H, ^{13}C$ ) и 2D (HSQC, HMBC, COSY) ЯМР-спектроскопии, а также сравнением с опубликованными в литературе сведениями и подлинными образцами идентифицированы урсоловой кислотой, метил гликозидом, хедерогенином, олеаноловой кислотой, а также иридоидными гликозидами логанином и сверозидом.

Диско-диффузионным методом изучена антимикробная активность спиртового экстракта растения *Dipsacus azureus*. Согласно полученным результатам, экстракт *D. azureus* проявил слабую антибактериальную активность в отношении *B. subtilis* и *S. aureus* с зонами ингибирования  $6.53 \pm 0.21$  и  $6.5 \pm 0.16$  мм соответственно.

## Финансирование

Работа выполнена в рамках базовых фундаментальных научных исследований АН РУз.

## Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

## Список литературы

1. The Plant List. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org>.
2. Флора Узбекистана. Ташкент, 1953. Т. 2. 592 с.
3. Taoa Y., Chena L., Yan J. Traditional uses, processing methods, phytochemistry, pharmacology and quality control of *Dipsacus asper* Wall. ex C.B. Clarke: A review // Journal of Ethnopharmacology. 2020. Vol. 258. Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112912>.
4. Zhao Y.M., Shi Y.P. Phytochemicals and biological activities of *Dipsacus* species // Chem. Biodivers. 2011. Vol. 8, no. 3. Pp. 414–429. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000022>.
5. Ewa S., Agnieszka S. The Source of Specialized Metabolites with High Biological Relevance: A Review // Molecules. 2023. Vol. 28. 3754. <https://doi.org/10.3390/molecules28093754>.
6. Eisenman S.W., Zaurov D.E., Struwe L. *Dipsacus dipsacoides* (Kar. et Kir.) Botsch.-Dipsacaceae. Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan. USA, 2013. 12 p.

7. Жумалиева Н.Ж. Технологический процесс производства биокомпозита «гепадип» // Вестник науки и образования. 2018. Т. 11, №47. С. 6–9.
8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование семейства *Caprifoliaceae-Plantaginaceae*. Л., 1990. 328 с.
9. Mukamedziev M.M., Alimbaeva P.K., Abubakirov N.K. Strukture of dipsakozid B-A triterpene glikozide from *Dipsacus azureus* // Chem. Nat. Compd. 1971. Vol. 34, no. 153. Pp. 220–224.
10. Алимбаева П.К., Мухамедзиев М.М., Акималиев А.А. Лекарственные растения семейства ворсянковых флоры Киргизии. Фрунзе, 1986. 92 с.
11. Akimaliyev A.A., Putieva Zh.M., Alimbayeva P.K., Abubakirov N.K. Strukture dipsakozida // Chem. Nat. Compd. 1989. Vol. 25. Pp. 204–206.
12. Kamilov Kh.M., Putieva Zh.M., Khalmatov Kh.Kh., Abubakirov N.K. Hederagonic acid from *Dipsacus azureus* // Chem. Nat. Compd. 1987. Vol. 22. Pp. 741–742.
13. Putieva Zh.M., Mukhamedziyev M.M. Triterpene glycosides of *Dipsacus azureus* // Chem. Nat. Compd. 1998. Vol. 34. Pp. 341–342.
14. Kates M. Techniques of Lipidology. Isolation, Analysis and Identification of Lipids. New York, 1972. 311 p.
15. Folch I., Lees M., Stanley G.H.S. A Simple Method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226. Pp. 497–509.
16. Ibotov Sh.Kh., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. Lipids of Amaranthus retroflexus and their Biological Activity // Chem. Nat. Compds. 2021. Vol. 57. Pp. 620–626.
17. Eshboev F., Karakozova M., Abdurakhmanov J. et al. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of the Secondary Metabolites of Endophytic Fungi Isolated from the Medicinal Plant *Hyssopus officinalis* // Antibiotics. 2023. Vol. 12. 1201. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071201>.
18. Ziyadullaev M., Karimov R., Abdurazakhov A., Parmanov A., Sasmakov S., Abdurakhmanov J., Eshboev F., Azimova Sh. Synthesis of 6-Substituted 3(H)-Quinazolin-4-Ones and Their Antimicrobial Activity // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2023. Vol. 57, no. 3. Pp. 373–377. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02892-3>.
19. Ashurova L.N., Khurramov A.R., Bobakulov Kh.M., Akramov D.Kh., Ramazonov N.Sh., Ashirov O.N., Sasmakov S.A., Azimova Sh.S., Abdullaev N.D. Structure of a new saponin from *Saponaria officinalis* growing in Uzbekistan // Chem. Nat. Compd. 2023. Vol. 59, no. 2. Pp. 323–326.
20. Malikova M.Kh., Akhmedova Kh.Kh., Rakhmanberdiyeva R.K., Zhayinbaeva K.S. Pectinic Substances from *Ferula kuhistanica* and *F. tenuisecta* // Chem. Nat. Compd. 2018. Vol. 54, no. 1. Pp. 10–12.

