

УДК 547.917.458.88.5

ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО КОМПЛЕКСА НОВОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СБОРА «ФИТОФРУФОЛ»

© М.Т. Муллажонова^{1*}, Д.К. Пулатова¹, Ф.Ф. Урманова¹, Т.А. Муллажонов², Н.К. Рудь²

¹ Ташкентский фармацевтический институт, ул. Айбека, 45, Ташкент, 100015, Республика Узбекистан, robiya1903@gmail.com

² Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет, ул. Профессора Попова, 14, Санкт-Петербург, 197022, Россия

Настоящее исследование направлено на изучение углеводного комплекса нового растительного сбора «Фитофруфол», рекомендуемого нами для использования в медицинской практике для лечения заболеваний, связанных с задержкой жидкости в организме. Установлено, что спирторастворимые сахара, входящие в состав сбора, представлены глюкозой, арабинозой, кетосахарами, фруктозой и фруктоолигосахаридами. Методом селективной экстракции из сырья выделены отдельные компоненты полисахаридного комплекса – водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества и гемицеллюлозы с выходом 8.5, 3.8 и 0.2% соответственно. Из приведенных данных следует, что доминирующим компонентом полисахаридного комплекса «Фитофруфол» являются водорастворимые полисахариды. Методом газовой хроматографии установлен моносахаридный состав выделенных полисахаридов, показано, что у водорастворимых полисахаридов он включает галактозу, глюкозу и рамнозу, у пектиновых веществ – уроновые кислоты, ксилозу, арабинозу, галактозу, рамнозу и глюкозу, а у гемицеллюлоз – уроновые кислоты, галактозу, арабинозу, рамнозу ксилозу и глюкозу.

Изучены также ИК-спектры, титриметрические показатели выделенных полисахаридов.

Полученные данные позволяют расширить сведения о химическом составе растительного сбора и рассмотреть вопросы, связанные с его использованием в медицинской практике.

Ключевые слова: сбор «Фитофруфол», спирторастворимые сахара, водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлозы, ИК-спектры.

Для цитирования: Муллажонова М.Т., Пулатова Д.К., Урманова Ф.Ф., Муллажонов Т.А., Рудь Н.К. Изучение углеводного комплекса нового растительного сбора «Фитофруфол» // Химия растительного сырья. 2024. №3. С. 111–118. DOI: 10.14258/jcprm.20240313431.

Введение

В последнее время растительные полисахариды привлекают все большее внимание исследователей благодаря ценным техническим свойствам и высокой физиологической активности. Будучи практически нетоксичными и не проявляя побочного действия на организм, они представляют собой перспективные источники для разработки и создания на их основе лекарственных средств с широким спектром фармакологического действия: корректоров химиотерапии злокачественных образований, иммуномодуляторов для нормализации показателей иммунитета у онкологических больных, гепатопротекторов и колониестимуляторов (для поддержания нормальных показателей крови, детоксикации организма) [1]. Относимые к «пищевым волокнам» полисахариды обладают способностью сорбировать радионуклиды, тяжелые металлы, нормализовать липидный обмен, активировать секреторную и моторную функции кишечника, модулировать работу иммунитета и эндокринной системы [2], благодаря чему используются как энтеросорбенты в лечебном питании и как составная часть диетических добавок к пище. Они также обладают антиоксидантной, противовоспалительной, противомикробной, антикоагулянтной, противогрибковой, мембраностабилизирующей и противоопухолевой активностью. Словом, физиологически активные полисахариды растений принадлежат к группе так называемых модификаторов биологического ответа – biological response modifiers (BRMs) [3]. Они способствуют уменьшению воспалительных процессов в органах пищеварения и угнете-

* Автор, с которым следует вести переписку.

нию патогенной микрофлоры в толстой кишке. Прием пищевых волокон вызывает ощущение сытости, угнетает аппетит, нормализует моторную функцию кишечника. Снижается всасывание жиров в тонком кишечнике и уровень холестерина в крови, улучшается обмен витаминов и липидов в системе кишечно-печеночной циркуляции. Благодаря этому уменьшается риск хронических запоров, геморроя, рака толстой кишки, желчекаменной болезни, ожирения, ишемической болезни сердца, гипертонии, сахарного диабета [4–8].

С учетом их низкой аллергенности и мутагенности, а также побочных действий полисахариды являются весьма перспективным объектом исследований с практической – медицинской точки зрения [9, 10].

