

# Углеводный состав полисахаридов грудного сбора №2

В.В. Чевидаев<sup>1</sup>, Д.О. Боков<sup>1,2</sup>, И.А. Самылина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Первый Московский государственный медицинский  
университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),

Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2;

<sup>2</sup>Федеральный испытательный центр питания и биотехнологии,  
Российская Федерация, 109240, Москва, Устьинский проезд, д. 2/14

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Чевидаев Владимир Викторович** – аспирант кафедры фармацевтического естествознания Института фармации им. А.П. Нелюбина Сеченовского Университета. Тел.: +7 (977) 314-84-31. E-mail: vovchev@rambler.ru. ORCID: 0000-0003-4696-9960

**Боков Дмитрий Олегович** – доцент кафедры фармацевтического естествознания Института фармации им. А.П. Нелюбина Сеченовского Университета, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: fmmsu@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2968-2466

**Самылина Ирина Александровна** – профессор кафедры фармацевтического естествознания Института фармации им. А.П. Нелюбина Сеченовского Университета, доктор фармацевтических наук, профессор. Тел.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: laznata@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4895-0203

## РЕЗЮМЕ

Грудной сбор №2 (*Pectorales species* №2) представляет собой смесь нескольких видов измельченного лекарственного растительного сырья, и реализуется на российском фармацевтическом рынке в качестве отхаркивающего и противовоспалительного средства. В состав сбора входят листья мать-и-мачехи обыкновенной, листья подорожника большого и корни солодки. Основной группой веществ сбора являются полисахариды. Для совершенствования стандартизации сырья необходимо обладать информацией о мономерном составе полисахаридных комплексов сбора. Представлен обзор исследований, касающихся моносахаридного состава и содержания полисахаридов в отдельных компонентах сбора. На основании обобщенных данных теоретически был сформирован моносахаридный состав полисахаридного комплекса грудного сбора №2 и ориентировочно рассчитано возможное содержание моносахаров.

**Ключевые слова:** растительные полисахариды, растительные моносахариды, грудной сбор №2, листья мать-и-мачехи, *Folia Tussilaginis farfarae*, листья подорожника большого, *Folia Plantaginis majoris*, корни солодки, *Radices Glycyrrhizae*.

**Для цитирования:** Чевидаев В.В., Боков Д.О., Самылина И.А. Углеводный состав полисахаридов грудного сбора №2. Фармация, 2021; 70 (2): 11–17. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-02>

## CARBOHYDRATE COMPOSITION OF POLYSACCHARIDES IN PECTORALES SPECIES NO. 2

V.V. Chevidae<sup>1</sup>, D.O. Bokov<sup>1,2</sup>, I.A. Samylina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8, Trubetskaya St., Build. 2, Moscow 119991, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Testing Center for Nutrition and Biotechnology, 22/14, Ustinsky Passage, Moscow 109240, Russian Federation

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Chevidae Vladimir Viktorovich** – Post-graduate student of the Department of the Pharmaceutical Natural Science of Sechenov University. Tel.: +7 (977) 314-84-31. E-mail: vovchev@rambler.ru. ORCID: 0000-0003-4696-9960

**Bokov Dmitriy Olegovich** – Associate Professor of the Department of the Pharmaceutical Natural Science of Sechenov University, PhD. Tel.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: fmmsu@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2968-2466

**Samylina Irina Alexandrovna** – Professor of the Department of the Pharmaceutical Natural Science of Sechenov University, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor. Tel.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: laznata@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4895-0203

## SUMMARY

*Pectorales species* No. 2 is a mixture of several types of crushed medicinal plant raw materials, and is sold on the Russian pharmaceutical market as an expectorant and anti-inflammatory agent. The species includes coltsfoot (*Tussilago farfara*) leaves and greater/broadleaf plantain (*Plantago major*) leaves and licorice (*Glycyrrhiza*) roots. Polysaccharides are a main group of substances in the species. To improve the standardization of raw materials, it is necessary to have information about the monomeric composition of polysaccharide complexes in the species. The paper reviews the studies of the monosaccharide composition and the content of polysaccharides in individual

components of the species. Based on the generalized data, the monosaccharide composition of the polysaccharide complex in *Pectorales species* No. 2 has been theoretically formed and the possible content of monosaccharides was tentatively calculated.

**Key words:** plant polysaccharides, plant monosaccharides, *Pectorales species* No. 2, coltsfoot leaves, *Folia Tussilaginis farfarae*, greater/broadleaf plantain leaves, *Folia Plantaginis majoris*, licorice roots, *Radices Glycyrrhizae*.

