

УДК 54.056: 577.114.083

## ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ *GENTIANA OLIVIERI* GRISEB

© Ч.Т. Тоштемурова<sup>1</sup>, А.А. Турабоев<sup>1</sup>, Н.С. Норматаматов<sup>1\*</sup>, Ф.А. Кодиралиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ташкентский фармацевтический институт, ул. Айбека, 45, Ташкент, 100015 (Республика Узбекистан), e-mail: nodirali@gmail.com

<sup>2</sup> Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. Мирзо-Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Республика Узбекистан)

Разработаны методы выделения и очистки полисахаридов надземной части растительного сырья горечавки Оливье – *Gentiana Olivieri* Griseb (семейство *Gentianaceae*) и определено качественное и количественное содержание полисахаридов в траве как биологически активных компонентов, обуславливающих ее противовоспалительную и абсорбирующую активность при нормализации желудочно-кишечных расстройств. Определено качественное и количественное содержание полисахаридного комплекса, включающего водорастворимые полисахариды, полученные из нейтральной среды, с выходом 6.4%, водорастворимые полисахариды, полученные из кислой среды, с выходом 0.9% и пектиновые вещества с выходом 3.8%. Мономерный состав водорастворимых полисахаридов как из нейтральной, так и из кислой среды представлен D-галактозой, L-арабинозой и D-глюкозой. Пектиновые вещества, состоящие из D-галактозы, L-арабинозы, D-глюкозы, D-галактуронової кислоты, доминируют в полисахаридном составе лекарственного растения. Они оказались высокоэтерифицированными. Полосы поглощения инфракрасного спектра указывают на присутствие в них α-гликозидных связей между остатками D-галактуронової кислоты.

**Ключевые слова:** *Gentiana Olivieri* G., водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза, ИК-спектроскопия.

### Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, 80% населения Земли использует народную медицину, а народная медицина опирается в основном на растительный мир. В Японии, Китае доля лекарственных растений в медицине очень велика. В европейских странах в последние годы также наблюдается резкий рост использования лекарственных растений [1]. В связи с этим создание противодиарейного препарата на основе растения *Gentiana Olivieri* Griseb (Эрбахор), которое упоминается в нескольких народных средствах, а также в медицинских источниках Ибн Сины и Аль-Рази и используется в народной практике, и наряду с этим запуск промышленного производства имеет первостепенное значение. В частности, при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта и желчевыводящих путей [2–4].

*Gentiana Olivieri* G. – светло-зеленое многолетнее растение, имеющее прямой или приподнимающийся стебель до 30 см высотой. Корневище тонкое, со шнуровидными корнями. Стебли при основании до 5 см густо покрыты остатками волокнистых влагалищ старых листьев, прямые или слегка приподнимающиеся. Прикорневые листья 2–10 см длиной, 4–10 мм шириной, продолговато-ланцетные или продолговатые, тупые, к основанию суженные, по краю гладкие; стеблевые в числе 2–3 пар, узколанцетные, с влагалищами 1–2 см длиной. Цветет и

плодоносит в апреле-июле [5].

*Gentiana Olivieri* G. растет по сухим склонам гор. Широко встречается от предгорий до высокогорий; по открытым местам, среди травянистой и древесно-кустарниковой растительности, на высоте 300–3700 м. Распространено в Средней Азии, Южном Закавказье [5].

Тоштемурова Чарос Тоштемуровна – ассистент,  
e-mail: toshtemirovac@gmail.com

Турабоев Абдулхамид Абдулвохид угли – младший  
научный сотрудник, e-mail: lidernamchem@mail.ru

Норматаматов Нодирали Сохобаталиевич – доктор  
химических наук, профессор, e-mail: nodirali@gmail.com

Кодиралиева Фотимахон Акбаровна – младший научный  
сотрудник, e-mail: fatimahon.82@mail.ru

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Лекарственное сырье получают из всего растения. Надземную часть (траву) заготавливают в период цветения, сушат в тени, постоянно вороша. Собранные корни хорошо промывают, подвяливают и сушат. В надземных частях горечавки Оливье (в фазе цветения) содержится 0.67% алкалоидов. Из данного вида выделены и идентифицированы 9 алкалоидов: генцианин, генциананин, генцианаин, генцианадин, генциофлавин, генциотибетин, оливерин, оливерамин, оливерадин, а также обнаружены гликозиды, дубильные и смолистые вещества [5–7].

В народной медицине Средней Азии отвар надземной части и корней применяют при кашле, радикулите, ломоте в теле и гонорее, при отсутствии аппетита, запорах, вялости кишечника, диарее. В отваре травы купают детей при кожных заболеваниях. Надземную часть употребляют в виде чая, как потогонное, желчегонное и стимулирующее пищеварение средство. Порошок из надземной части используют в качестве присыпки к гноящимся ранам [8–10].

В практике научной медицины применяют горечавку в виде настойки как возбуждающее аппетит и способствующее пищеварению средство, рекомендуется как желчегонное. Входит в состав горьких настоек и горьких аппетитных сборов [11].

Цель работы – выделение и изучение физико-химических свойств полисахаридов из растительного сырья *Gentiana Olivieri* Griseb.

