

ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИНИН ЖАРЧЫСЫ

ВЕСТНИК ОШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

BULLETIN OF OSH STATE UNIVERSITY

ISSN: 1694-7452 e-ISSN: 1694-8610

№1/2026, 276-286

*ХИМИЯ*

УДК: 547.917

DOI: [10.52754/16948610\\_2026\\_1\\_19](https://doi.org/10.52754/16948610_2026_1_19)

**УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА ВЫДЕЛЕННОГО  
ИЗ ACANTHOPHYLLUM SUBGLABRUM**

ACANTHOPHYLLUM SUBGLABRUM ӨСҮМДҮГҮНӨН БӨЛҮНҮП АЛЫНГАН  
ПОЛИСАХАРИДДИК КОМПЛЕКСТИН УГЛЕВОДДУК КУРАМЫ

CARBOHYDRATE COMPOSITION OF THE POLYSACCHARIDE COMPLEX ISOLATED  
FROM ACANTHOPHYLLUM SUBGLABRUM

**Турдумамбетов Кенешбек**

*Турдумамбетов Кенешбек*

*Turdumambetov Keneshbek*

**д.х.н., профессор, Институт химии и фитотехнологий НАН КР**

*х.и.д., профессор, КР УИАнын Химия жана фитотехнологиялар институту*

*Dr. Professor, Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic*

[him-teh-ugl@mail.ru](mailto:him-teh-ugl@mail.ru)

---

**Ажибаева Зулайка Сулаймановна**

*Ажибаева Зулайка Сулаймановна*

*Azhibaeva Zulaika Sulaymanovna*

**к.х.н., доцент, Ошский государственный университет**

*х.и.к., доцент, Ош мамлекеттик университети*

*Associate Professor, Osh State University*

[zajibaeva@oshsu.kg](mailto:zajibaeva@oshsu.kg)

## УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ ACANTHOPHYLLUM SUBGLABRUM

### Аннотация

Выделен и изучен полисахаридный комплекс (ПСК) из надземной части и корней *Acanthophyllum subglabrum* (AS). ПСК AS содержит 83,64±5.93% гексоз, 21.22±2.48% уроновых кислот, 2.27±0.27% белка, нейтральные моносахариды представлены глюкозой, галактозой, арабинозой (мольные соотношения: 1.2:5.5:1.0), а также присутствовали следовые количества ксилозы. С помощью ионообменной хроматографии выделено четыре основных компонента. Структура полученных полисахаридов (ПС) 1-4 охарактеризована с помощью физико-химических методов, таких как ИК-спектроскопия, высокоэффективная эксклюзионная и газожидкостная хроматография, реакции с конго красным. Установлено, что все ПС характеризуются различным содержанием гексоз (от 32.46±2.63 до 83.64±5.93%), уроновых кислот (от 7.56±0.17 до 21.22±2.48%) и незначительной примесью белка (от 0.75±0.13 до 2.28±0.17%). Полученные полисахариды представляют собой высокоомогенные образцы, различные по мономерному составу. Мажорный компонент ПСAS-1-4 представлен галактозой.

**Ключевые слова:** колючелистник (*Acanthophyllum subglabrum*), полисахариды, ионообменная хроматография, мономерный состав, вязкость, полисахариды, гексозы

*Acanthophyllum subglabrum* өсүмдүгүнөн бөлүнүп алынган полисахариддик комплекстин углеводдук курамы

*Carbohydrate composition of the polysaccharide complex isolated from acanthophyllum subglabrum*