Цель исследования – выделение и изучение углеводного комплекса нового растительного сбора «Фитофруфол», рекомендуемого нами для профилактики и лечения заболеваний, связанных с задержкой жидкости в организме [11].

Экспериментальная часть

Объектом исследования служили образцы сбора «Фитофруфол», включающего листья смородины черной (*Ribes nigrum L.*), траву мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis L.*) и плоды шиповника собачьего (*Rosa canina L.*), разрешенные к медицинскому применению. Сырье исходных компонентов заготавливали с ботанически достоверных растений, в период максимального накопления в них биологически активных веществ. Так, плоды шиповника собирали в период их полной зрелости в урочище Чимган Ташкентской области. Листья смородины черной и траву мелиссы лекарственной собирали в фазу цветения растений в НПО «Шифобахш». Подбор компонентов сбора осуществлен, исходя из данных литературы о фармакологических свойствах, химическом составе и опыте использования растительного сырья в народной и научной медицине, с учетом результатов фармакологического скрининга и обеспеченности достаточной сырьевой базой по всем компонентам для организации его промышленного производства.

При составлении сбора имелось также в виду, что наряду обеспечением основного терапевтического эффекта сбор должен оказывать комплексное воздействие на организм в целом, нормализуя работу многих систем. Образцы сбора «Фитофруфол» для анализа готовили в соответствии с указаниями ГФ Уз [12].

Выделение спирторастворимых сахаров. 50 г измельченного воздушно-сухого сырья экстрагировали смесью хлороформ-метанол (2 : 1) в круглодонной колбе с обратным холодильником для удаления красящих и низкомолекулярных соединений [13]. Экстракцию проводили трижды, после чего сырье отделяли фильтрованием и высушивали.

Высушенное сырье экстрагировали кипящим 82% этанолом (1 : 10, 1 : 6) в круглодонной колбе с обратным холодильником. Экстракцию проводили дважды. Спиртовые экстракты объединяли, упаривали на роторном испарителе до небольшого объема и хроматографировали на бумаге FN-18 (Filtrak, Германия) в системе растворителей *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 4) нисходящим методом (время экспозиции – 18 ч) в сравнении с известными образцами моносахаридов. Гексозы и пентозы проявляли кислым анилинфталатом и нагревали в сушильном шкафу при 105 °С в течении 2–3 мин. Для проявления кетосахаров использовали 5% спиртовый раствор мочевины с последующим нагреванием хроматограмм при 105 °С.

Выделение водорастворимых полисахаридов (ВРПС). Остаток сырья после выделения спирторастворимых сахаров экстрагировали дважды горячей водой на водяной бане в соотношении 1 : 15, 1 : 10 при 70–75 °С, постоянно перемешивая. Каждый экстракт отделяли фильтрованием через бязь под вакуумом. Экстракты объединяли, упаривали на роторном испарителе до 40 мл и осаждали спиртом (1 : 3). Выпавший осадок отделяли центрифугированием (5000 об/мин, 10 мин), высушивали и промывали спиртом [14]. Выход ВРПС составил 4.25 г (8.5%).

Выделенные полисахариды представляют собой аморфные порошки кремового цвета, хорошо растворимые в горячей воде.

Выделение пектиновых веществ (ПВ). Остаток сырья после экстрагирования ВРПС обрабатывали дважды по 300 мл смесью 0.5% растворов щавелевой кислоты и аммония оксалата (1 : 1) в соотношении 1 : 15, 1 : 10 при перемешивании на водяной бане при 70–75 °С в течении 1.5 ч. Полученные экстракты отделяли фильтрованием через бязь, объединяли и диализовали против проточной воды в течение 18 ч, затем упаривали на роторном испарителе до 50 мл и осаждали спиртом (1 : 4). Выпавший осадок отделяли центрифугированием (5000 об./мин, 10 мин), осадок промывали спиртом и высушивали [15]. Выход ПВ составил 1.9 г (3.8%).

Выделенные ПВ представляют собой аморфный порошок светло-бежевого цвета, хорошо растворимый в воде с образованием очень вязкого густого раствора, что характерно для большинства растительных пектинов.

Выделение гемицеллюлоз (ГМЦ). ГМЦ выделяли из сырья, оставшегося после экстрагирования ПВ, двухкратной экстракцией 5% раствором натрия гидроксида (1 : 10, 1 : 5) при комнатной температуре, постоянно перемешивая, в течение 2 ч. Экстракты отделяли фильтрованием, объединяли, нейтрализовали 50% раствором уксусной кислоты, диализовали против проточной воды в течение 18 ч, затем упаривали и осаждали спиртом [16]. Выход ГМЦ составил 3.1 г (6.2%).

