

УДК 582.998.1:547.458.8:544.7

## КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛИСАХАРИДНЫХ ФРАКЦИЙ ИЗ ТРАВЫ ТАТАРНИКА КОЛЮЧЕГО

© *Е.Р. Гарсия\**, Д.П. Мыкоц, Л.В. Лигай, А.А. Шамилов, Д.А. Коновалов

*Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО  
ВолаГМУ, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357532 (Россия),  
e-mail: x-pharm@mail.ru*

Природные полимеры представляют интерес как в качестве самостоятельных фармацевтических субстанций, так и в комплексных препаратах, в том числе растительного происхождения. Цель данной работы – определение основных характеристик водорастворимых полисахаридов (ВРПС) и пектиновых веществ (ПВ), выделенных из травы татарника колючего, для использования в качестве фармацевтических субстанций. В связи с чем были реализованы следующие задачи: установление качественного состава моносахаридов (после кислотного гидролиза фракций) методом бумажной хроматографии, определение молярной массы, изоэлектрической точки, коэффициента распределения и поверхностной активности указанных фракций физико-химическими методами. Установлено, что в состав ВРПС входят ксилоза и рамноза, в состав ПВ – галактуронозная кислота. ВРПС характеризуются молярной массой молекул 1893.28 г/моль, ПВ – 9525.21 г/моль. Молекулы ВРПС электронейтральны при pH 5.2, ПВ – при pH 4.7 буферного раствора. Также установлено, что ВРПС и ПВ из травы татарника колючего обладают схожей эффективной проникающей способностью при значениях коэффициента распределения 2.97 и 2.59 соответственно. При этом полисахариды являются поверхностно-неактивными веществами. Установленные характеристики ВРПС и ПВ, в том числе хорошая проникающая способность, могут использоваться при разработке комплексных растительных препаратов, содержащих траву татарника колючего. В дальнейшем необходимо установить сорбционную способность полисахаридных фракций.

*Ключевые слова:* татарник колючий, водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, качественный состав, физико-химические свойства.

### **Введение**

Исследование природных растительных полимеров наряду с другими группами соединений обусловлено комплексным подходом в дальнейшей разработке методик стандартизации лекарственного растительного сырья и комплексных препаратов на его основе [1]. Кроме того, растительные полисахариды представляют интерес в качестве пищевых волокон, являющихся необходимым компонентом питания, а также в качестве

*Гарсия Екатерина Робертовна* – преподаватель кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: x-pharm@mail.ru

Мыкоц Лилия Петровна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры неорганической, физической и коллоидной химии, e-mail: 58041@mail.ru

*Лигай Лилия Вениаминовна* – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры органической химии, e-mail: ligay\_59@mail.ru

*Шамилов Арнольд Алексеевич* – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, e-mail: shamilovxii@yandex.ru

*Коновалов Дмитрий Алексеевич* – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, e-mail: d.a.konovlov@pmedpharm.ru

фармацевтических субстанций, проявляющих сорбционные, гипохолестеринемические, радиопротекторные свойства [2]. Полисахариды могут использоваться в технологии лекарств в качестве стабилизаторов. Свойства фракций полисахаридов меняются в зависимости от источника получения, что обуславливает дальнейшее их применение в пищевой и фармацевтической отраслях. Наибольший интерес представляют водорастворимые полисахариды (ВРПС) и пектиновые вещества (ПВ). Доступность растительного сырья, простота выделения и широкий спектр биологической активности обуславливают интерес именно к этим

\* Автор, с которым следует вести переписку.

полисахаридным фракциям [3–5]. Для ВРПС и ПВ, выделенных из некоторых растений, известны выраженные фармакологические свойства и использование при атеросклерозе, сахарном диабете, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, а также в качестве субстанций для технологических процессов изготовления лекарственных средств [2, 3].

Татарник колючий (*Onopordum acanthium* L.) – растение традиционной медицины и гомеопатии, известное противовоспалительными, антипролиферативными и кардиотоническими свойствами [6]. В надземной части обнаружены фенольные соединения: флавоноиды апигенин, лютеолин, скутелляреин; лигнаны пино-, медио-, сиригарезинол; кофейная, хлорогеновая, кумаровая, сиреневая кислоты [7–9]. Из тритерпеновых сапонинов в растении присутствуют  $\alpha$ - и  $\beta$ -амирин, таракастерол [10]. Из сесквитерпеновых лактонов найдены арктиопикрин, онопордопикрин [7]. Изучен состав жирного масла, из семян выделен ингибитор ангиотензинпревращающего фермента [11]. При этом сведений о полисахаридном составе нами в доступной литературе не обнаружено. Фармакологические свойства извлечений из сырья татарника колючего, вероятно, обусловлены комплексным действием различных групп биологически активных соединений (БАС), в том числе полисахаридным комплексом.