### Экспериментальная часть

Материалом для данного научного исследования является надземная часть *Gentiana Olivieri* G. (семейство *Gentianaceae*), собранная в апреле 2020–2021 гг. в фазу их цветения с влажностью  $8.1 \pm 0.1\%$ , вблизи Бахмальского пастбища Джизакской области Республики Узбекистан.

**Инактивация сырья.** 70 г измельченного сырья *Gentiana Olivieri* G. дважды обрабатывали кипящей смесью метанол–хлороформ (1 : 1) для удаления красящих веществ и неуглеводных примесей. Обработанный материал затем отделяли фильтрованием и сушили в вакууме. Высушенный сырой материал дважды экстрагировали 86% этиловым спиртом (1 : 6) в течение 1 ч. Спиртовые экстракты объединяли, высушивали на ротормном испарителе и анализировали на остаточную глюкозу, сахарозу и фруктозу методом бумажной хроматографии (БХ).

Водорастворимые полисахариды (ВРПС) экстрагировали водой, далее последовательно выделяли пектиновые вещества (ПВ) и гемицеллюлозу (ГМЦ).

**Выделение ВРПС.** После выделения спирторастворимых сахаров остаток экстрагировали трижды водой при комнатной температуре в течение 3–4 ч, при гидромодуле 1 : 10, 1 : 8 и 1 : 5 соответственно. Экстракты объединяли, упаривали на ротормном испарителе, сгущали и осаждали 3-кратным объемом спирта (1 : 3). Выпавший осадок отделяли, промывали спиртом, обезвоживали ацетоном, сушили в вакууме над  $P_2O_5$ . Выход ВРПС составил 4.5 г (6.4%) [12].

Выделенные полисахариды (ПС) представляют собой аморфный порошок светло-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде.

**Определение относительной вязкости.** Относительную вязкость ( $\eta_{отн}$ ) выделенных ВРПС определяли на вискозиметре Освальда с диаметром капилляра 0.73 мм, при температуре  $+25\text{ }^\circ\text{C}$  ( $\pm 0.1\text{ }^\circ\text{C}$ ) и определяли время истечения раствора. Аналогично определяли время истечения растворителя.

Относительную вязкость рассчитывали по формуле

$$\eta_{отн} = \frac{t_1}{t_0},$$

где  $t_1$  – время истечения раствора, с;  $t_0$  – время истечения растворителя, с.

**Выделение ПВ.** После выделения ВРПС мезгу дважды обрабатывали смесью равных объемов 0.5%-ных растворов щавелевой кислоты и оксалата аммония (1 : 10) при температуре  $70\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 3 ч, как указано в методике [13]. Экстракты диализовали против проточной воды, упаривали и осаждали метанолом (1 : 3). Осадок отделяли, промывали метанолом, высушивали ацетоном. Сушили в вакууме над  $P_2O_5$ . Выход ПВ составил 2.7 г (3.8%).

**Выделение ГМЦ.** Остатки сырья после выделения ПВ дважды экстрагировали 5%-ным раствором КОН (1 : 5) при комнатной температуре в течение 3 ч [14]. Щелочные экстракты объединяли, диализовали

против проточной воды в течение 48 ч (до нейтральной pH среды). Экстракты сгущали, осаждали метанолом. Полученный осадок отделяли, промывали метанолом, обезвоживали ацетоном, сушили над P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в вакууме. Выход ГМЦ составил 0.6 г (0.9%).

*Бумажная хроматография образцов.* Бумажную хроматографию (БХ) осуществляли на бумаге Filtrak-FN 13, 18 (Германия) в системе растворителей: *n*-бутанол – пиридин – вода (6 : 4 : 3) (1), проявитель: а) кислый фталат анилина (5 мин, 100 °С), б) 5% ный раствор мочевины.

ИК-спектры полисахаридов снимали на ИК-спектрометре Фурье фирмы Perkin-Elmer, модель 2000 в области поглощения (диапазоне) 530–3600 см<sup>-1</sup> в таблетках с калия бромидом.

*ГХ анализ гидролизатов* проводили на хроматографе GC Plus2010 в следующих условиях: температура инжектора – 250 °С, общий поток – 60 мл/мин, поток через колонку – 0.89 мл/мин, газ-носитель – азот, колонка-Rxi-624SI MS, длина колонки – 3 м, внутренний диаметр ID – 0.25 мм, температура колонки – 230 °С, температура детектора – 250 °С.

*Полный кислотный гидролиз ВРПС, ПВ и ГМЦ.* По 100 мг выделенных полисахаридов гидролизовали 3 мл 1 н раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при температуре 100 °С: ВРПС в течение 8 ч, ПВ и ГМЦ в течение 24 ч. По истечении времени гидролизат помещали в стакан и нейтрализовали карбонатом бария. Образовавшийся осадок отфильтровывали, фильтрат деионизировали катионитом КУ-2, упаривали до небольшого объема (0.5 мл). Анализ проводили на бумаге FN-13, 18 в системе бутанол-1 – пиридин – вода (6 : 4 : 3) с известными моносахаридами (свидетелями). Хроматограммы высушивали, проявляли кислым анилинфталатом с последующим нагреванием в сушильном шкафу при 110 °С 1–2 мин. В моносахаридном составе полисахаридов идентифицировали галактозу, арабинозу и глюкозу [15, 16].