Гемицеллюлозы представляют собой аморфный порошок коричневого цвета, нерастворимый в воде, хорошо растворимый в разбавленных щелочах.

Титриметрические показатели ВРПС и ПВ определяли по методике [17, 18] (табл. 1).

Титриметрические показатели. Общую кислотность, а также количественное определение функциональных групп выделенных полисахаридов (свободных карбоксильных (K_C), этерифицированных карбоксильных ($K_Э$), общее количество карбоксильных групп (K_0)) определяли методом титрования порционного раствора в присутствии фенолфталеина [19]. Для определения свободных карбоксильных групп в выделенных полисахаридах к 0.25 г прибавляли 25 мл воды, слегка нагревали, перемешивая, выдерживали 2 ч и титровали 0.1 М раствором натрия гидроксида до образования розовой окраски. Содержание свободных карбоксильных групп (K_C) в процентах рассчитывали по формуле

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

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

$$K_Э = M_{HCl} \frac{V_{K(HCl)} \cdot V_{Э(HCl)} \cdot 0.0045}{0.25_x} \cdot 100 ,$$

где $V_{K(HCl)}$ и $V_{Э(HCl)}$ – объемы растворов HCl, израсходованных на титрование контрольного и экспериментального опыта соответственно. Общее количество карбоксильных групп равно сумме K_C и $K_Э$. Степень этерификации (λ) в процентах рассчитывали по формуле

$$\lambda = \frac{K_Э}{K_0} \cdot 100\% .$$

Результаты определения обобщены в таблице 1.

Таким образом, методом титриметрического анализа определили содержание свободных карбоксильных групп (K_C), метоксилированных карбоксильных групп (K_M), что позволило установить степень этерификации ($C_Э$) и отнести изучаемые полисахариды к низкоэтерифицированным.

Полный кислотный гидролиз ВРПС, ПВ и ГМЦ. По 100 мг выделенных полисахаридов гидролизовали 3 мл раствора серной кислоты (1 моль/л) в запаянной ампуле на кипящей водяной бане в течение 8 ч при 100 °С. По истечении указанного времени ампулу вскрывали, гидролизат помещали в стакан вместимостью 50 мл и нейтрализовали бария карбонатом. Образовавшийся при этом осадок отфильтровывали, фильтрат деионизировали катионитом КУ – 2(Н*), упаривали до небольшого объема (0.5 мл) и хроматографировали на бумаге FN-18 нисходящим методом в системе растворителей *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3) с известными моносахаридами («свидетелями»). Хроматограммы высушивали, проявляли кислым анилинфталатом с последующим нагреванием в сушильном шкафу при 100 °С 1–2 мин.

Таблица 1. Титриметрические показатели сбора «Фитофруфола»

ПС	K_C	$K_Э$	K_0	λ , %
ВРПС	19.8	4.5	24.3	18.5
ПВ	21.6	5.4	27.0	20.0

Примечание: K_C – свободные карбоксильные группы, $K_Э$ – этерифицированные карбоксильные группы, K_0 – общее количество карбоксильных групп, λ – степень этерификации.

Моносахаридный состав выделенных полисахаридов и их соотношение определяли методом газовой хроматографии (ГХ).

ГХ анализ образцов проводили на хроматографе Shimadzu GC-2010 с пламенно-ионизационным детектором, кварцевая капиллярная колонка Shimadzu Rxi-624Sil MS (30 м×0.25 мм×1.40 мкм), скорость подвижной фазы – (N₂) 1.5 мл/мин, температура инжектора – 260 °С, температура детектора – 280 °С, температура колонки – 230 °С. Образцы снимали в виде ацетатов альдонитрилов [13].

Анализ выделенных полисахаридов методом ИК-спектроскопии.

ИК-спектры выделенных полисахаридов снимали на ИК-спектрометре Фурье фирмы Perkin-Elmer, модель 2000 в таблетках с калия бромидом в диапазоне 530–3600 см⁻¹ [18, 20].

Обсуждение результатов

В результате проведенного исследования установлено, что спирторастворимые сахара сбора «Фитофруфол» представлены глюкозой, арабинозой, кетосахарами, фруктозой и фруктоолигосахаридами.