Водные извлечения из лекарственного растительного сырья в терапевтических целях потребляются в виде отваров и настоев, при этом содержат комплекс соединений различной химической структуры, в том числе полисахариды. Водорастворимые полисахариды как растительные полимеры участвуют в абсорбции остальных групп БАС, а также сами оказывают терапевтическое действие, являясь природными сорбентами [12]. Ранее нами было установлено количественное содержание фракций полисахаридов в траве татарника колючего [13]. Водорастворимых полисахаридов в траве татарника накапливается  $4.57 \pm 0.16\%$ , пектиновых веществ –  $6.96 \pm 0.26\%$ , гемицеллюлозы А (Гц А) –  $10.91 \pm 0.2\%$ , гемицеллюлозы Б –  $3.19 \pm 0.11\%$ . Целью настоящей работы является определение основных характеристик водорастворимых полисахаридов (ВРПС) и пектиновых веществ (ПВ), выделенных из травы татарника колючего, для использования в качестве фармацевтических субстанций.

### Экспериментальная часть

Надземную часть татарника колючего собирали в фазу массового цветения в августе 2019 г. на перевале Гумбаши (Карачаевский район, Карачаево-Черкесская Республика). Сырье сушили воздушно-теневым способом, хранили в темном сухом месте до эксперимента.

Из сырья последовательно выделяли фракции ВРПС и ПВ, используя в качестве экстрагентов воду очищенную и смесь оксалата аммония и щавелевой кислоты в соотношении 1 : 1 (0.5% водные растворы) [13, 14], далее качественно анализировали.

Качественный состав моносахаридов каждой фракции полисахаридов после кислотного гидролиза определяли методом восходящей бумажной хроматографии в системе *n*-бутанол-уксусная кислота ледяная-вода (4 : 1 : 5), для чего  $0.1 \pm 0.01$  г каждой фракции нагревали при  $100^\circ\text{C}$  в серной кислоте 2 н (5 мл) в течение 8 ч (ВРПС) или 48 ч (ПВ). Гидролизаты нейтрализовали раствором бария карбоната, после чего наносили на хроматограммы. В качестве стандартных образцов использовали растворы сахаров (глюкоза, фруктоза, арабиноза, манноза, ксилоза, рамноза, галактоза) и галактуроновой кислоты (Sigma-Aldrich). Детектирование зон адсорбции проводили после высушивания хроматограмм и обработки раствором анилин-фталатного реактива [14–16].

Для ВРПС и ПВ нами были установлены основные физико-химические свойства: средняя молярная масса, изоэлектрическая точка, коэффициент распределения, изучалась поверхностная активность [17, 18].

**Определение средней молярной массы.** Молярную массу ВРПС и ПВ устанавливали вискозиметрическим методом. Измерение вязкости серии разведений 1% водных растворов ВРПС и ПВ проводили с помощью вискозиметра Оствальда. После измерения времени вытекания растворов из капилляра проводили расчет следующих видов вязкости:

– относительная вязкость каждой концентрации растворов ВРПС и ПВ относительно воды очищенной:

$$\eta_{\text{отн}} = \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}, \quad (1)$$

где  $\rho$  и  $\rho_0$  – плотности растворов ВРПС или ПВ и воды очищенной соответственно,  $\text{г/см}^3$ ;  $t$  и  $t_0$  – время вытекания растворов ВРПС или ПВ и воды очищенной соответственно, сек.

Измерение времени вытекания растворов проводили в трех повторах, принимая за окончательный результат среднее арифметическое трех измерений.

Ввиду близких значений плотностей растворов полисахаридов и воды очищенной при расчете относительной вязкости их значения не учитывали.

– удельная вязкость

$$\eta_{\text{уд}} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta} = \eta_{\text{отн}} - 1 \quad (2)$$

где  $\eta$  и  $\eta_0$  – вязкость раствора ВРПС или ПВ и воды очищенной соответственно,  $\eta - \eta_0$  – прирост вязкости раствора ВРПС или ПВ определенной концентрации в сравнении с чистым растворителем (водой очищенной).

– приведенная вязкость – вязкость раствора ВРПС или ПВ, рассчитанная с учетом концентрации раствора

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{\eta_{\text{уд}}}{C}, \quad (3)$$

где  $C$  – концентрация раствора ВРПС или ПВ, %.