### Аннотация

*Acanthophyllum subglabrum* (AS) өсүмдүгүнүн жер бетиндеги бөлүктөрүнөн жана тамырларынан полисахариддик комплекс (ПСК) бөлүнүп алып, изилденген. AS ПСК 83,64±5,93% гексозаларды, 21,22±2,48% урон кислоталарын, 2,27±0,27% белокту камтыйт, нейтралдуу моносахариддери молярдык катышы: 1,2:5,5:1,0 болгон глюкоза, галактоза, арабиноза жана ксилозанын калдыктары болгон. Төрт негизги компонент ион алмашуу хроматографиясын колдонуу менен бөлүнүп алынган. Алынган полисахариддердин (ПС) 1-4 түзүлүшү ИК-спектроскопия, жогорку эффективдүү өлчөмдүү жана газ-суюктук хроматографиясы, Конго кызылы менен реакциялар сыяктуу физика-химиялык ыкмаларды колдонуу менен мүнөздөлгөн. Бардык ПС дин курамы ар кандай сандагы гексоздорду (32,46±2,63тен 83,64±5,93%ке чейин), урон кислоталарын (7,56±0,17ден 21,22±2,48%ке чейин) жана белоктун бир аз саны (0,75±2,8%тен 0,75±2,1%ке чейин) кармай тургандыгы аныкталган. Алынган полисахариддер мономердик курамы боюнча гана ар түрдүү, бир тектүү үлгүлөр болуп саналат. ПС AS-1-4 негизги компоненти галактоза менен болуп саналат.

### Abstract

The polysaccharide complex (PSC) from the aerial parts and roots of *Acanthophyllum subglabrum* (AS) was isolated and studied. The AS PSC contains 83.64±5.93% hexoses, 21.22±2.48% uronic acids, 2.27±0.27% protein, neutral monosaccharides are represented by glucose, galactose, arabinose (molar ratios: 1.2:5.5:1.0), and trace amounts of xylose were also present. Four main components were isolated using ion-exchange chromatography. Four main components were isolated using ion-exchange chromatography. The structure of the obtained polysaccharides (PS) 1-4 was characterized using physicochemical methods, such as IR spectroscopy, high-performance size-exclusion and gas-liquid chromatography, and reactions with Congo red. It was found that all PS are characterized by different contents of hexoses (from 32.46±2.63 to 83.64±5.93%), uronic acids (from 7.56±0.17 to 21.22±2.48%) and an insignificant admixture of protein (from 0.75±0.13 to 2.28±0.17%). The obtained polysaccharides are highly homogeneous samples, varying in monomeric composition. The major component of PSAS-1-4 is represented by galactose.

**Ачык сөздөр:** *Acanthophyllum subglabrum*, полисахариддер, ион алмашуу хроматографиясы, мономерлердин курамы, илешкектүүлүк, полисахариддер, гексозалар

**Keywords:** *Acanthophyllum subglabrum*, polysaccharides, ion exchange chromatography, monomer composition, viscosity, polysaccharides, hexoses

## Введение

Научный интерес к природным растительным полисахаридам, обусловлен их нетоксичностью (Сычев и др., 2009) доступностью, уникальными физико-химическими (Гулина и др. 2023) и фармакологическими свойствами (Sindhu и др., 2021). Большинство изученных полимеров являются биосовместимыми (Орипова и др., 2023), биоразлагаемыми и не обладают токсичностью, аллергенностью (Гулина и др. 2023). В связи с этим не вызывают значительных побочных эффектов, перспективны для их возможного использования в практической медицине (Оленников и Кащенко, 2014).

Род Колючелистник (*Acanthophyllum*) является одним из перспективных представителей семейства Гвоздичные (*Caryophyllaceae*) (Курбанова и др. 2002), содержащих в своем составе полисахариды (Арифходжаев и др. 1999), обладающие противовоспалительной, желчегонной и ростстимулирующей активностью, которая была установлена в исследованиях для *Acanthophyllum borsczowii*, *Acanthophyllum knorringianum* и *Acanthophyllum pungens* (Арифходжаев и др. 2003).

*Acanthophyllum subglabrum* - произрастающие по всей территории Кыргызстана многолетнее сапониноносное растение, растут на сухих склонах предгорий, пастбищах, сенокосах и шлейфах гор, являются сорняками.

Установлено, что разные факторы, включая способ получения полисахаридов (Эрназарова и др. 2023), моносахаридный состав, тип гликозидных связей, размер молекул (молекулярная масса) и общую молекулярную конформацию (Ажибаева, 2011), способны оказывать влияние на активность полисахаридов (Ажибаева 2012). Несмотря на рост числа исследований химического состава и биологической активности растений рода *Acanthophyllum*, группа полисахаридов с химической точки зрения все еще остается недостаточно изученной (Ажибаева и др. 2023).

Цель исследования –изучение химического состава и установление физико-химических параметров полисахаридов, выделенных из *Acanthophyllum subglabrum*.