Выделены отдельные группы полисахаридного комплекса сбора – ВРПС, ПВ и ГМЦ. В результате полного кислотного гидролиза выделенных полисахаридов с последующим хроматографированием на бумаге и методом ГХ установлено, что моносахаридный состав ВРПС представлен, главным образом, арабинозой, глюкозой, помимо которых в незначительных количествах обнаружены галактоза, ксилоза и рамноза; ПВ-уроновыми кислотами, ксилозой, арабинозой, галактозой, рамнозой и глюкозой а ГМЦ-уроновыми кислотами, галактозой, арабинозой, рамнозой, ксилозой и глюкозой.

Сведения о выделенных полисахаридах и их моносахаридном составе приведены в таблице 2, из которой видно, что полисахариды в растении распределены не одинаково: ВРПС содержит 8.5%, ПВ – 3.8% и ГМЦ – 6.2%.

ВРПС – доминирующими моносахаридами были арабиноза и глюкоза. Водные растворы ВРПС имели низкий показатель относительной вязкости 1.78 дл/г.

Пектиновые вещества представляют собой белые порошки с кремоватым оттенком. По моносахаридному составу ПВ сбора отличались ксилозы, арабинозы и галактозы. Гидролизатах пектиновых веществ наряду с нейтральными моносахаридами присутствовала галактуронозная кислота (Gal UAc), и, по данным титриметрического анализа, ПВ являются низкоэтерифицированными (табл. 1).

Гемицеллюлозы – порошки темно-коричневого цвета, растворимые в щелочах, дающие с йодом отрицательную реакцию. Моносахаридные составы ГМЦ качественно резко не различаются, но есть отличия в количестве отдельных моносахаридов, основными из которых были галактоза, арабиноза и рамноза, с доминирующей ксилозой, что является характерным для гемицеллюлоз (табл. 2).

Таким образом, изучение содержания полисахаридов и их моносахаридного состава показало, что водорастворимые полисахариды являются арабиноглюканами. Пектиновые вещества ксилоарабиногалактанам и ГМЦ относятся к арабиногалактанам.

Анализ выделенных полисахаридов приведен также методом ИК-спектроскопии. В ИК-спектре ВРПС в области 3265 см⁻¹ присутствует широкая интенсивная полоса поглощения, что соответствует свободным гидроксилам и их участию в образовании системы водородных связей. Интенсивная узкая полоса при 2300 см⁻¹ показывает валентные колебания (симметричные) групп СН.

Для полисахаридов, моносахаридный состав которых включает уроновые кислоты, характерно наличие в ИК-спектрах полос поглощения в области 1744 и 1270 см⁻¹, что соответствует С=О связи в карбоксанионе (COO⁻).

Ряд малоинтенсивных полос, начиная от 920 см⁻¹, характеризует α- и β-гликозидные связи (рис. 1).

Таблица 2. Содержание полисахаридов сбора «Фитофруфола» и их моносахаридный состав

Тип полисахаридов	Выход, %	Моносахаридный состав					UAc
		Gal	Glc	Ara	Xyl	Rha	
ВРПС	8.5	2.5	5.0	6.0	1.0	2.0	+
ПВ	3.8	2.0	1.0	2.0	4.0	1.5	+
ГМЦ	6.2	3.5	1.0	3.0	1.5	2.0	+

Примечание: ВРПС – водорастворимые полисахариды, ПВ – пектиновые вещества, ГМЦ – гемицеллюлозы, Gal – галактоза, Glc – глюкоза, Ara – арабиноза, Xyl – ксилоза, Rha – рамноза, UAc – уроновые кислоты.

В ИК-спектре ПВ сбора «Фитофруфола» имеются характерная широкая полоса поглощения ОН групп в области 3262 см^{-1} , и полосы симметричных и несимметричных СН групп в области 2927 см^{-1} .

Наличие этерифицированных групп $-\text{CH}_3$ показывает полоса поглощения при 1311 см^{-1} .

Фрагменты пиранозных колец $-\text{C}-\text{C}-\text{O}$, $\text{C}-\text{OH}$ и др. проявляются в виде полос поглощения при 1040 см^{-1} .

Для ПВ характерна α -гликозидная связь между остатками уроновых кислот, что хорошо проявляется интенсивной полосой поглощения при 896 см^{-1} (рис. 2).

В ИК-спектре ГМЦ отмечаются широкие интенсивные полосы поглощения при 3007 и 3231 см^{-1} , а также малоинтенсивные полосы поглощения при 2325 и 2326 см^{-1} , соответствующие деформационным симметричным и несимметричным колебаниям СН групп. Полосы поглощения в области 1435 и 1410 см^{-1} показывают ионизированный карбоксил (COO^-). Обычно в гидролизате ГМЦ почти всегда присутствуют уроновые кислоты.