Расчет средней молярной массы проводили по уравнению Марка-Хаувинка-Куна:

$$M = \alpha \sqrt{\frac{[\eta_{\text{уд}}]}{K}}, \quad (4)$$

где  $[\eta]$  – характеристическая вязкость, значение которой находили по графику в системе координат  $\eta_{\text{пр}} - C\%$ . Полученную усредняющую прямую продлевали до пересечения с осью ординат, отсекаемый на ней отрезок при концентрации раствора ВРПС или ПВ ( $C \rightarrow 0$ ) принимали за значение характеристической вязкости  $[\eta]$ ;  $\alpha$  и  $K$  – константы;  $\alpha$  характеризует форму молекул высокомолекулярного вещества в растворе. В расчетах использовали значение  $\alpha=1.2$ , характерное для большинства полисахаридов [19, 20].  $K$  – величина, постоянная для гомологического ряда ВМВ в данном растворителе. Также использовали значение, характерное для большинства полисахаридов,  $K=1.1 \times 10^{-5}$  [19, 20].

*Определение изоэлектрической точки (ИЭТ).* Установление значения ИЭТ для ВРПС и ПВ из травы татарника колючего проводили вискозиметрическим методом, смешивания растворы ВРПС и ПВ с ацетатным буферным раствором с различными значениями pH. Наименьшая вязкость раствора ВМВ наблюдается при том значении pH, которое соответствует электронейтральному состоянию макромолекул ВМВ, то есть вязкость раствора минимальна в ИЭТ полимера. Кроме того, в ИЭТ у полимера снижается степень набухания, растворимость, электропроводимость, что важно на технологических стадиях разработки лекарственных средств, в которых используется полимер [17].

Для приготовления буферных растворов использовали 0.2 н растворы уксусной кислоты и ацетата натрия. К 5 мл 1% водных растворов ВРПС и ПВ добавляли по 10 мл буферных растворов со значениями pH от 3.7 до 5.7. Вязкость растворов ВРПС и ПВ в буферных растворах устанавливали с помощью вискозиметра Оствальда. После измерения времени вытекания растворов из капилляра рассчитывали относительную вязкость согласно формуле 1. Измерение времени вытекания растворов проводили в трех повторах, принимая за окончательный результат среднее арифметическое трех измерений.

*Определение коэффициента распределения.* Для установления способности фракций полисахаридов распределяться между полярной и неполярной жидкостями использовали экстракцию из водных растворов липофильным растворителем. Определение коэффициента распределения позволяет оценить способность полисахаридов проникать через клеточную мембрану, в том числе способствуя всасываемости других БАВ при терапии комплексными растительными препаратами [21].

В качестве органической фазы нами использован этилацетат. Готовили серию разведений 1% водных растворов ВРПС и ПВ, для каждого из которых измеряли сопротивление с помощью кондуктометра Эксперт-002. В кондуктометрическую ячейку помещали 30 мл каждого водного раствора. Далее каждый раствор смешивали с равным количеством этилацетата и интенсивно встряхивали в течение 40 мин. Далее измеряли сопротивление водной фракции после разделения и удаления органического слоя. Измерения проводили в трех повторах, принимая за окончательный результат среднее арифметическое трех измерений.

На основании величины сопротивления раствора рассчитывали величины  $1/R_0$  и  $1/R_1$ , где  $R_0$  и  $R_1$  – сопротивление растворов до и после экстракции этилацетатом. Равновесную концентрацию в водном растворе после экстракции  $C_1$  рассчитывали по уравнению:

$$C_1 = \frac{1/R_1 \cdot C_0}{1/R_0} \quad (5)$$

Концентрацию ВРПС и ПВ, перешедшую в этилацетат ( $C_2$ ), рассчитывали как разность между начальной концентрацией  $C_0$  и равновесной концентрацией в водном растворе после экстракции  $C_1$ .

Для оценки способности ВРПС и ПВ проникать через клеточную мембрану рассчитывали коэффициент распределения графически, строя график зависимости  $\lg C_1 = f(\lg C_2)$ . Отрезок, отсекаемый усредняющей прямой от оси ординат, равен  $\lg K$ . Также коэффициент распределения рассчитывали по уравнению Нернста:

$$K = \frac{C_1}{C_2^n} \quad (6)$$

где  $n$  – степень ассоциации вещества в органическом растворителе, которую определяли графически по тангенсу угла наклона графика зависимости  $\lg C_1 = f(\lg C_2)$  к оси абсцисс.

*Определение поверхностной активности.* При адсорбции на границе раздела двух фаз, в частности воздух-раствор, вещества могут проявлять свойства поверхностно-активных веществ, снижая величину поверхностного натяжения на границе раздела фаз, либо не изменять поверхностное натяжение. Возможно и увеличение значения поверхностного натяжения, что свидетельствует о поверхностно-инактивных свойствах вещества. Влияние на величину поверхностного натяжения также имеет значение при разработке технологии изготовления лекарственных средств, а также влияет на биодоступность лекарственных веществ [17].