*Титрометрические показатели ПВ.* Общую кислотность, а также количественное определение функциональных групп ПВ (свободных карбоксильных (K<sub>C</sub>), этерифицированных карбоксильных (K<sub>Э</sub>), общее количество карбоксильных групп (K<sub>O</sub>)) определяли методом титрования порционного раствора ПВ в присутствии фенолфталеина [17]. Для определения свободных карбоксильных групп в пектиновых веществах к 0.25 г ПВ прибавляли 25 мл воды, слегка нагревали, перемешивая, выдерживали 2 ч и титровали 0.1 М раствором натрия гидроксида до образования розовой окраски. Содержание свободных гидроксильных групп (K<sub>C</sub>) в процентах рассчитывали по формуле

$$K_C = \frac{M_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot 0.0045}{0.25x} \cdot 100,$$

где *x* – масса образца ПВ, содержащаяся в аликвоте (1 мл 0.1 М раствора NaOH соответствует 0.0045 г карбоксильных групп). Для определения K<sub>Э</sub> в ПВ к оттитрованному ранее раствору приливали точно 5 мл 0.1 М раствора гидроксида натрия, оставляли на 2 ч для полного дезацетилирования. Избыток щелочи оттитровывали 0.1 М раствором HCl. Одновременно проводился контрольный опыт. Содержание K<sub>Э</sub> в процентах рассчитывали по формуле

$$K_E = M_{HCl} \frac{V_{K(HCl)} - V_{Э(HCl)}}{0.25x} \cdot 100,$$

где V<sub>K(HCl)</sub> и V<sub>Э(HCl)</sub> – объемы растворов HCl, израсходованных на титрование контрольного и экспериментального опыта соответственно. Общее количество карбоксильных групп равно сумме K<sub>C</sub> и K<sub>Э</sub>. Степень этерификации (λ) в процентах рассчитывали по формуле

$$I = \frac{K_E}{K_O} \cdot 100\%.$$

### Обсуждение результатов

Из *Gentiana Olivieri* G. выделены ВРПС, ПВ и ГМЦ, установлен моносахаридный состав.

Выделение различных групп полисахаридов проводили по ранее описанной методике [15, 16] (рис. 1).

Сухое сырье (после инактивации) 3 раза экстрагировали водой в соотношении 1 : 4 при комнатной температуре в течение 2 ч. Экстракты отделяли фильтрованием, объединяли, сгущали до 100 мл и удаляли белки по методу Savage [18].

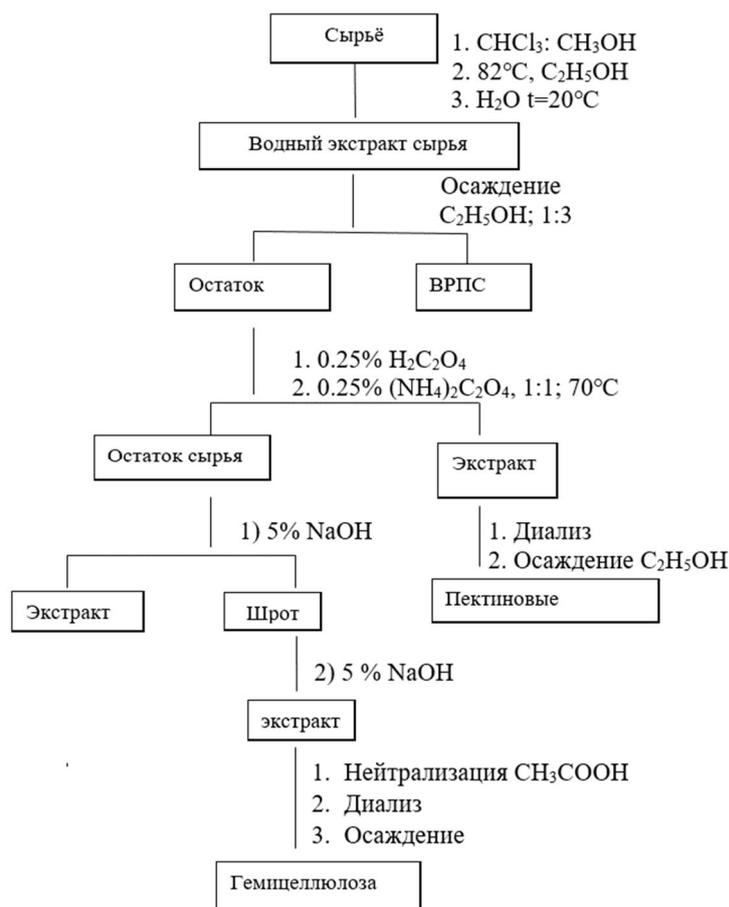


Рис. 1. Схема выделения различных групп полисахаридов из надземной части *Gentiana Olivieri* G.

Спирторастворимые сахара по данным хроматографического анализа представлены глюкозой, сахарозой. Содержание и моносахаридный состав выделенных полисахаридов приведены в таблице 1.

ВРПС и ПВ представляли собой аморфные порошки, хорошо растворимые в воде.