Следующая полоса при 1398 см^{-1} связана с колебаниями гидроксильных групп ОН. Наличие пиранозных моносахаридов, составляющих ГМЦ, отражается полосами поглощения в области 1018 см^{-1} . Полосы поглощения в низкочастотной области 768 , 640 см^{-1} свидетельствуют о наличии α - и β -гликозидных связей в молекуле полисахарида (рис. 3).

Таким образом, анализ ИК-спектров полисахаридов дает информацию о наличии сложноэфирных групп, метиленовые, типе гликозидных связей. Все это дополняет данные химического анализа полисахаридов.

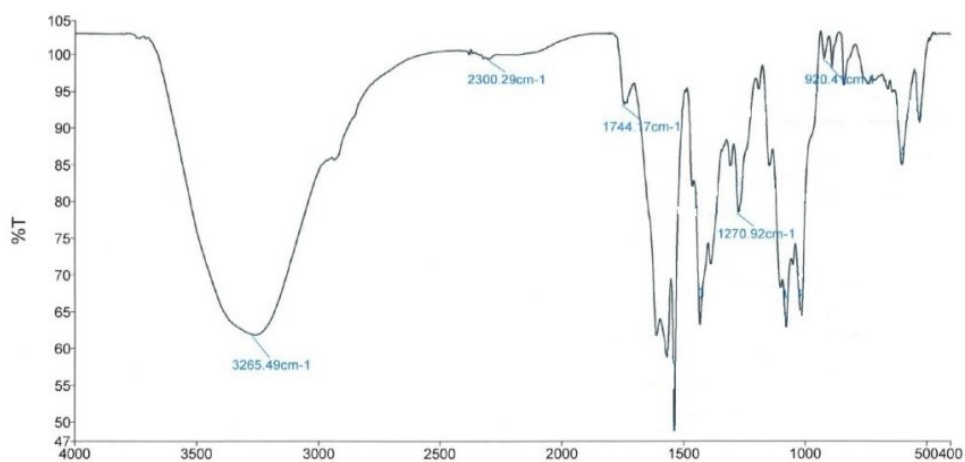


Рис. 1. ИК-спектр ВРПС сбора «Фитофруфола»

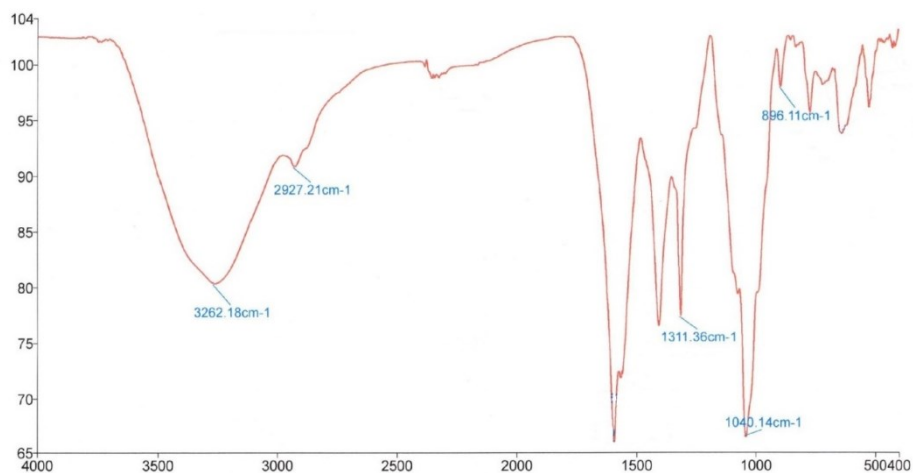


Рис. 2. ИК-спектр ПВ сбора «Фитофруфола»