**For reference:** Chevidae V.V., Bokov D.O., Samylina I.A. Carbohydrate composition of polysaccharides in *Pectorales species* №2. *Farmatsiya*, 2021; 70 (2): 11–17. <https://doi.org/10/29296/25419218-2021-02-02>

### Введение

Одним из зарекомендовавших себя многовековым применением подходов в терапии заболеваний различной локализации и этиологии является использование препаратов растительного происхождения. Преимуществами фитотерапии является высокий профиль безопасности, относительно низкая стоимость препаратов растительного происхождения, богатый исторический и клинический опыт использования. Одной из востребованных групп в структуре фитопрепаратов являются растительные препараты отхаркивающего действия. Неблагоприятное влияние антропогенных факторов (промышленные выбросы газов), бытовые аллергены, растительная пыльца, респираторные вирусные инфекции вносят существенный вклад в формирование и развитие патологии респираторных заболеваний. В Российской Федерации заболевания верхних и нижних дыхательных путей составляют треть всех амбулаторных обращений к врачам общей практики [1]. Растительные препараты отхаркивающего действия представлены как монопрепаратами различных лекарственных форм (сироп солодки, листья подорожника, «Мукалтин»), так и смесями нескольких видов лекарственного растительного сырья (грудные сборы).

Грудной сбор №2 (*Pectorales species* №2) включает в свой состав листья мать-и-мачехи обыкновенной (*Folia Tussilaginis farfarae*) – 40%, листья подорожника большого (*Folia Plantaginis majoris*) – 30%, корни солодки (*Radices Glycyrrhizae glabrae*) – 30%. Зарегистрированные формы выпуска – сбор измельченный и сбор порошок (в фильтр пакетах) [2]. Показаниями к применению являются воспалительные заболевания дыхательных путей, сопровождающиеся кашлем с трудноотделяемой мокротой.

Листья мать-и-мачехи содержат полисахариды – слизь (5–10%), инулин, декстрин; горькие гликозиды, ситостерин, сапонины, органические кислоты, кислоту аскорбиновую флавоноиды (рутин, гиперозид), эфирные масла (кариофиллен,  $\alpha$ -кадинол, неролидол), пирролизидиновые алкалоиды (сенкиркин и туссилагин). Листья по-

дорожника большого содержат полисахариды, в том числе слизи (до 11%), иридоидные гликозиды (аукубин, каталпол), флавоноиды, производные лютеолина, апигенина, скутелляреина, байкаллина, немного дубильных веществ, каротиноиды, кислоту аскорбиновую, витамин К, холин. В корнях солодки обнаружены глицирризин (тритерпеновый сапонин, до 23%), флавоноиды, полисахариды (крахмал, пектиновые вещества) [3–5].

Примечательно, что химический профиль каждого компонента сбора включает в себя полисахариды, группу соединений ответственных за отхаркивающее фармакологическое действие. Показана противокашлевая активность слизей и пектиновых веществ [6]. Кроме отхаркивающего действия растительные полисахариды проявляют противоопухолевую, иммуностимулирующую, антикомплемментарную, противовоспалительную, антиоксидантную, антикоагулянтную и фибриногенную активность [7].

Установление групп полисахаридов, их строения, состава мономерных единиц и их соотношения в полисахаридных комплексах растительного сырья грудного сбора №2 является важным аспектом при стандартизации сырья, определении соединений, обуславливающих его отхаркивающую активность.

Цель настоящей работы – информационно-аналитическое исследование литературных данных, касающихся состава и содержания полисахаридов, их моносахаридного состава в компонентах грудного сбора №2. Поиск необходимой информации проводился в различных источниках научной литературы – электронных базах данных PubMed, GoogleScholar, Scopus.

В ходе исследования установлено, что свободные углеводы листьев подорожника большого представлены 9 моносахаридами: глюкозой (Glu), фруктозой (Frc), ксилозой (Xyl), рамнозой (Rha), раффинозой (Raf) (0,03%), стахиозой (Stc) (0,45%), галактуроновой кислотой (GalUA), олигомерами GalUA [8]. Гориным А.Г. после кислотного гидролиза комплекса водорастворимых полисахаридов (выход 10%; зольность 28%) получено 9 моносахаридов, 6 из которых были идентифицированы

как галактуронозная кислота, галактоза (Gal), арабиноза (Ara), рамноза и следовые количества глюкозы, ксилозы. Структура 3 моносахаридов не установлена. Соотношение моносахаридных компонентов после количественного определения GalUA : Gal : Ara : Rha (16 : 3 : 2 : 1) [9].

После разделения полисахаридного комплекса на ДЭАЭ-целлюлозе было обнаружено, что его состав представлен пектовой кислотой (80–82%) с примесью арабиногалактана (5–6%) и галактана (4–5%). После ферментативного гидролиза пектовой кислоты установлено, что она является продуктом полимеризации  $\alpha$ -D-галактуронозной кислоты, связанной 1,4-связями [10].