Наличие поверхностной активности фракций ВРПС и ПВ из травы татарника колючего определяли с помощью сталагмометра Траубе. Готовили серию растворов из 1% водных растворов ВРПС и ПВ методом разведения в два раза водой очищенной. Для каждого раствора измеряли количество капель при вытекании из сосуда сталагмометра. Измерения проводили трижды для каждого раствора в серии разведений. Из трех определений считали средний результат и рассчитывали значение поверхностного натяжения каждого раствора полисахаридов относительно воды при температуре эксперимента  $23^\circ\text{C}$  ( $\sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 72.28 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ ) [22]:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \frac{n_0 \cdot \rho}{n \cdot \rho_0} \quad (7)$$

где  $\sigma$  и  $\sigma_0$  – поверхностное натяжение раствора полисахарида и воды соответственно, Н/м;  $n$  и  $n_0$  – число капель раствора полисахарида и воды соответственно при вытекании из капилляра сталагмометра;  $\rho$  и  $\rho_0$  – плотность раствора полисахарида и воды соответственно, г/см<sup>3</sup>.

Ввиду близких значений плотностей растворов ВРПС и ПВ и воды их значения при расчете поверхностного натяжения не учитывали.

Расчет поверхностного избытка  $\Gamma$ , моль/м<sup>2</sup>, рассчитывали по уравнению Гиббса:

$$\Gamma = - \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT} \quad (8)$$

где  $\Delta\sigma$  – изменение поверхностного натяжения раствора полисахаридов относительно чистого растворителя (воды очищенной), Н/м;  $\Delta C$  – изменение концентрации раствора полисахаридов по сравнению с предыдущим раствором, моль/л;  $C$  – концентрация испытуемого раствора полисахарида, моль/л;  $R$  – универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  – температура эксперимента, К.

*Статистическая обработка результатов эксперимента.* Все измерения проводились в трех повторностях, за окончательный результат измерения брали средние значения, которые далее использовали для расчетов физико-химических показателей.

### Обсуждение результатов

Результаты качественного анализа моносахаридного состава полисахаридных фракций представлены в таблице 1.

Полисахаридные фракции, выделенные из травы татарника колючего, представлены нейтральными моносахарами: ксилозой, рамнозой. Из кислых моносахаров обнаружена галактуриновая кислота.

Далее нами изучены физико-химические свойства ВРПС и ПВ, имеющих практическое применение в фармации. Результаты расчета средней молекулярной массы ВРПС и ПВ из травы татарника колючего представлены в таблице 2.

Таким образом, средняя молярная масса макромолекул ВРПС из надземной части татарника колючего составила 1893.28 г/моль, средняя молярная масса макромолекул ПВ – 9525.21 г/моль.

Результаты определения ИЭТ ВРПС и ПВ из травы татарника колючего представлены в таблице 3.

Таким образом, водорастворимые полисахариды из травы татарника колючего находятся в изоэлектрическом состоянии при рН 5.2, в то время как пектиновые вещества имеют форму полиамфиона при более низком значении рН 4.7.

Результаты расчета коэффициента распределения ВРПС и ПВ представлены в таблице 4 и на рисунках 1, 2. Чем меньше значение коэффициента распределения, тем эффективнее проходит экстракция в липофильный растворитель.

Таким образом, водорастворимые полисахариды и пектиновые вещества из надземной части татарника колючего способны распределяться между несмешивающимися жидкостями, что установлено на модели клеточной мембраны в системе вода-этилацетат. При этом пектиновые вещества обладают большей проникающей способностью, что обеспечит их лучшее всасывание в составе фармацевтических субстанций на основе сырья татарника колючего.

Результаты расчета величины поверхностного натяжения растворов ВРПС и ПВ представлены в таблице 5.

Таблица 1. Моносахаридный состав углеводных фракций из надземной части татарника колючего

Углеводная фракция	Моносахара ( $R_t \pm \Delta x$ )
ВРПС	Ксилоза ( $0.35 \pm 0.02$ ), рамноза ( $0.50 \pm 0.03$ )
ПВ	Галактуриновая кислота ( $0.33 \pm 0.01$ )

Таблица 2. Результаты расчета средней молярной массы ВРПС и ПВ, выделенных из травы татарника колючего

Фракция	C, %	t, сек	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{пр}$	$[\eta]$	M, г/моль
ВРПС	0	24.72	–	–	–	0.0942	1893.28
	0.0628	24.85	1.0053	0.0053	0.0844		
	0.1256	24.89	1.0069	0.0069	0.0549		
	0.2512	25.63	1.0368	0.0368	0.1465		
	0.5024	26.65	1.0781	0.0781	0.1555		
	1.0048	27.55	1.1145	0.1145	0.1140		
ПВ	0	26.72	–	–	–	0.6547	9525.21
	0.063	27.05	1.0124	0.0124	0.1970		
	0.084	30.22	1.1310	0.1310	1.0454		
	0.167	33.02	1.2358	0.2358	0.9405		
	0.334	40.36	1.5105	0.5105	1.0183		
	0.668	55.14	2.0636	1.0636	1.0609		