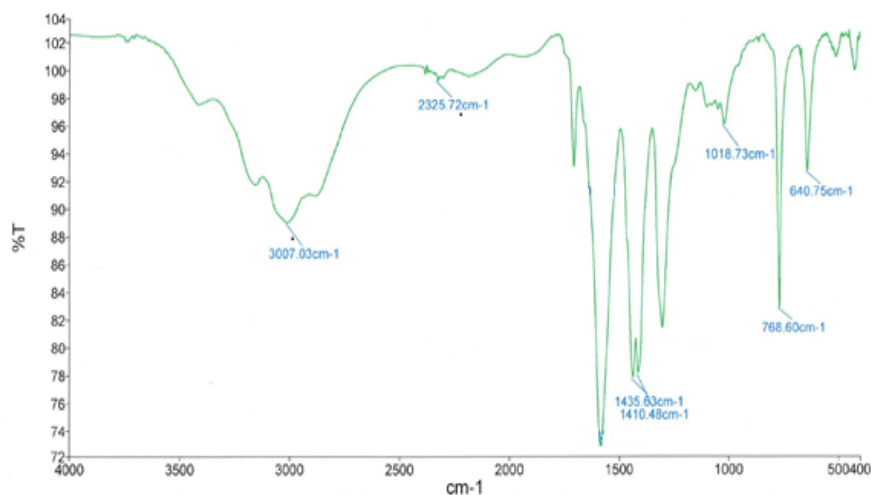


Рис. 3. ИК-спектр ГМЦ сбора «Фитофруфол»

Выводы

Впервые изучен углеводный комплекс нового растительного сбора «Фитофруфол». В результате проведенного исследования идентифицированы спирторастворимые сахара сбора. Выделены компоненты полисахаридного комплекса – водорастворимые полисахариды (8,5%), пектиновые вещества (3,8%) и гемицеллюлозы (6,2%). Установлен их моносахаридный состав. Изучены ИК-спектры выделенных полисахаридов.

Полученные данные позволят расширить сведения о химическом составе разработанного сбора и рассмотреть вопросы, связанные с его применением в медицинской практике.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Ташкентского фармацевтического института и Санкт-Петербургского химико-фармацевтического университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

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. Генералов Е.А. Природные полисахариды. LAP Lambert Academis Publishing, 2014, 96 с.
2. Simpson R., Morris G.A. The anti-diabetic potential of polysaccharides extracted from members of the cucurbit family: A review // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2014. Vol. 3. Pp. 106–114. DOI: 10.1016/j.bcdf.2014.03.003.
3. Методы химии углеводов / под. ред. Н.К. Кочеткова. М., 1967. С. 261–262.
4. Генералов Е.А. Бофизические характеристики и взаимодействие рецепторами Dectin-1 и TLR- природных полисахаридов из *Helianthus tuberosus* L.: дисс. ... канд. ф.-м. наук. М., 2017. 192 с.
5. Сычев И.А., Смирнов В.М. Состояние селезенки крыс при действии полисахаридов донника желтого (пектина) // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2004. Т. 37, №6. С. 85–95.
6. Трофимова Н.Н., Гордиенко И.И., Бабкин В.А. Изучение зависимости выхода редуцирующих веществ от параметров кислотного гидролиза целлюлозы лиственницы // Химия растительного сырья. 2005. №4. С. 25–28.
7. Тюренков И.Н., Куркин Д.В., Волотова Е.В. Десять новых мышлений для разработки лекарственных средств для лечения СД 2 и метаболического синдрома // Сахарный диабет. 2015. Т. 18, №1. С. 101–109. DOI: 10.14341/DM 2015.1101-109.
8. Нуридуллаева К.Н., Урманова Ф.Ф. Изучение углеводного комплекса корней кузиции теневой // Фармацевтический журнал. 2016. №1. С. 8–13.

9. Adrina A., Concetta G., Giovanna S. et al. An exopolysaccharide produced by *Geobacillus thermodenitrificans* strain B3-72: Antiviral activity on immunocompetent cells // *Immunology Letters*. 2009. Vol. 123, no. 2. Pp. 132–137. DOI: 10.1016/j.imlet.2009.03.001
10. Harkins A.L., Duri S., Kloth L.C., Tran C.D. Chitosan-cellulose composite for wound dressing material // *Journal of biomedical materials research*. 2014. Vol. 102, no. 6. Pp. 1199–1206. DOI: 10.1002/jbm.b.33103.
11. Mullajonova M.T., Urmanova F.F., Pulatova D.K., Duschanova G.M. Morphological and anatomical study of the new plant collection *Phytofrufol* // *Cardiometry*. 2022. Vol. 22. Pp. 173–175. DOI: 10.18137/cardiometry.2022.22.173175.
12. Государственная фармакопея Республики Узбекистан. Ташкент, 2021. Т. 1. 628 с.
13. Маликова М.Х., Сиддикова А.А., Рахманбердыева Р.К. Сезонная динамика содержания и состава углеводов *Stachys hissarica* (сем. Lamiaceae) // *Растительные ресурсы*. 2016. Т. 52, №3. С. 397–405.
14. Рахимова Г.К., Комилов Х.М. Изучение полисахаридов в сборе «Трибулепил» // *Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн*. 2019. №2(56). С. 27–31.
15. Блинова М.П., Дударев В.Г., Котова Н.И. Углеводный состав подземной части *Adenophora pereskiiifolia* (Campanulaceae) // *Растительные ресурсы*. 2007. Т. 43, №4. С. 95–101.
16. 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.
17. Маликова М.Х., Ахмедова Х.Х., Рахманбердыева Р.К., Жауынбаева К.С. Пектиновые вещества *Ferula kuchistanica* и *F. tenuisecta* // *Химия природных соединений*. 2018. №1. С. 13–15. DOI: 10.1007/s10600-018-2247-9
18. Harris D.C. *Quantitative chemical analysis*. NY, 2010. 892 p.
19. Тоштемурова 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.
20. Manrique G.D., Lajolo F.M. FT-IR spektroskopiy as a tool for measuring degree of methyl esterification in pectins isolated from ripening papaya fruit // *Postharvest Biology and Technology*. 2002. Vol. 25, no. 1. Pp. 99–107.