## Материалы и методы

*Объект исследования.* Надземная часть и корни колючелистника (*Acanthophyllum subglabrum*) заготовлены во время цветения и плодоношения на территории Кыргызстана. Все образцы растений подвергались воздушно- теневой сушке хранились согласно утвержденным правилам. Предварительно очищенные и измельченные воздушно-сухие корни и надземные части растений экстрагировали в аппарате Сокслета хлороформом для удаления низкомолекулярных примесей и красящих веществ, алкалоидов, т.е. веществ неуглеводного характера (блок - схема 1). Сырье высушивали на воздухе до удаления запаха растворителей.

Для определения моно-, олиго- и полисахаридов брали измельченного и просеянного 5 г сырья, помещали в круглодонную колбу емкостью 250 мл, снабженную обратным холодильником, туда же приливали 150 мл 96%- ного этилового спирта и помещали на кипящую водяную баню. Смесь кипятили в течение 30 минут, затем отфильтровывали через воронку Бюхнера. Оставшееся сырье вновь подвергали двукратной обработке 82% - ным этанолом и кипятили в течение 15 минут.

Спиртовые растворы объединяли и сгущали под вакуумом до полного удаления спирта. Оставшийся водный раствор (экстракт) переносили в мерную колбу на 100 мл, доводили объем до метки дистиллированной водой и оттуда отбирали 10 мл пробы для определения моносахаридов, переносили в коническую колбу на 250 мл. Добавляли по 10 мл раствора Фелинга I и II (растворы готовили заранее), туда же добавляли 20 мл дистиллированной воды. Смесь осторожно (в течение 3 мин) доводили до кипения и кипятили в течение двух минут. По окончании кипячения колбу быстро охлаждали под струей холодной воды до 22°C, затем приливали 10 мл 30% -ного раствора йодистого калия и 10 мл 25% - ного раствора серной кислоты и сразу же оттитровывали при непрерывном перемешивании 0,1 н раствором тиосульфата натрия до перехода коричневой окраски в желтую. Затем к смеси прибавляли 5 мл 1% - ного раствора крахмала и медленно дотитровывали раствор до перехода синей окраски в кремовую, присущую йодату меди.

Параллельно в тех же условиях проводили контрольный опыт. По разности объемов раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование контрольного опыта и испытуемого, находили объем раствора тиосульфата натрия, соответствующего количеству образовавшейся при анализе восстановленной меди.

Содержание фруктозы в миллиграммах находили учитывая, что 1 мл 0,1 н раствора тиосульфата натрия соответствует 6,4 мг восстановленной меди. Содержание фруктозы в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 100\%}{b \cdot \Gamma}$$

где, а - количество фруктозы, найденное по таблице, мг;

100 - разбавление раствора, мл;

г - испытуемый раствор, взятый для титрования, мл;

б – навеска взятого на анализ вещества, г.

100% - постоянный добавочный %.

Затем удаляли олигосахариды обработкой 96% и 82% этиловым спиртом. Из водного раствора (после взятия пробы для определения моносахаридов) отбирали 50 мл, добавляли 5 мл 5% - ного раствора соляной кислоты и проводили гидролиз при 85-90°C на кипящей водяной бане в течение 45 мин. Затем гидролизат нейтрализовали раствором 10% - ного, едкого натрия до рН 6,5-7,0, отфильтровывали, доводили объем дистиллированной водой в мерной колбе до 100 мл, затем отбирали 10 мл этого раствора и оттитровывали таким же методом, что и при определении моносахаридов. По разности между титрованием контрольного опыта и испытуемого раствора, пользуясь таблицей, находили содержание сахара (фруктоза), исходя из того, что 1 мл 0,1 н раствора тиосульфата натрия соответствует 6,4 мг восстановленной меди.