Пектиновые вещества представляли собой белые порошки с кремоватым оттенком и характеризовались высоким содержанием арабинозы и галактозы. В гидролизатах пектиновых веществ наряду с нейтральными моносахаридами присутствовала галактуроновая кислота. По данным титриметрического анализа установлено, что полученные ПВ являются высокоэтерифицированными (табл. 2).

Методом ИК-спектроскопии проведен анализ выделенных полисахаридов (рис. 2).

Малоинтенсивные полосы поглощения при  $1236\text{ см}^{-1}$  показывают валентные колебания СН,  $\text{CH}_2\text{OH}$ , С-О-С групп, так как происходит их наложение друг на друга и трудно произвести четкое отнесение полос. А полосы поглощения в области  $1107$  и  $1014\text{ см}^{-1}$  характеризуют пиранозное кольцо и его функциональные группы. Полосы поглощения при  $923\text{ см}^{-1}$  указывают на присутствие в полисахариде  $\alpha$ -гликозидных связей [11, 20].

Пектиновые вещества являются этерифицированными карбоксиполисахаридами, в которых могут присутствовать метильные группы [21, 22].

Таблица 1. Выход полисахаридов и их моносахаридный состав

Вид	Тип ПС	Выход, %	Соотношение моносахаридных остатков, % $M \pm m$						Уроновая кислота, БХ	$\eta_{\text{отн}}$ (1%, р-р)
			Rha	Ara	Xyl	Man	Glc	Gal		
<i>Gentiana olivieri</i> G.	ВРПС	$6.4 \pm 0.2$	$1.1 \pm 0.11$	$18.6 \pm 2.04$	$2.1 \pm 0.2$	$1.0 \pm 0.1$	$9.7 \pm 0.41$	$37.5 \pm 3.3$	+	$41.3 \pm 2.2$
	ПВ	$3.8 \pm 0.2$	$1.0 \pm 0.12$	$17.2 \pm 0.45$	$1.2 \pm 0.1$	$1.3 \pm 0.1$	$7.1 \pm 0.46$	$25.8 \pm 2.2$	+	$83.2 \pm 4.9$
	ГМЦ	$0.9 \pm 0.1$	$0.7 \pm 0.06$	$15.7 \pm 1.16$	$1.4 \pm 0.4$	$1.9 \pm 0.6$	$5.5 \pm 0.27$	$21.4 \pm 2.1$	+	$1.89 \pm 0.1$

Таблица 2. Титриметрические показатели ПВ *Gentiana Olivieri* G.

Часть растения	Кс, %	Кэ, %	Ко, %	$\lambda$ , %
ПВ	$3.24 \pm 0.15$	$26.46 \pm 1.42$	$29.7 \pm 1.41$	$89.0 \pm 1.82$

Примечание. Кс – свободные карбоксильные группы, Кэ – этерифицированные карбоксильные группы, Ко – общие карбоксильные группы,  $\lambda$  – степень этерификации.

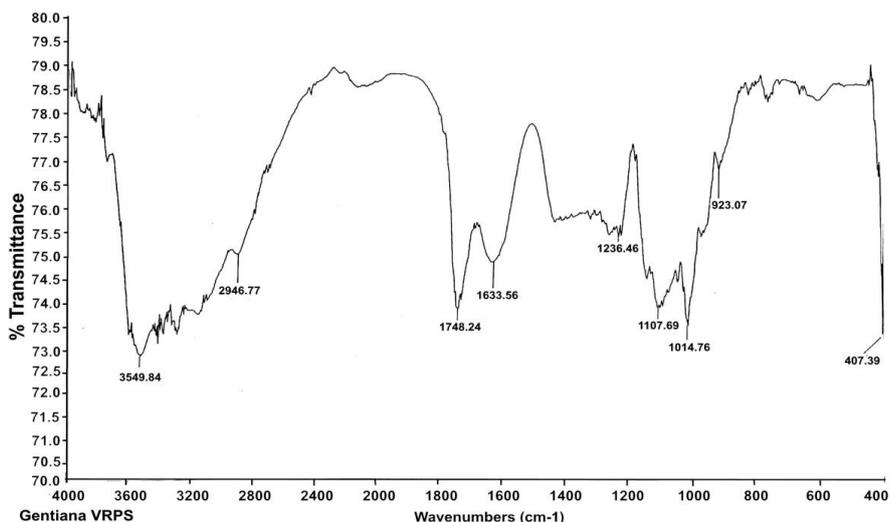


Рис. 2. ИК-спектр водорастворимых полисахаридов *Gentiana Olivieri G.*

В ИК-спектре ПВ заметны интенсивные полосы поглощения в области  $1423\text{ см}^{-1}$ , показывающие колебания ионизированного карбонила, а полосы поглощения при  $917\text{ см}^{-1}$  указывают на наличие 1-4 гликозидной связи, находящейся в  $\alpha$ -форме между остатками D-галактуроновой кислоты (рис. 3).

ИК-спектрограмма ГМЦ также имеет ряд полос поглощения, характеризующих гидроксильные (-OH) группы в области  $3318\text{ см}^{-1}$ , метиленовые (CH) группы в области  $2935\text{ см}^{-1}$  (рис. 4).