Таблица 3. Результаты определения изоэлектрической точки ВРПС и ПВ, выделенных из травы татарника колючего

Фракция	рН	$V_{CH_3COOH}$	$V_{CH_3COONa}$	t, сек	$\eta_{отн}$
ВРПС	–	–	–	24.72	–
	3.7	9.2	0.8	27.36	1.107
	4.2	7.8	2.2	27.22	1.101
	4.7	5.2	4.8	27.30	1.104
	5.2	2.6	7.4	26.80	1.08
	5.7	1.0	9	27.05	1.09
ПВ	–	–	–	26	–
	3.7	9.2	0.8	33	1.27
	4.2	7.8	2.2	32	1.23
	4.7	5.2	4.8	29	1.12
	5.2	2.6	7.4	31	1.19
	5.7	1.0	9	31	1.19

Таблица 4. Результаты определения коэффициента распределения ВРПС и ПВ, выделенных из травы татарника колючего

Фракция	$C_0, \%$	$R_0, \text{Ом/см}$	$R_1, \text{Ом/см}$	$1/R_0 \cdot 10^4, \text{Ом}^{-1}/\text{см}^{-1}$	$1/R_1 \cdot 10^4, \text{Ом}^{-1}/\text{см}^{-1}$	$C_1, \%$	$C_2, \%$	$K$	$K$ (графически)	$K_{\text{ср}}$
ВРПС	0.0314	8240	10914	1.214	0.916	0.02371	0.00769	2.92	3.1	3.11
	0.0628	4502.73	5789	2.221	1.727	0.04885	0.01395	3.33		
	0.1256	2444.15	3179	4.091	3.146	0.09657	0.02903	3.20		
	0.2512	1368.09	1812.37	7.309	5.518	0.18962	0.06158	2.98		
ПВ	0.03135	9515	11580	1.05	0.86	0.02576	0.00559	2.45	2.39	2.40
	0.06265	5334	6784	1.87	1.47	0.04926	0.01339	2.18		
	0.1254	3061.95	5808	3.27	2.63	0.10083	0.02457	2.62		
	0.2507	1667.98	2172.64	5.99	4.60	0.19243	0.05822	2.34		

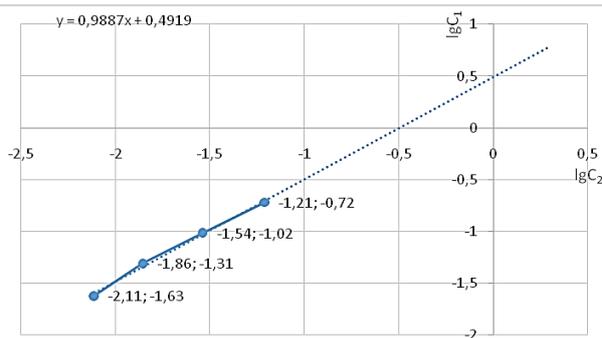
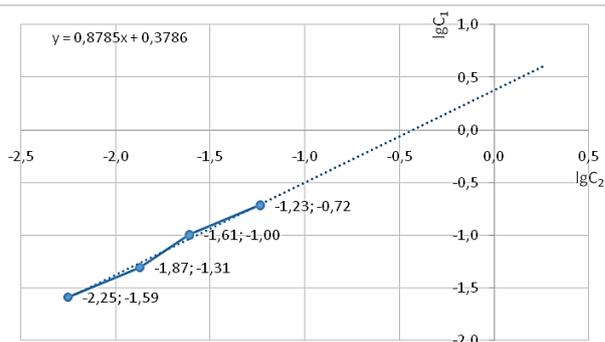
Рис. 1. Расчет коэффициента распределения и  $K$  и степени ассоциации  $n$  растворов ВРПС по зависимости  $\lg C_1 = f(\lg C_2)$ Рис. 2. Расчет коэффициента распределения и  $K$  и степени ассоциации  $n$  растворов ПВ по зависимости  $\lg C_1 = f(\lg C_2)$ 

Таблица 5. Результаты определения поверхностного натяжения растворов ВРПС и ПВ, выделенных из травы татарника колючего

Фракция	$C, \%$	$C, \text{моль/м}^3$	$n$	$\sigma \cdot 10^3, \text{Н/м}$
ВРПС	0	0	40	72.28
	0.0628	0.3317	40	72.28
	0.1256	0.6634	40	72.28
	0.2512	1.3268	40	72.28
	0.5024	2.6536	39	74.13
	1.0048	5.3072	39	74.13
ПВ	0	0	40	72.28
	0.0627	0.0658	37	72.28
	0.1253	0.1315	37	72.28
	0.2507	0.2632	37	72.28
	0.5013	0.5263	36	74.29
	1.0026	1.0526	36	74.29

Результаты расчета поверхностного натяжения растворов ВРПС и ПВ из травы татарника колючего свидетельствуют о поверхностно-неактивных свойствах выделенных фракций полисахаридов. Дальнейший расчет величины поверхностного избытка согласно формуле 8 не проводили, так как она будет иметь отрицательное значение. Таким образом, ВРПС и ПВ из надземной части татарника колючего не обладают поверхностной активностью.