Поступила в редакцию 13 июля 2024 г.

После переработки 12 февраля 2025 г.

Принята к публикации 23 сентября 2025 г.

*Ashurova L.N.<sup>1</sup>\*, Xurramov A.R.<sup>1</sup>, Bobakulov Kh.M.<sup>1</sup>, Akramov D.Kh.<sup>2</sup>, Ramazonov N.Sh.<sup>1</sup>, Malikova M.Kh.<sup>1</sup>, Kodiraliyeva F.A.<sup>1</sup>, Yuldasheva N.K.<sup>1</sup>, Nishanbayev S.Z.<sup>1</sup>, Eshboev F.B.<sup>1</sup>, Azimova Sh.S.<sup>1</sup> COMPONENTS OF THE ABOVEGROUND PART OF DIPSACUS AZUREUS*

<sup>1</sup> Institute of Plant Chemistry named after Academician S. Yu. Yunusov, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. M. Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170, Uzbekistan, ashurova\_lola1985@mail.ru

<sup>2</sup> Institute of Biochemistry, Samarkand State University, Universitetsky Blvd., 15, Samarkand, 140104, Uzbekistan

*Dipsacus azureus* (family Dipsacaceae) is used as a traditional medicinal plant for the treatment of rheumatism, skin ulcers, and stomach cancer. Experiments have shown that it has analgesic and stimulating effects on the cardiovascular system. A study was conducted on the carbohydrates, lipids, and other low-molecular-weight metabolites of the aerial parts of *D. azureus*, collected during the flowering period in the Tashkent region.

The alcohol-soluble sugars are represented by fructose, sucrose, and glucose. The yield of water-soluble polysaccharides extracted with cold water (WSPC-c) was 0.38%, and those extracted at 70°C (WSPC-h) were 1.92%. The monosaccharide composition of WSPC-c and WSPC-h includes acidic and neutral monosaccharides: galacturonic and glucuronic acids, galactose, glucose, and arabinose, with rhamnose detected in smaller quantities. The monosaccharide composition of pectic substances includes uronic acid, galactose, glucose, and arabinose, with xylene and rhamnose present in trace amounts. The monosaccharide composition of hemicellulose consists of acidic and neutral monosaccharides: uronic acid, galactose, glucose, arabinose, xylene, and rhamnose.

\* Corresponding author.

The air-dried crushed aboveground part of *Dipsacus azureus* contains 1.71% neutral lipids (NL) and 2.57% polar lipids (PL) consisting of NL residues, glycolipids (GL) and phospholipids (PL). Thus, the aboveground part of the plant contain 4.28% total lipids. Hence contain 18 (NL) and 17 (PL) LCs with predominance from saturated fatty acids 16:0 (22.56-27.44%) and from unsaturated 18:2- $\omega$ 6-linolenic acid (15.13-18.80%) and much higher content of 18:3- $\alpha$ -linolenic acid (24.51-31.45%). The sum of polyunsaturated fatty acids (18:2; 18:3; 20:4) is 47.17% in NL and 44.13% in PL (18:2; 18:3; 20:2). It should be noted that the peculiarity of the LC set of the aboveground part of *D. azureus* is the presence of high-molecular acids with chain lengths from 22 to 24 C atoms in the acids of NL and PL.