Интенсивная полоса  $1748\text{ см}^{-1}$  валентных колебаний подтверждает наличие C=O-групп [19]. Полосы поглощения при  $1647$  и  $1427\text{ см}^{-1}$  показывают ионизированный карбоксил. Далее следуют полосы поглощения, отражающие пиранозный цикл и его функциональные группы, тип гликозидных связей при  $871\text{ см}^{-1}$  –  $\alpha$ -гликозидные связи [23, 24]. Выявленные в ИК-спектрах характеристические полосы поглощения приведены в таблице 3.

Из вышеизложенных фактов можно предполагать, что присутствие растворимых и нерастворимых ПС, особенно ПВ (более вязкого раствора  $\eta_{\text{отн}} 83.2$  СПз) и ГМЦ в отварах горечавки при применении пищевых волокон при лечении диареи секвестрирует (абсорбирует) воду из жидкого стула в тонком кишечнике [25]. Кроме того, присутствие ПС в отварах горечавки может приводить к образованию бутирата, продукт метаболизирующей микробиоты слепой кишки и толстой кишки. Бутират представляет собой источник энергии для колоноцитов и энтероцитов и помогает в заживлении повреждений кишечника, вызываемых воспалительными реакциями против патогенов, вызывающих диарею [26]. Учитывая вышесказанное, полисахариды горечавки Оливье – *Gentiana Olivieri Griseb* можно считать перспективными в отношении фармакологических исследований и учитывать их в качестве биологически активных компонентов при создании противодиарейного лекарственного препарата.

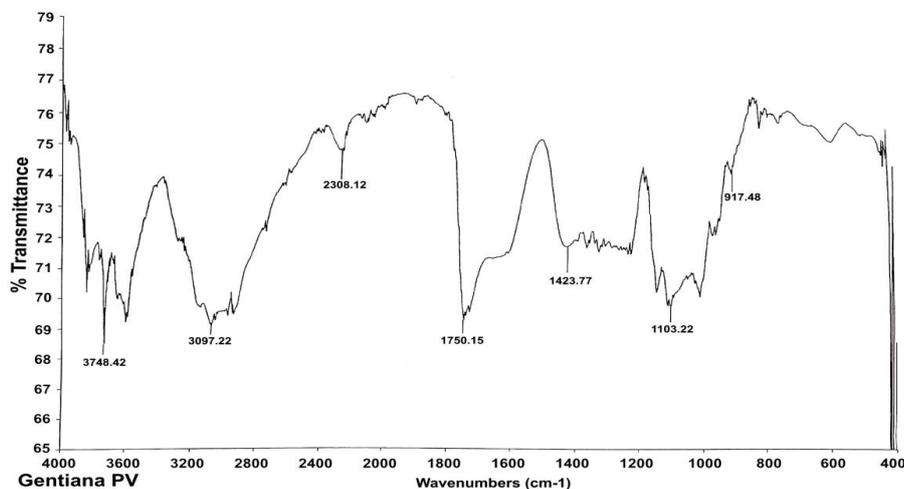
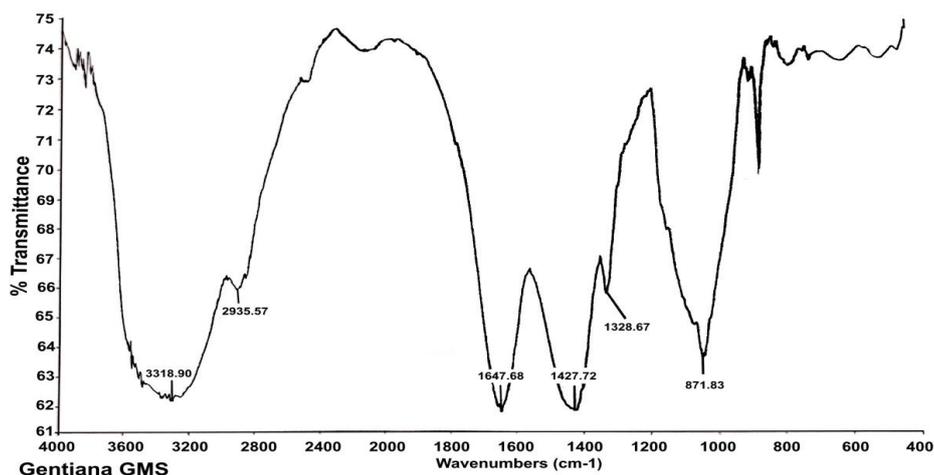


Рис. 3. ИК-спектр пектиновых веществ *Gentiana Olivieri G.*

Рис. 4. ИК-спектр гемицеллюлоз *Gentiana Olivieri* G.Таблица 3. Характеристические полосы поглощения в ИК-спектрах выделенных полисахаридов (см<sup>-1</sup>)