Процентное содержание олигосахаридов в сухом сырье вычисляли по формуле:

$$a \cdot v \cdot d \cdot 100\%$$

$X = \frac{a \cdot 100}{b \cdot g \cdot e}$

где, а - количество фруктозы, найденное по таблице, мг;

б - навеска сырья, взятого на анализ, г;

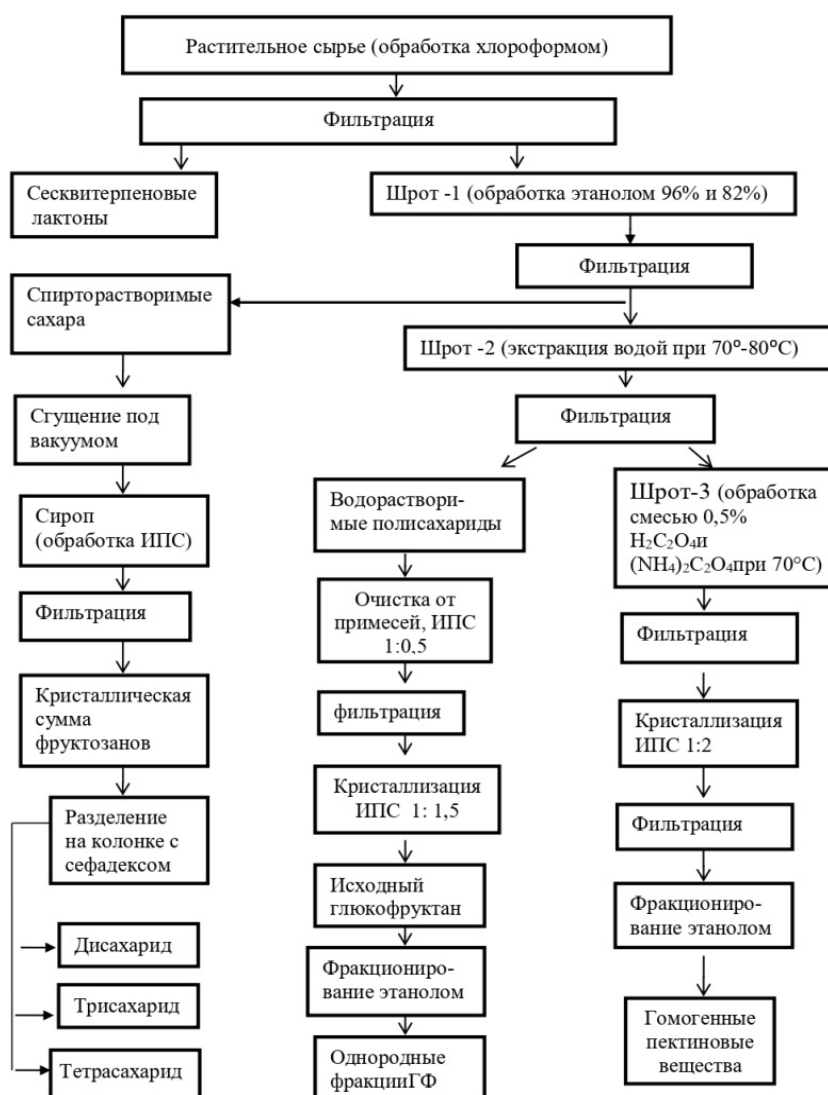
в - разбавление раствора, взятого на анализ, мл;

г - количество испытуемого раствора, взятого для титрования, мл;

д - объем воды, добавленный до метки, мл;

е - количество пробы, взятой для гидролиза, мл;

100% - постоянный добавочный %.



Блок- схема 1. Разделение углеводов и сесквитерпеновых лактонов

*Экстракция водорастворимых полисахаридов.* Для выделения водорастворимых полисахаридов экстрагировали трижды дистиллированной водой на водяной бане при 70-80°С обратным холодильником (соотношение сырья и экстрагента 1: 20,1: 15, 1:15).

Продолжительность каждой экстракции – 2ч. Полученные водные экстракты объединяли и упаривали на вакуумном ротормом испарителе марки DLAB RE 100-Pro (при температуре 50°C до 1/5 объема). Из полученного концентрата водорастворимые полисахариды осаждали добавлением четырехкратного объема 96% этилового спирта (ГОСТ 18300-87) и оставляли при 4°C на ночь. Осадок отделяли с помощью центрифугирования, промывали этиловым спиртом и лиофильно высушили.