### Выводы

Проведен анализ качественного состава полисахаридных фракций, выделенных из травы татарника колючего. Обнаружены нейтральные моносахариды ксилоза и рамноза. Из кислых моносахаров обнаружена галактуроновая кислота, содержащаяся в пектиновых веществах.

Для ВРПС и ПВ были установлены средняя молярная масса (1893.28 и 9525.21 г/моль соответственно), изоэлектрическая точка (рН 5.2 и 4.7 соответственно), коэффициенты распределения, которые

имели близкие значения для двух фракций, при этом полисахариды активно переходят в органический растворитель. Обнаружено, что фракции ВРПС и ПВ из травы татарника колючего являются поверхностно-неактивными веществами.

Установленные характеристики основных фракций полисахаридов в траве татарника колючего могут быть использованы в технологии изготовления комплексных препаратов на основе сырья татарника колючего. Водорастворимые полисахариды имеют небольшую молекулярную массу макромолекул. Обе фракции обладают высокой проникающей способностью, что может способствовать лучшему всасыванию как самих полисахаридов, так и других веществ в комплексных препаратах.

### Список литературы

1. Куркин В.А. Фундаментальные и прикладные аспекты исследований биологически активных соединений лекарственного растительного сырья // Современные достижения фармацевтической науки и практики. Витебск, 2019. С. 88–91.
2. Джонмуродов А.С., Тешаев Х.И., Холов Ш.Ё., Усманова С.Р., Мухидинов З.К., Чау Х.К., Лиу Л.С. Физико-химические и гидродинамические свойства пектиновых полисахаридов подсолнечника // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2015. Т. 58. №3. С. 241–247.
3. Аджаихметова С.Л., Мыкоц Л.П., Червонная Н.М., Харченко И.И., Туховская Н.А., Оганесян Э.Т. Изучение реологических и сорбционных свойств пектинсодержащих растворов из листьев рябинника рябинолистного // Фармация и фармакология. 2017. Т. 5. №5. С. 442–456.
4. Селина И.И., Пеливанова С.Л., Андреева О.А., Лигай Л.В., Мыкоц Л.П., Оганесян Э.Т. Физико-химические характеристики пектинов и водорастворимых полисахаридов крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* L. Mill.), листьев шелковицы черной (*Morus nigra* L.) и шелковицы белой (*Morus alba* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. Т. 11. №10. С. 20–25.
5. Карпович Н.С., Донченко Л.В., Нелина В.В. Пектин. Производство и применение. Киев: Урожай, 1989. 88 с.
6. Cavers P.B., Qaderi M.M., Threadgill P.F., Steel M.G. The Biology of Canadian Weeds. 147. *Onopordum acanthium* L. // Can. J. Plant Sci. 2011. Vol. 91. Pp. 739–758.
7. Móricz Á.M., Krüzselyi D., Alberti Á., Darcsi A., Horváth G., Csontos P., Béni S., Ott P.G. Layer chromatography-bioassays directed screening and identification of antibacterial compounds from Scotch thistle // J. Chromatogr. A. 2017. Vol. 1524. Pp. 266–272.
8. Bruno M., Maggio A., Rosselli S., Safder M., Bancheva S. The metabolites of the genus *Onopordum* (Asteraceae): Chemistry and biological properties // Curr. Org. Chem. 2011. Vol. 15. Pp. 888–927.
9. Garsiya E.R., Konovalov D.A., Shamilov A.A., Glushko M.P., Orynbasarova K.K. Traditional Medicine Plant, *Onopordum acanthium* L. (Asteraceae): Chemical Composition and Pharmacological Research // Plants. 2019. Vol. 8(2). 40 p.
10. Khalilova A.Z., Shakurova E.R., Nuriev I.F., Akhmetova V.R., Khalilov L.M., Dzhemilev U.M. Triterpenoids of *Onopordum acanthium* (Asteraceae) // Plant. Resour. 2007. Vol. 43. Pp. 97–102.
11. Sharifi N., Khajeh K., Mahernia S., Balalae S., Ataie G., Jahanbani R., Amanlou M. Probing Angiotensin Converting Enzyme (ACE) Domain-Dependent Inhibition of *Onopordia*, Isolated from *Onopordum acanthium* L., Using a Continuous Fluorescent Assay // Pharm. Sci. 2018. Vol. 24. Pp. 31–37.
12. Uryash V.F., Kokurina N.Y., Gruzdeva A.E., Larina V.N. Polysaccharides as Effective Sorbents for Lead and Cadmium // Russian Journal of General Chemistry. 2017. Vol. 87(13). Pp. 3212–3219.
13. Гарсия Е.Р., Коновалов Д.А. Количественный анализ углеводного комплекса травы татарника колючего // IV Гаммермановские чтения. М., 2018. С. 74–76.
14. Шамилов А.А. Анализ полисахаридного, аминокислотного и элементного состава травы черноголовки обыкновенной (*Prunella vulgaris* L.), произрастающей на Северном Кавказе // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. №3. С. 271–277.
15. Лигай Л.В., Рахимов Д.А., Бандюкова В.А. Изучение углеводов *Malva neglecta* // Химия природных соединений. 1989. №2. С. 280–281.
16. Бубенчикова В.Н., Никитин Е.А. Полисахариды травы колокольчика круглолистного // Фармация. 2016. Т. 65. №7. С. 25–27.
17. Червонная Н.М., Харченко И.И., Аджаихметова С.Л., Мыкоц Л.П., Андреева О.А., Оганесян Э.Т. Определение некоторых физико-химических свойств пектиновых веществ из шрота соцветий бархатцев распростертых (*Tagetes patula* L.) // Фармация и фармакология. 2017. Т. 5. №3. С. 267–282.
18. Жилина О.М., Мыкоц Л.П., Степанова Н.Н. Некоторые физико-химические свойства пектиновых веществ, полученных из вики мышиной (*Vicia cracca* L.) // Здоровье и образование в XXI веке. 2018. Т. 20. №12. С. 204–209.
19. Цветков В.Н., Эскин В.Е., Френкель С.Я. Структура макромолекул в растворах. М., 1964. 720 с.
20. Кабирова Т.Г., Аджаихметова С.Л., Мыкоц Л.П., Оганесян Э.Т. Некоторые физико-химические характеристики полисахаридов ягод крыжовника отклоненного *Grossularia reclinata* (L.) Mill. // Фармация и фармакология. 2015. Т. 3. №3. С. 49–52.