ВРПС	ПВ	ГМЦ	Соответствующие функциональные группы по полосе поглощения
3549	3748, 3097	3318	$\nu(\text{OH})$ , ассоциированные внутримолекулярными водородными связями)
2946	2308	2935	$\nu(\text{CH})$
1748	1750		$\nu_{\text{acc}}(\text{C}=\text{O})$ сложноэфирных групп)
1633		1647	$\nu_{\text{acc}}(\text{COO}^-)$
	1423	1427	$\nu_{\text{s}}(\text{COO}^-)$
		1328	$\delta(\text{COO}^-) + \delta(\text{CONH})$
1236			$\nu(\text{CH}, -\text{CH}_2\text{OH}, \text{C}-\text{O}-\text{C})$
	1103		$\nu(\text{CO})$ пиранозного цикла) + $\nu(\text{CO})$ гликозидной связи) + $\nu(\text{CC})$ связи)
1107, 1014			$\nu(\text{CO})$ пиранозного цикла)
923	917	871	$\nu(\text{CO})$ $\alpha$ -гликозидной связи)

### Выводы

Разработаны методы выделения и очистки полисахаридов надземной части горечавки Оливье – *Gentiana Olivieri* Griseb (семейство *Gentianaceae*). Определено качественное и количественное содержание полисахаридного комплекса, включающего водорастворимые полисахариды, полученные из нейтральной среды, с выходом 6.4%, водорастворимые полисахариды, полученные из кислой среды, с выходом 0.9% и пектиновые вещества с выходом 3.8%. Мономерный состав водорастворимых полисахаридов как из нейтральной, так и из кислой среды представлен D-галактозой, L-арабинозой и D-глюкозой. Установлено, что в полисахаридном составе лекарственного растения доминируют пектиновые вещества, состоящие из D-галактозы, L-арабинозы, D-глюкозы, D-галактуроновой кислоты. Методом ИК-спектроскопии установлено присутствие в них  $\alpha$ -гликозидных связей между остатками D-галактуроновой кислоты.

### Список литературы

1. Li F.S., Weng J.K. Demystifying traditional herbal medicine with modern approach // Nature plants. 2017. Vol. 3. N8. Pp. 1–7. DOI: 10.1038/nplants.2017.109.
2. Растительные лекарственные средства Абу Али ибн Сино (Авиценны): справочник / под ред. Ш.Б. Иргашева. Ташкент, 2003. 457 с.
3. Mirzaee F., Hosseini A., Jouybari H.B., Davoodi A., Azadbakht M. Medicinal, biological and phytochemical properties of *Gentiana* species // Journal of traditional and complementary medicine. 2017. Vol. 7. N4. Pp. 400–408. DOI: 10.1016/j.jtcme.2016.12.013.
4. Avicenna A. *Ghanoon dar teb*. Soroosh, 1988. Pp. 244–251.
5. Саттаров Д.С. Биоразнообразие и ресурсы дикорастущих лекарственных растений в некоторых районах Центрального Таджикистана: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2019. 36 с.
6. Сахобиддинов С.С. Дикорастущие лекарственные растения Средней Азии. Ташкент, 1948. 216 с.
7. Ходжиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. Душанбе, 1989. 368 с.

8. Халилова Ф.А. Горечавка желтая, Оливье – применение в медицине // Биология и интегративная медицина. 2016. №2. С. 147–153.
9. Хожиматов О.К. Лекарственные растения Западного Тянь-Шаня (в пределах Республики Узбекистан): автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2008. 40 с.
10. Takeda Y., Masuda T., Honda G., Takaishi Y., Ito M., Ashurmetov A., Khodzimatov K. Secoiridoid glycosides from *Gentiana Olivieri* G. // Chem. Pharm. Bull. 1999. Vol. 47(9). Pp. 1338–1340. DOI: 10.1248/cpb.47.1338.
11. Гаммерман А.Ф., Гром И.И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. М., 1976. 288 с.
12. Рахимова Г.К., Комилов Х.М. Изучение полисахаридов в сборе «Трибулепил» // Universum: химия и биология. 2019. №2(56). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6813>.
13. Блинова М.П., Дударев В.Г., Котова Н.И. Углеводный состав подземной части *Adenophora pereskiifolia* (*Campanulaceae*) // Растительные ресурсы. 2007. Т. 43. №4. С. 95–101.
14. Азизов Д.З., Сабурова А., Азизова Д.Ш., Рахманбердыева Р.К. Полисахариды надземной части *Astragalus Babatagensis* L. // Science Time. 2019. №2(62). С. 38–43.
15. Kodiralieva F.A., Rakhmanberdyeva R.K. Polysaccharides from *Crotalaria alata* // Chemistry of natural compounds. 2011. Vol. 47. N1. Pp. 7–9. DOI: 10.1007/s10600-011-9818-3.
16. Кодиралиева Ф.А., Рахманбердыева Р.К., Межлумян Л.Г., Маликова М.Х. Содержание и динамика накопления углеводов и аминокислотный состав белков в плодах и семенах *Crotalaria alata* // Растительные ресурсы. 2013. Т. 49. №4. С. 558–564.
17. Harris D.C. Quantitative chemical analysis. NY, 2010. 892 p.
18. Li X., Zhao R., Zhou H.L., Wu D.H. Deproteinization of polysaccharide from the stigma maydis by sevag method // Advanced Materials Research. 2012. Vol. 340. Pp. 416–420. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.340.416.
19. Миневич И.Э. и др. Динамика макронутриентов в процессе кратковременного проращивания семян льна // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11. №3(38). С. 449–459. DOI: 10.21285/2227-2925-2021-11-3-449-459.
20. Hong T., Yin J.Y., Nie S.P., Xie M.Y. Applications of infrared spectroscopy in polysaccharide structural analysis: Progress, challenge and perspective // Food chemistry: X. 2021. Vol. 12. Article 100168. DOI: 10.1016/j.fochx.2021.100168.
21. Bichara L.C., Alvarez P.E., Bimbi M.V.F., Vaca H., Gervasi C., Brandán S.A. Structural and spectroscopic study of a pectin isolated from citrus peel by using FTIR and FT-Raman spectra and DFT calculations // Infrared Physics & Technology. 2016. Vol. 76. Pp. 315–327. DOI: 10.1016/j.infrared.2016.03.009.
22. Černá M., Barros A.S., Nunes A., Rocha S.M., Delgadillo I., Čopíková J., Coimbra M.A. Use of FT-IR spectroscopy as a tool for the analysis of polysaccharide food additives // Carbohydrate Polymers. 2003. Vol. 51. N4. Pp. 383–389. DOI: 10.1016/S0144-8617(02)00259-X.
23. Kacurakova M., Capek P., Sasinkova V., Wellner N., Ebringerova A. FT-IR study of plant cell wall model compounds: pectic polysaccharides and hemicelluloses // Carbohydrate polymers. 2000. Vol. 43. N2. Pp. 195–203. DOI: 10.1016/S0144-8617(00)00151-X.
24. Xie Y. et al. Efficient extraction and structural characterization of hemicellulose from sugarcane bagasse pith // Polymers. 2020. Vol. 12. N3. P. 608. DOI: 10.3390/polym12030608.
25. Патент №2469558 (РФ). Применение пробиотиков и волокон при диарее / Ж. Бинделс, А.К. Гудхарт. – 20.12.2012.
26. Новикова В.П., Хавкин А.И., Шаповалова Н.С. Внелабораторная диагностика целиакии // Вопросы практической педиатрии. 2018. Т. 13. №5. С. 62–67. DOI: 10.20953/1817-7646-2018-5-62-67.