*Общие аналитические методы.* Для изучения ПСК и индивидуальных ПС по содержанию гексоз и уроновых кислот использовали спектрофотометрический фенол-серный и 3,5-диметилфенолсерный метод (фенол – стандарт глюкоза); (3,5-диметилфенол – стандарт галактурановая кислота) Примесь белка определяли методом Лоури с предварительным осаждением с использованием бычьего сывороточного альбумина в качестве стандарта. Спектрофотометрические исследования проводили в кварцевых кюветах 10мм на спектрофотометре СФ-2000.

*Ионообменная хроматография.* Выделение ПС проводили методом ионообменной хроматографии с использованием DEAE-целлюлозы (Cl- форма, 20×3,5 см) марки DEAE 52 в режиме градиентного элюирования равными объемами (500 мл) воды очищенной и раствор натрия хлорида (0.01; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5 М) по увеличению концентрации, скорость потока подвижной фазы 3,0 мл/мин. Фракции (15 мл) элюата собирали и анализировали фенол-серным методом [12,13]. Фракции, дающие положительную реакцию на углеводы, объединяли, упаривали, диализировали до удаления NaCl с кондуктометрической детекцией как описано выше, замораживали и лиофильно высушивали.

*Гель-фильтрация полисахаридов.* Нейтральные и элюированные при 0.1М NaCl полисахариды (по 20 мг) растворяли в 2 мл воды и наносили на колонку (70×1.8 см) с Sephadex G-100. Колонку элюировали дистиллированной водой со скоростью потока 40мл/ч. Содержание углеводов в образцах определяли фенол-сернокислотным методом, используя глюкозу в качестве стандарта. Отбирали фракции объемом 13мл.

Фракции, соответствующие отдельным пикам, объединяли, концентрировали до минимального объема, диализовали и лиофильно высушивали.

*ИК-спектроскопия.* ИК-спектры образцов снимали на ИК-Фурье спектрометре IRTracer-100 SHIMADZU (Япония), системы 2000 в диапазоне частот 400–4000см<sup>-1</sup>. Для съемки спектров изучаемых образцов снимали методом спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (ATR) в инфракрасной области с преобразованием Фурье-спектроскопии.

## Результаты и обсуждение

Выход ПСК AS из колючелистника составил 1.92±0.38%. Содержание гексоз в пересчете на глюкозу – 54.99±0.53%, уроновых кислот в пересчете на галактурановую кислоту – 12.99±0.26%, примеси белка – 5.24±0.04%. Значение средневесовой молекулярной массы составило 175.90±21.87кДа, среднечисловой – 27.10±5.35кДа. Мономерный состав представлен 4 моносахаридами галактоза – глюкоза – арабиноза – рамноза в соотношении 1.67: 1.00: 1.42: 1.20 соответственно.

В результате фракционирования установлено, что ПСК AS состоит из четырех фракций ПС (ПС AS1-4).

Согласно данным, приведенным в таблице 1, все выделенные ПС характеризуются различным содержанием компонентов углеводной природы и низким содержанием примеси белка. С ростом концентрации элюента наблюдали увеличение содержания уроновых кислот и молекулярных масс в выделенных фракциях в 8.21 и 3.04 раза соответственно.

**Таблица 1.** Химическая характеристика фракций ПС

Фракция	Выход,%	Гексозы,%	Уроновые кислоты,%	Белок,%	$[\alpha]_D^{20}$ (C1,0; H <sub>2</sub> O)	ММ по гель-хромат	Вязкость, $\eta_{\text{отн}}$ (C1,0; H <sub>2</sub> O)
PCAS-1	39.02±0.47	83.64±5.93	7.56±0.17	2.27±0.27	169°	4400	1,0
PCAS-2	17.58±0.44	53.49±2.25	21.22±2.48	1.79±0.43	174°	3800	1,02
PCAS-3	12.28±0.49	44.62±2.65	20.03±0.74	0.75±0.13	177°	2600	1,02
PCSS-4	8.93±0.46	32.46±2.63	11.91±0.66	2.28±0.17	181°	2000	1,01

Согласно данным таблицы 2, ПС AS-1 содержит в своем составе наибольшее количество нейтральных сахаров, мажорный компонент представлен галактозой (до 67.5%), содержание арабинозы и глюкозы меньше в 1.95 и 2.62 раза соответственно. Преобладающий моносахарид, обнаруженный в PCAS-3 и PCAS-4 – арабиноза, кроме этого в образцах PCAS-3 и PCAS-4 идентифицированы остатки ксилозы. Максимальное содержание уроновых кислот установлено для PCAS-3 и PCAS-4.