Поступила в редакцию 16 августа 2023 г.

После переработки 8 апреля 2024 г.

Принята к публикации 17 апреля 2024 г.

Mullajonova M.T.^{1*}, Pulatova D.K.¹, Urmanova F.F.¹, Mullajonov T.A.², Rud N.K.² STUDY OF THE CARBOHYDRATE COMPLEX OF THE NEW PLANT COLLECTION "PHYTOFRUFOL"

¹ Tashkent Pharmaceutical Institute, Aybeka st., 45, Tashkent, 100015, Republic of Uzbekistan, robilya1903@gmail.com

² St. Petersburg Chemical Pharmaceutical University, Professora Popova st., 14, St. Petersburg, 197022, Russia

This study is aimed at studying the carbohydrate complex of the new herbal collection "Fitofrufol", which we recommend for use in medical practice for the treatment of diseases associated with fluid retention in the body. It has been ascertained that the alcohol-soluble sugars included in the collection are represented by glucose, arabinose, ketosaccharides, fructose and fructo-oligosaccharides. Using the method of selective extraction from raw materials, individual components of the polysaccharide complex were isolated – water-soluble polysaccharides, pectin substances and hemicelluloses with a yield of 8.5, 3.8 and 0.2% respectively. From the above data it follows that the dominant component of the "Fitofrufol" polysaccharide complex is water-soluble polysaccharides. Using gas chromatography, the monosaccharide composition of the isolated polysaccharides was ascertained; it was shown that for water-soluble polysaccharides it includes galactose, glucose and rhamnose, for pectic substances – uronic acids, xylose, arabinose, galactose, rhamnose and glucose, and for hemicelluloses – uronic acids, galactose, arabinose, rhamnose xylose and glucose.

The IR spectra and titrimetric indicators of the isolated polysaccharides were also studied.

The data obtained will allow us to expand information about the chemical composition of the plant collection and consider issues related to its use in medical practice.

Keywords: "Phytofrufol" collection, alcohol-soluble sugars, water-soluble polysaccharides, pectin substances, hemicelluloses, IR spectra.

For citing: Mullajonova M.T., Pulatova D.K., Urmanova F.F., Mullajonov T.A., Rud N.K. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 3, pp. 111–118. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240313431.

* Corresponding author.