21. Аджахметова С.Л., Поздняков Д.И., Червонная Н.М., Мыкоц Л.П., Воронков А.В., Оганесян Э.Т. Фенольные соединения и пектиновые вещества листьев крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) // Фармация и фармакология. 2018. Т. 6. №2. С. 121–134.
22. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. Л., 1981. 304 с.

Поступила в редакцию 28 декабря 2020 г.

После переработки 10 августа 2021 г.

Принята к публикации 12 августа 2021 г.

**Для цитирования:** Гарсия Е.Р., Мыкоц Л.П., Лигай Л.В., Шамилов А.А., Коновалов Д.А. Качественный состав и некоторые физико-химические показатели полисахаридных фракций из травы татарника колючего // Химия растительного сырья. 2021. №4. С. 65–73. DOI: 10.14258/jcrpm.2021049074.

Garsiya E.R.\*, Myikots L.P., Ligay L.V., Shamilov A.A., Konovalov D.A. QUALITATIVE CONTENT AND SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF POLYSACCHARIDES FROM *ONOPORDUM ACANTHIUM* L. HERB

Pyatigorsk Medical-Pharmaceutical Institute (PMPI), Branch of Volgograd State Medical University, Ministry of Health of Russia, pr. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357532 (Russia), e-mail: x-pharm@mail.ru

Natural polymers are interesting as independent pharmaceutical substances also as complex drugs including herbal drugs. The aim of this work was determination of the main features of water-soluble polysaccharides (WSPS) and pectinic substances (PS) isolated from *Onopordum acanthium* L. herb for using as pharmaceutical substances. The following tasks were set to achieve this aim: determination of qualitative content of monosaccharides after previous acidic hydrolysis of fractions by paper chromatography, determination of molecular weight, isoelectric point, distribution coefficient, superficial activity these fractions by physical and chemical methods. It was found that WSPS consist of xylose and rhamnose, PS – galacturonic acid. WSPS have molecular weights 783.96 g/mol, PS – 17351.37 g/mol. Molecules WSPS are neutralize in buffer solution with pH 5.2 and PS – pH 4.7. Also WSPS and PS have similar distribution activity with distribution coefficient 2.97 and 2.59, respectively. But WSPS and PS are superficially inactive substances. Determinate features including well distribution activity may be used for development complex herbal drugs containing herb of *Onopordum acanthium* L. Also sorption activity should be detected in the future.

**Keywords:** *Onopordum acanthium*, water-soluble polysaccharides, pectinic substances, qualitative content, physical and chemical properties.