**Таблица 2.** Мономерный состав фракций PCAS.

Фракция	Мономерный состав			
	Glc	Gal	Xyl	Ara
PCAS-1	14.64±0.3	67.5±0.5	-	12.2±0.3
PCAS-2	25.4±0.4	51.9±0.2	-	12.7±0.5
PCAS-3	31.3±0.4	47.1±0.2	6.1±0.1	15.2±0.4
PCAS-4	34.1±0.3	45.9±0.1	5.9±0.4	14.1±0.3

Для всех образцов наблюдается увеличение максимума поглощения при прибавлении раствора конго красного, что соответствует образованию комплекса между КК и исследуемым образцом. При прибавлении натрия гидроксида к образцам PCAS-1, PCAS-2, PCAS-3, PCAS-4 не наблюдали гипсохромного сдвига, что характерно для отсутствия структуры тройной спирали.

На ИК-спектрах во всех образцах наблюдали широкую интенсивную полосу поглощения в области 3600–3200 см<sup>-1</sup>, обусловленную валентными колебаниями О–Н группы, и полосы поглощения около 2932–2924 см<sup>-1</sup> характерные для валентных и деформационных колебаний С–Нв углеводных кольцах. На спектрах присутствуют схожие профили поглощения во всем исследуемом диапазоне волновых чисел, отличающиеся лишь значениями относительных оптических плотностей при волновых числах 1658 и 1740 и 625 см<sup>-1</sup>, характеристичным для валентных колебаний карбоксильных групп, что объясняется различным относительным

содержанием во фракциях остатков уроновых кислот.

Поглощение при  $1420\text{см}^{-1}$  представляет собой асимметрические валентные колебания С-Н связи ( $\text{CH}_2$  групп), соответствующие полисахаридам. Характерные пики для С-О-С связи в пиранозном кольце моносахаридной единицы полисахаридов наблюдались при  $1153\text{см}^{-1}$ . Полосы поглощения валентных колебаний, соответствующие гликозидным связям С-О-С между моносахаридными остатками, наблюдались в области  $1080\text{см}^{-1}$ . Поглощение при  $1037\text{см}^{-1}$  представляет собой валентные колебания С-О от боковых карбонильных групп (С-ОН). Характерные сигналы деформационных колебаний  $\alpha$ -гликозидных связей между пиранозными формами полисахаридов обнаружены при  $860\text{см}^{-1}$ .

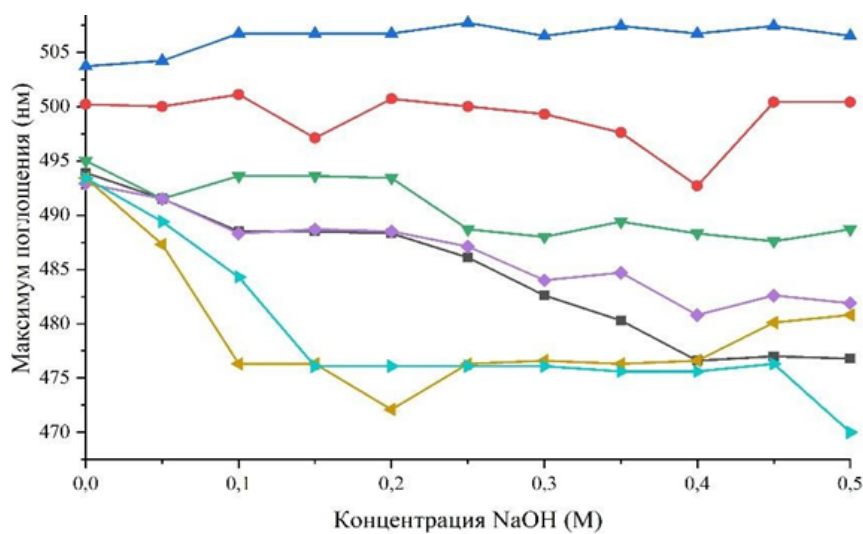


Рис.1. Зависимость максимума поглощения от концентрации NaOH

#### Определение средней молярной массы ВРПС вискозиметрическим методом.

Вискозиметрическим методом определяли среднюю молекулярную массу ПСК AS полученного из *Acanthophyllum subglabrum*. Эксперимент проводили с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда с измерением истечения воды и водных растворов полисахаридов различных концентраций ( $C$ ). Жидкости были взяты одинаковых объемов (15мл) для определения относительной вязкости растворов полисахаридов с помощью уравнения Пуазейля-Гагена:

$$Q \propto \frac{V}{t}$$

$t$

$$\propto \frac{r^4 \Delta p}{8 \eta l}$$

$8 \eta l$

где  $Q$  – объемная скорость течения, равная отношению объема жидкости  $V$  ко времени  $t$  его протекания по капилляру с радиусом  $r$  и длиной  $l$ ;  $\Delta p$  – разность давлений на концах капилляра, вызывающая течение жидкости), зная время их вытекания:

– отн.

$$\propto \frac{V}{t}$$

$\eta_0$

$\eta_{sp}/c$

где  $\eta$  и  $\eta_0$  – динамическая вязкость раствора полисахарида и воды соответственно;  $t$  и  $t_0$  – время их вытекания.

Для определения удельной и приведенной вязкости растворов использовали уравнения:

$$\eta_{уд} = \eta_{отн} \cdot \eta_0$$

где  $\eta_{уд}$  – удельная вязкость,  $\eta_{отн}$  – относительная вязкость,  $\eta_0$  – динамическая вязкость воды.

$$\eta_{пр} = \frac{\eta_{уд}}{c} \cdot 100$$

Среднюю молярную массу ВРПС определяли с помощью уравнения Марка-Хаувинка-Куна, содержащего в себе характеристическую вязкость  $[\eta]$ :

$$[\eta] = KM^a$$

где  $K$  и  $a$  – константы, постоянные для данного полимергомологического ряда и растворителя (константа  $a$  учитывает гибкость макромолекул)

Для определения характеристической вязкости  $[\eta]$  использовали графический способ с построением зависимостей приведенной вязкости растворов полисахаридов от их концентрации.

**Таблица 3.** Вязкость водных растворов ПСК AS выделенных из *A. subglabrum* (при температуре 22 °C)

№	Концентрация C, %	Время истечения t, с	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{пр}$	Характеристическая вязкость $[\eta]$	Молярная масса M, г/моль
---	-------------------	----------------------	--------------	-------------	-------------	--------------------------------------	--------------------------

ПСК AS выделенных из корней *A. subglabrum*

H <sub>2</sub> O	–	24.72	–	–	–		
1	0.2	25.09	1.02	0.02	0.07		
2	0.4	26.82	1.09	0.09	0.21	0.8167	12440
3	0.6	28.78	1.16	0.16	0.27		
4	0.8	31.33	1.27	0.27	0.33		
5	1.00	34.64	1.40	0.40			

ПСК AS выделенных из надземной части *A. subglabrum*

H <sub>2</sub> O	–	24.72	–	–	–		
1	0.2	25.01	1.01	0.02	0.06		
2	0.4	26.57	1.07	0.08	0.20	0.8006	11280
3	0.6	28.53	1.15	0.15	0.26		
4	0.8	31.24	1.26	0.26	0.32		
5	1.00	34.69	1.40	0.39			

В результате исследований физико-химических свойств полисахаридного комплекса, выделенного из *Acanthophyllum subglabrum* было установлено, что в его состав входит 4 основных компонента (ПС AS-1-4), характеризующихся различным содержанием гексоз (от  $32.46 \pm 2.63$  до  $83.64 \pm 5.93\%$ ), наличием в составе урсонических кислот (от  $7.56 \pm 0.17$  до  $21.22 \pm 2.48\%$ ), что было также подтверждено результатами ИК-спектроскопии, и незначительной примеси белка. В результате изучения молекулярно-массовых характеристик установлена высокая гомогенность всех образцов. Мажорный компонент ПС AS-1, ПС AS-2, ПС AS-3, ПС AS-4 – представлен галактозой. Наибольшую молярную массу и, следовательно, самый большой размер молекул и меньшую растворимость имеют ПСК AS выделенные из корней *A. subglabrum* ( $M_{\text{ПСК AS}} = 12240$  г/моль).