References

1. Generalov Ye.A. *Prirodnyye polisakharidy*. [Natural polysaccharides]. LAP Lambert Academis Publishing, 2014, 96 p. (in Russ.).
2. Simpson R., Morris G.A. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 2014, vol. 3, pp. 106–114. DOI: 10.1016/j.bcdf.2014.03.003.
3. *Metody khimii uglevodov*. [Methods of carbohydrate chemistry], ed. N.K. Kochetkov. Moscow, 1967, pp. 261–262. (in Russ.).
4. Generalov Ye.A. *Bofizicheskiye kharakteristiki i vzaimodeystviye retseptorami Dectin-1 i TLR- prirodnykh polisakharidov iz Helianthus tuberosus L.: diss. ... kand. f.-m. nauk*. [Physical characteristics and interaction of natural polysaccharides from *Helianthus tuberosus* L. with Dectin-1 and TLR receptors: diss. ... Cand. Phys.-Math. Sci.]. Moscow, 2017, 192 p. (in Russ.).
5. Sychev I.A., Smirnov V.M. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2004, vol. 37, no. 6, pp. 85–95. (in Russ.).
6. Trofimova N.N., Gordiyenko I.I., Babkin V.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2005, no. 4, pp. 25–28. (in Russ.).
7. Tyurenkov I.N., Kurkin D.V., Volotova Ye.V. *Sakharnyy diabet*, 2015, vol. 18, no. 1, pp. 101–109. DOI: 10.14341/DM.2015.1101-109. (in Russ.).
8. Nuridullaeva K.N., Urmanova F.F. *Farmatsevticheskiy zhurnal*, 2016, no. 1, pp. 8–13. (in Russ.).
9. Adrina A., Concetta G., Giovanna S. et al. *Immunology Letters*, 2009, vol. 123, no. 2, pp. 132–137. DOI: 10.1016/j.imlet.2009.03.001
10. Harkins A.L., Duri S., Kloth L.C., Tran C.D. *Journal of biomedical materials research*, 2014, vol. 102, no. 6, pp. 1199–1206. DOI: 10.1002/jbm.b.33103.
11. Mullajonova M.T., Urmanova F.F., Pulatova D.K., Duschanova G.M. *Cardiometry*, 2022, vol. 22, pp. 173–175. DOI: 10.18137/cardiometry.2022.22.173175.
12. *Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Uzbekistan*. [State Pharmacopoeia of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent, 2021, vol. 1, 628 p. (in Russ.).
13. Malikova M.Kh., Siddikova A.A., Rakhmanberdyeva R.K. *Rastitel'nyye resursy*, 2016, vol. 52, no. 3, pp. 397–405. (in Russ.).
14. Rakhimova G.K., Komilov Kh.M. *Universum: Khimiya i biologiya: elektron. nauchn. zhurn.*, 2019, no. 2(56), pp. 7–31. (in Russ.).
15. Blinova M.P., Dudarev V.G., Kotova N.I. *Rastitel'nyye resursy*, 2007, vol. 43, no. 4, pp. 95–101. (in Russ.).
16. Azizov D.Z., Saburova A., Azizova D.Sh., Rakhmanberdyeva R.K. *Science Time*, 2019, no. 2(62), pp. 38–43. (in Russ.).
17. Malikova M.Kh., Akhmedova Kh.Kh., Rakhmanberdyeva R.K., Zhauynbayeva K.S. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 2018, no. 1, pp. 13–15. DOI: 10.1007/s10600-018-2247-9. (in Russ.).
18. Harris D.C. *Quantitative chemical analysis*. NY, 2010. 892 p.
19. Toshmirova Ch.T., Turaboev A.A., Normakhamatov N.S., Kodiraliyeva F.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 2, pp. 87–95. DOI: 10.14258/jcprm.20230211777. (in Russ.).
20. Manrique G.D., Lajolo F.M. *Postharvest Biology and Technology*, 2002, vol. 25, no. 1, pp. 99–107.

Received August 16, 2023

Revised April 8, 2024

Accepted April 17, 2024

Сведения об авторах

Муллажонова Манзура Тохировна – кандидат фармацевтических наук, доцент, начальник отдела научных исследований, инноваций и подготовки научно-педагогических кадров, robiya1903@gmail.com

Пуллатова Дилдора Кахрамоновна – кандидат фармацевтических наук, доцент, доцент кафедры фармакогнозии, dildora.p.q@mail.ru

Урманова Флюра Фаридовна – кандидат фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры фармакогнозии, urmanovaflyura@mail.ru

Муллажонов Тошкенбой Акмал угли – студент, toshkenboj.mullazhonov@spcpu.ru

Рудь Наталья Кареновна – кандидат фармацевтических наук, старший преподаватель кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов, natalja.rud@pharminnotech.com

Information about authors

Mullajanova Manzura Tokhirovna – candidate of pharmaceutical sciences, associate professor, head of the department of scientific research, innovation and training of scientific and pedagogical personnel, robiya1903@gmail.com

Pulatova Dildora Kakhramonovna – candidate of pharmaceutical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Pharmacognosy, dildora.p.q@mail.ru

Urmanova Flyura Faridovna – candidate of pharmaceutical sciences, professor, professor of the Department of Pharmacognosy, urmanovaflyura@mail.ru

Mullajonov Toshkenboy Akmal ugli – student, toshkenboj.mullazhonov@spcpu.ru

Rud Natalia Karenovna – candidate of pharmaceutical sciences, senior lecturer of the department of industrial technology of medicinal products, natalja.rud@pharminnotech.com