Individual compounds 1-6 were isolated from an 80% ethanol extract of the plant, which were identified based on the study of spectral data 1D (1H, 13C) and 2D (HSQC, HMBC, COSY) NMR spectroscopy, as well as comparison with information published in the literature and authentic samples identified by ursolic acid, methyl glycoside, hederagenin, oleanolic acid, as well as the iridoid glycosides loganin and sveroside.

**Keywords:** *D. azureus*, carbohydrates, lipids, ursolic acid, methyl- $\beta$ -D-glucopyranoside, hederagenin, oleanolic acid, loganin, sveroside.

**For citing:** Ashurova L.N., Xurramov A.R., Bobakulov Kh.M., Akramov D.Kh., Ramazonov N.Sh., Malikova M.Kh., Kodiraliyeva F.A., Yuldasheva N.K., Nishanbayev S.Z., Eshboev F.B., Azimova Sh.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 3, pp. 302-310. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315479>.

## References

1. *The Plant List*. URL: <http://www.theplantlist.org>.
2. *Flora Uzbekistana*. [Flora of Uzbekistan]. Tashkent, 1953, vol. 2, 592 p. (in Russ.).
3. Taoa Y., Chena L., Yan J. *Journal of Ethnopharmacology*, 2020, vol. 258, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112912>.
4. Zhao Y.M., Shi Y.P. *Chem. Biodivers.*, 2011, vol. 8, no. 3, pp. 414-429. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000022>.
5. Ewa S., Agnieszka S. *Molecules*, 2023, vol. 28, 3754. <https://doi.org/10.3390/molecules28093754>.
6. Eisenman S.W., Zaurov D.E., Struwe L. *Dipsacus dipsacoides* (Kar. et Kir.) Botsch.-Dipsacaceae. *Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan*. USA, 2013, 12 p.
7. Zhumaliyeva N.Zh. *Vestnik nauki i obrazovaniya*, 2018, vol. 11, no. 47, pp. 6-9. (in Russ.).
8. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye semeystva Caprifoliaceae-Plantaginaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use of the Caprifoliaceae-Plantaginaceae family]. Leningrad, 1990, 328 p. (in Russ.).
9. Mukamedziev M.M., Alimbaeva P.K., Abubakirov N.K. *Chem. Nat. Compd.*, 1971, vol. 34, no. 153, pp. 220-224.
10. Alimbayeva P.K., Mukhamedziyev M.M., Akimaliyev A.A. *Lekarstvennyye rasteniya soderzhat vorsyankovyye flory Kirgizii*. [Medicinal plants of the teasel family of the flora of Kyrgyzstan]. Frunze, 1986, 92 p. (in Russ.).
11. Akimaliyev A.A., Putieva Zh.M., Alimbayeva P.K., Abubakirov N.K. *Chem. Nat. Compd.*, 1989, vol. 25, pp. 204-206.
12. Kamilov Kh.M., Putieva Zh.M., Khalmatov Kh.Kh., Abubakirov N.K. *Chem. Nat. Compd.*, 1987, vol. 22, pp. 741-742.
13. Putieva Zh.M., Mukhamedziyev M.M. *Chem. Nat. Compd.*, 1998, vol. 34, pp. 341-342.
14. Kates M. *Techniques of Lipidology. Isolation, Analysis and Identification of Lipids*. New York, 1972, 311 p.
15. Folch I., Lees M., Stanley G.H.S. *J. Biol. Chem.*, 1957, vol. 226, pp. 497-509.
16. Ibotov Sh.Kh., Yuldasheva N.K., Mukarramov N.I., Zakirova R.P., Kurbanova E.R., Gusakova S.D. *Chem. Nat. Compds.*, 2021, vol. 57, pp. 620-626.
17. Eshboev F., Karakozova M., Abdurakhmanov J. et al. *Antibiotics*, 2023, vol. 12, 1201. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071201>.
18. Ziyadullaev M., Karimov R., Abdurazakhov A., Parmanov A., Sasmakov S., Abdurakhmanov J., Eshboev F., Azimova Sh. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2023, vol. 57, no. 3, pp. 373-377. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02892-3>.
19. Ashurova L.N., Khurramov A.R., Bobakulov Kh.M., Akramov D.Kh., Ramazonov N.Sh., Ashirov O.N., Sasmakov S.A., Azimova Sh.S., Abdullaev N.D. *Chem. Nat. Compd.*, 2023, vol. 59, no. 2, pp. 323-326.
20. Malikova M.Kh., Akhmedova Kh.Kh., Rakhmanberdiyeva R.K., Zhayinbaeva K.S. *Chem. Nat. Compd.*, 2018, vol. 54, no. 1, pp. 10-12.