## Выводы

Проведенные исследования позволяют предположить, что исследованные фракции ПС, выделенные из *Acanthophyllum subglabrum*, являются перспективными объектами для дальнейшего изучения взаимосвязи между структурой полисахаридов и проявляемой активностью. Образцы ПС с установленным составом, могут быть использованы для детального изучения иммуномодулирующих свойств и дальнейшей разработки на их основе новых безопасных препаратов для лечения заболеваний, требующих коррекции регуляции функциональной активности иммунных клеток.

## Список литературы:

1. Ажибаева, З. С. (2011). Полисахариды *acanthophyllum subglabrum* и структура глюкоарабиногалактана. *Известия ВУЗов (Кыргызстан)*, (3), 135-138.
2. Ажибаева, З. С. (2012). Углеводы и свойства олиго- и полисахаридов из *acanthophyllum subglabrum*. *Известия ВУЗов (Кыргызстан)*, (1), 68-70.
3. Ажибаева, З. С., Турдумамбетов, К., Камалов, Ж.К. (2023). Водорастворимые полисахариды *acanthophyllum subglabrum* и их частичный кислотный гидролиз. Материалы научных трудов международной научно-практической конференции «Интеграция теории, образования и науки с прикладной медициной»
4. Арифходжаев, А.О., Курбанова, А.Д., & Рахимов, Д.А. (1999). Химическое исследование полисахаридов *acanthophyllum*. Тез. докл. межд. симп. ИХФП АНРУз.
5. Арифходжаев, А.О., Курбанова, Ф.Д., & Рахимов, Д.А. (2003). Структурное исследование глюкоарабиногалактана из *a. pungens*. *Химия природных соединений*, (2), 111-116.
6. Гулина, Е. И., Зыкова, А. В., Лигачева, А. А., Данилец, М. Г., Трофимова, Е. С., Селиванова, Н. С., Шерстобоев, Е. Ю., Горобец, Е. А., Кривошеков, С. В., & Белоусов, М. В. (2023). Химическая характеристика полисахаридного комплекса *saussurea salicifolia* l. и его по-стимулирующие свойства. *Химия растительного сырья*, (4), 99-109. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230413545>
7. Гулина, Е.И., Кривошеков, С.В., Исаков, Д.А., Белоусов, М.В. (2023). Выделение, химическая и пространственная характеристика кислых полисахаридов некоторых растений флоры сибиря, обладающих иммуностропной активностью. *Химия растительного сырья*, (2), 97-105. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2023021236>

8. Курбанова, А.Д., Арифходжаев, А.О., & Рахимов, Д.А. (2002). Водорастворимые полисахариды представителей семейства сaryophyllaceae. *Химия природных соединений*, (6), 484-487.
9. Оленников, Д. Н., & Кащенко, Н. И. (2014). Полисахариды. современное состояние изученности: экспериментально-научометрическое исследование. *Химия растительного сырья*, (1), 5-26. <https://doi.org/10.14258/jcprm.1401005>
10. Орипова, М. Ж., Кузиева, З. Н. к., Корабоева, Б. Б. К., Ощепкова, Ю. И., & Салихов, Ш. И. (2023). Выделение и физико-химическая характеристика полисахаридов семян репы brassica gara. *Химия растительного сырья*, (2), 79-86. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230211629>
11. Сычев, И.А., Калинкина, О.В., & Лаксаева, Е.А. (2009). Биологическая активность растительных полисахаридов. *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова*, 17 (4), 143–148. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ20094143-148>
12. Эрназарова, Э., Турдумамбетов, К., Ажибаева, З., Содомбеков, И. (2023). Углеводный состав лопуха гладкосемянного (*arctium leiospermum*) в зависимости от экологических мест произрастания. *Вестник Ошского государственного университета*, (3), 73–80. [https://doi.org/10.52754/16948610\\_2023\\_3\\_9](https://doi.org/10.52754/16948610_2023_3_9)
13. Sindhu, R.K., Goyal, A., Das, J., Neha, Choden S., & Kumar, P. (2021). Immunomodulatory Potential Of Polysaccharides Derived From Plants And Microbes: A Narrative Review. *Carbohydr.Polym.Technol.Appl.* (2). <https://doi.org/10.1016/J.CARPTA.2021.100044>