Поступила в редакцию 22 августа 2022 г.

После переработки 9 января 2023 г.

Принята к публикации 15 февраля 2023 г.

**Для цитирования:** Тоштемирова Ч.Т., Турабоев А.А., Нормухаматов Н.С., Кодиралиева Ф.А. Выделение и изучение физико-химических свойств полисахаридов из растительного сырья *Gentiana Olivieri* Griseb // Химия растительного сырья. 2023. №2. С. 87–95. DOI: 10.14258/jcprm.20230211777.

*Toshtemirova Ch.T.<sup>1</sup>, Turaboev A.A.<sup>1</sup>, Normakhamatov N.S.<sup>1\*</sup>, Kodiralieva F.A.<sup>2</sup>* ISOLATION AND STUDY OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYSACCHARIDES FROM PLANT MATERIALS *GENTIANA OLIVIERI* GRISEB

<sup>1</sup> Tashkent Pharmaceutical Institute, ul. Aybeka, 45, Tashkent, 100015 (Republic of Uzbekistan),  
e-mail: nodirali@gmail.com

<sup>2</sup> Acad. S.Yu. Yunusov Institute of Chemistry of Plant Substances AS RUz, ul. Mirzo-Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170 (Republic of Uzbekistan)

Methods for isolating and purifying polysaccharides of the aerial part from plant materials of the Gentian Olivier – *Gentiana Olivieri Griseb* (family *Gentianaceae*) have been developed and studied for the qualitative and quantitative content of polysaccharides in the herb as biologically active components that determine its anti-inflammatory and sequestering (moisture retention agents) effects in the normalization of gastrointestinal disorders. The qualitative and quantitative characteristics of the content of the polysaccharide complex were determined, including water-soluble polysaccharides obtained from a neutral medium with a yield of 6.4%, water-soluble polysaccharides obtained from an acidic medium with a yield of 0.9%, and pectin substances with a yield of 3.8%. The monomeric composition of water-soluble polysaccharides from both neutral and acidic treatments is represented by D-galactose, L-arabinose, and D-glucose. Pectin substances consisting of D-galactose, L-arabinose and D-glucose, D-galacturonic acid dominate the polysaccharide composition of the medicinal plant. They turned out to be highly esterified. The absorption bands of the infrared spectrum of the polysaccharide indicate the presence of  $\alpha$ -glycosidic bonds between the residues of D-galacturonic acid in the polysaccharide.