Received July 13, 2024

Revised February 12, 2025

Accepted September 23, 2025

**Сведения об авторах**

*Ашуррова Лола Норбоеvna* – младший научный сотрудник лаборатории химии гликозидов, ashurova\_lola1985@mail.ru

*Хуррамов Алишер Равшанович* – докторант, alisherkhurramov@rambler.ru

*Бобакулов Хайрулла Мамадиевич* – кандидат химических наук, заведующий лабораторией физических методов исследований, khayrulla@rambler.ru

*Акрамов Давлат Химматкулович* – кандидат химических наук, заведующий лабораторией биологических активных веществ, davlat@inbox.ru

*Рамазонов Нурмурад Шералиевич* – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии гликозидов, ramazonovn@list.ru

*Маликова Мавжуда Хафизовна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии высокомолекулярных растительных веществ, ashurova\_lola1985@mail.ru

*Кодиралиева Фотима Акбаровна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии высокомолекулярных растительных веществ, fatimahon.82@mail.ru

*Юлдашева Нигора Каримовна* – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии липидов, nigorayuldasheva@rambler.ru

*Нишанбаев Сабир Зарипбаевич* – доктор химических наук, заведующий лабораторией химии липидов, sabir78@rambler.ru

*Эшбоев Фарход Бакир угли* – старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, farkhod.eshboev@gmail.com

*Азимова Шахноз Садиковна* – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией молекулярной генетики, genlab\_icps@yahoo.com

**Information about authors**

*Ashurova Lola Norboevna* – Junior Researcher, Glycoside Chemistry Laboratory, ashurova\_lola1985@mail.ru

*Khurramov Alisher Ravshanovich* – Doctoral Candidate, alisherkhurramov@rambler.ru

*Bobakulov Khairulla Mamadievich* – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Physical Research Methods Laboratory, khayrulla@rambler.ru

*Akramov Davlat Khimmatkulovich* – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Biologically Active Substances Laboratory, davlat@inbox.ru

*Ramazonov Nurmurod Sheralievich* – Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Glycoside Chemistry Laboratory, ramazonovn@list.ru

*Malikova Mavzhuda Khaftizovna* – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, High-Molecular Plant Substances Chemistry Laboratory, ashurova\_lola1985@mail.ru

*Kodiraliева Fotima Akbarovna* – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Chemistry of Macromolecular Plant Substances, fatimahon.82@mail.ru

*Yuldasheva Nigora Karimovna* – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Lipid Chemistry, nigorayuldasheva@rambler.ru

*Nishanbaev Sabir Zaripbaevich* – Doctor of Chemical Sciences, Head of the Laboratory of Lipid Chemistry, sabir78@rambler.ru

*Eshboev Farkhod Bakir-ugli* – Senior Researcher, Laboratory of Molecular Genetics, farkhod.eshboev@gmail.com

*Azimova Shaknoz Sadikovna* – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Molecular Genetics, genlab\_icps@yahoo.com