---

\* Corresponding author.

## References

1. Kurkin V.A. *Sovremennyye dostizheniya farmatsevticheskoy nauki i praktiki*. [Modern achievements of pharmaceutical science and practice]. Vitebsk, 2019, pp. 88–91. (in Russ.).
2. Dzhonmurodov A.S., Teshayev Kh.I., Kholov Sh.O., Usmanova S.R., Mukhidinov Z.K., Chau Kh.K., Liu L.S. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadjikistan*, 2015, vol. 58, no. 3, pp. 241–247. (in Russ.).
3. Adzhiakhmetova S.L., Mykots L.P., Chervonnaya N.M., Kharchenko I.I., Tukhovskaya N.A., Oganesyanyan E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2017, vol. 5, no. 5, pp. 442–456. (in Russ.).
4. Selina I.I., Pelivanova S.L., Andreyeva O.A., Ligay L.V., Mykots L.P., Oganesyanyan E.T. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2013, vol. 11, no. 10, pp. 20–25. (in Russ.).
5. Karpovich N.S., Donchenko L.V., Nelina V.V. *Pektin. Proizvodstvo i primeneniye*. [Pectin. Production and application]. Kiev, 1989, 88 p. (in Russ.).
6. Cavers P.B., Qaderi M.M., Threadgill P.F., Steel M.G. *Can. J. Plant Sci.*, 2011, vol. 91, pp. 739–758.
7. Móricz Á.M., Krüzselyi D., Alberti Á., Darcsi A., Horváth G., Csontos P., Béni S., Ott P.G. *J. Chromatogr. A*, 2017, vol. 1524, pp. 266–272.
8. Bruno M., Maggio A., Rosselli S., Safder M., Bancheva S. *Curr. Org. Chem.*, 2011, vol. 15, pp. 888–927.
9. Garsiya E.R., Konovalov D.A., Shamilov A.A., Glushko M.P., Orynbasarova K.K. *Plants*, 2019, vol. 8(2), 40 p.
10. Khalilova A.Z., Shakurova E.R., Nuriev I.F., Akhmetova V.R., Khalilov L.M., Dzhemilev U.M. *Plant. Resour.*, 2007, vol. 43, pp. 97–102.
11. Sharifi N., Khajeh K., Mahernia S., Balalaie S., Ataie G., Jahanbani R., Amanlou M. *Pharm. Sci.*, 2018, vol. 24, pp. 31–37.
12. Uryash V.F., Kokurina N.Y., Gruzdeva A.E., Larina V.N. *Russian Journal of General Chemistry*, 2017, vol. 87(13), pp. 3212–3219.
13. Garsiya Ye.R., Konovalov D.A. *IV Gammermanovskiy chteniya*. [IV Gammerman's readings]. Moscow, 2018, pp. 74–76. (in Russ.).
14. Shamilov A.A. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2018, no. 3, pp. 271–277. (in Russ.).
15. Ligay L.V., Rakhimov D.A., Bandyukova V.A. *Khimiya prirodnikh soyedineniy*, 1989, no. 2, pp. 280–281. (in Russ.).
16. Bubenchikova V.N., Nikitin Ye.A. *Farmatsiya*, 2016, vol. 65, no. 7, pp. 25–27. (in Russ.).
17. Chervonnaya N.M., Kharchenko I.I., Adzhiakhmetova S.L., Mykots L.P., Andreyeva O.A., Oganesyanyan E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2017, vol. 5, no. 3, pp. 267–282. (in Russ.).
18. Zhilina O.M., Mykots L.P., Stepanova N.N. *Zhurnal nauchnykh statey Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke*, 2018, vol. 20, no. 12, pp. 204–209. (in Russ.).
19. Tsvetkov V.N., Eskin V.Ye., Frenkel' S.Ya. *Struktura makromolekul v rastvorakh*. [The structure of macromolecules in solutions]. Moscow, 1964, 720 p. (in Russ.).
20. Kabirova T.G., Adzhiakhmetova S.L., Mykots L.P., Oganesyanyan E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2015, vol. 3, no. 3, pp. 49–52. (in Russ.).
21. Adzhiakhmetova S.L., Pozdnyakov D.I., Chervonnaya N.M., Mykots L.P., Voronkov A.V., Oganesyanyan E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 121–134. (in Russ.).
22. Abramzon A.A. *Poverkhnostno-aktivnyye veshchestva: Svoystva i primeneniye*. [Surfactants: Properties and Applications]. Leningrad, 1981, 304 p. (in Russ.).

Received December 28, 2020

Revised August 10, 2021

Accepted August 12, 2021

**For citing:** Garsiya E.R., Mykots L.P., Ligay L.V., Shamilov A.A., Konovalov D.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 4, pp. 65–73. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021049074.