**Keywords:** *Gentiana Olivieri G.*, water-soluble polysaccharides, pectins, hemicellulose, IR spectroscopy.

### References

1. Li F.S., Weng J.K. *Nature plants*, 2017, vol. 3, no. 8, pp. 1–7. DOI: 10.1038/nplants.2017.109.
2. *Rastitel'nyye lekarstvennyye sredstva Abu Ali ibn Sino (Avitseny). Spravochnik*. [Herbal medicines Abu Ali ibn Sino (Avicene). Directory], ed. Sh.B. Irgashev. Tashkent, 2003, 457 p. (in Russ.).
3. Mirzaee F., Hosseini A., Jouybari H.B., Davoodi A., Azadbakht M. *Journal of traditional and complementary medicine*, 2017, vol. 7, no. 4, pp. 400–408. DOI: 10.1016/j.jtcme.2016.12.013.
4. Avicenna A. *Ghanoon dar teb*. Soroosh, 1988, pp. 244–251.
5. Sattarov D.S. *Bioraznoobraziye i resursy dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy v nekotorykh rayonakh Tsentral'nogo Tadjikistana: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk*. [Biodiversity and resources of wild medicinal plants in some areas of Central Tajikistan: abstract dis. ... doc. biol. Sciences]. Novosibirsk, 2019, 36 p. (in Russ.).
6. Sakhobiddinov S.S. *Dikorastushchiye lekarstvennyye rasteniya Sredney Azii*. [Wild medicinal plants of Central Asia]. Tashkent, 1948, 216 p. (in Russ.).
7. Khodzhimatov M. *Dikorastushchiye lekarstvennyye rasteniya Tadjikistana*. [Wild medicinal plants of Tajikistan]. Dushanbe, 1989, 368 p. (in Russ.).
8. Khalilova F.A. *Biologiya i integrativnaya meditsina*, 2016, no. 2, pp. 147–153. (in Russ.).
9. Khozhimatov O.K. *Lekarstvennyye rasteniya Zapadnogo Tyan'-Shanya (v predelakh Respubliki Uzbekistan): avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk*. [Medicinal plants of the Western Tien Shan (within the Republic of Uzbekistan): abstract dis. ... doc. biol. Sciences]. Tashkent, 2008, 40 p. (in Russ.).
10. Takeda Y., Masuda T., Honda G., Takaishi Y., Ito M., Ashurmetov A., Khodzhimatov K. *Chem. Pharm. Bull.*, 1999, vol. 47(9), pp. 1338–1340. DOI: 10.1248/cpb.47.1338.
11. Gammerman A.F., Grom I.I. *Dikorastushchiye lekarstvennyye rasteniya SSSR*. [Wild medicinal plants of the USSR]. Moscow, 1976, 288 p. (in Russ.).
12. Rakhimova G.K., Komilov Kh.M. *Universum: khimiya i biologiya*, 2019, no. 2(56). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6813>. (in Russ.).
13. Blinova M.P., Dudarev V.G., Kotova N.I. *Rastitel'nyye resursy*, 2007, vol. 43, no. 4, pp. 95–101. (in Russ.).
14. Azizov D.Z., Saburova A., Azizova D.SH., Rakhmanberdiyeva R.K. *Science Time*, 2019, no. 2(62), pp. 38–43. (in Russ.).
15. Kodiralieva F.A., Rakhmanberdiyeva R.K. *Chemistry of natural compounds*, 2011, vol. 47, no. 1, pp. 7–9. DOI: 10.1007/s10600-011-9818-3.
16. Kodiraliyeva F.A., Rakhmanberdiyeva R.K., Mezhlumyan L.G., Malikova M.Kh. *Rastitel'nyye resursy*, 2013, vol. 49, no. 4, pp. 558–564. (in Russ.).
17. Harris D.C. *Quantitative chemical analysis*. NY, 2010, 892 p.
18. Li X., Zhao R., Zhou H.L., Wu D.H. *Advanced Materials Research*, 2012, vol. 340, pp. 416–420. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.340.416.
19. Minevich I.E. et al. *Izvestiya VUZov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2021, vol. 11, no. 3(38), pp. 449–459. DOI: 10.21285/2227-2925-2021-11-3-449-459. (in Russ.).
20. Hong T., Yin J.Y., Nie S.P., Xie M.Y. *Food chemistry: X*, 2021, vol. 12, article 100168. DOI: 10.1016/j.fochx.2021.100168.
21. Bichara L.C., Alvarez P.E., Bimbi M.V.F., Vaca H., Gervasi C., Brandán S.A. *Infrared Physics & Technology*, 2016, vol. 76, pp. 315–327. DOI: 10.1016/j.infrared.2016.03.009.

\* Corresponding author.

22. Černá M., Barros A.S., Nunes A., Rocha S.M., Delgadillo I., Čopíková J., Coimbra M.A. *Carbohydrate Polymers*, 2003, vol. 51, no. 4, pp. 383–389. DOI: 10.1016/S0144-8617(02)00259-X.
23. Kacurakova M., Capek P., Sasinkova V., Wellner N., Ebringerova A. *Carbohydrate polymers*, 2000, vol. 43, no. 2, pp. 195–203. DOI: 10.1016/S0144-8617(00)00151-X.
24. Xie Y. et al. *Polymers*, 2020, vol. 12, no. 3, p. 608. DOI: 10.3390/polym12030608.
25. Patent 2469558 (RU). 20.12.2012. (in Russ.).
26. Novikova V.P., Khavkin A.I., Shapovalova N.S. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*, 2018, vol. 13, no. 5, pp. 62–67. DOI: 10.20953/1817-7646-2018-5-62-67. (in Russ.).

*Received August 22, 2022*

*Revised January 9, 2023*

*Accepted February 15, 2023*

**For citing:** Toshtemirova Ch.T., Turaboev A.A., Normakhamatov N.S., Kodiralieva F.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 2, pp. 87–95. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230211777.