Исследователи Института Фармации (Норвегия), Научно-исследовательского центра восточной медицины Института Китасато (Япония) и Института исследования рака (Норвегия) установили, что нейтральные компоненты являются глюкомананами при содержании Glc 41,3–53,8% и Man 11,7–36,25%. Одна из кислых фракций представляет собой арабино-галактоновый комплекс и включает в себя преимущественно остатки Ara (12,35–23,85%), Gal (18,1–34,05%), Xyl (11,45–22,2%), небольших количеств Rha (3,0%). Вторая кислая полисахаридная фракция представляла собой пектин, содержащий 71,7% GalUA, 4,2% Rha, 8,8% Ara и 8% Gal. Свежие листья, собранные в Осло хранили в 80% этиловом спирте для удаления низкомолекулярных соединений. Затем проводили экстракцию водой при 50°C, водой при 100°C и диметилсульфоксидом (ДМСО). Разделение на кислую и нейтральную фракции проводили ионнообменной хроматографией на ДЭАЭ-сефарозной колонке с хлорид-противоионом. Количественное определение проводили методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ПИД). Неподвижная фаза – капиллярная колонка из кварцевого стекла, газ-носитель – гелий. Полисахаридные образцы предварительно подвергали метанолизу с 4М HCl в безводном метиловом спирте [11].

Установлено строение пектина листьев подорожника. Обнаружена высокая степень этерификации пектина (68%). Каждый пятый остаток GalUA, связанной 1,4-гликозидными связями, O-ацелирован. Имеется по крайней мере два разветвленных участка, представленных арабино-галактанами. Более разветвленный участок состоит преимущественно из Ara и Gal с относительно высоким содержанием связей 1→4 и 1→3,6 между ними и связан по C4 атому Rha основной цепи. Второй участок представлен остатками Ara, свя-

занными по C3 GalUA основной цепи. Соотношение моносахаридов в пектине: GalUA : Gal : Ara : Rha (17 : 2 : 2 : 1). Молекулярная масса 46–48 кДа [12].

Соотношение моносахаридов в арабино-галактановом компоненте полисахаридного комплекса с молекулярной массой 77–80 кДа — Gal : Ara : Rha 8 : 6 : 1. Он состоит из 1,3 связанного галактана основной цепи и 1,6 связанного арабино-галактана боковой цепи, который присоединен по C6. В боковых цепях дополнительно наблюдается присутствие 1→3 связанных остатков Gal, которые связаны с 1→6 Gal, образуя сетчатую структуру. Остатки Ara в фуранозной форме связаны с галактаном в основном по C3 1→6 связанных боковых цепей Gal [13].

Исследователи Медицинского университета в Пловдиве (Болгария) устанавливали корреляцию между структурой водорастворимых полисахаридов листьев подорожника большого и результатами ферментативного гидролиза с использованием различных типов гидролаз. Показано наличие галактозы, как основного продукта ферментативного гидролиза. Предположительно преобладали арабино-галактаны II типа, связанные  $\beta$ -1,3 или  $\beta$ -1,6-связями, а также 1,4-связанные пектиновые полисахариды. Листья собирали в мае в регионе Пловдива. Затем проводили экстракцию дистиллированной водой (1:25) на кипящей водяной бане с последующим осаждением водорастворимых полисахаридов 95% спиртом. Гидролиз осуществляли ферментами гемицеллюлазой и манноазой. Определение моносахаридного состава 1% раствора водорастворимых полисахаридов осуществляли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с рефрактометрическим детектором на кварцевой колонке. Подвижная фаза-вода [14]. Этими же исследователями установлено количественное содержание моносахаридных остатков водорастворимых и кислотных фракций полисахаридов листьев подорожника большого. Водоэкстрагируемая фракция полисахаридов содержала 37,36% Ara, 62,64% GalUA и следовые количества рамнозы. В состав кислых полисахаридов входили 16,96% Rha, 46,11% Gal, 36,93% GalUA, негидролизированные GalUA/Rha 2,18%. Листья были собраны в вегетационный период во Фракийском флористическом регионе. Экстракцию полисахаридов из листьев проводили водой и разбавленной соляной кислотой. Гидролиз кислых и водорастворимых полисахаридов осуществлялся 2М трифторуксусной кислотой. Определение моносахаридного состава проводили методом обра-

щенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с рефрактометрическим детектором с использованием кварцевой колонки. Подвижная фаза – вода [15].

Обобщенные данные по моносахаридному профилю полисахаридного комплекса листьев подорожника представлены в табл. 1.

Исследователями из Сельскохозяйственно-го университета Норвегии установлены состав и содержание моносахаридов в полисахаридных комплексах листьев мать-и-мачехи. Преобладающими моносахаридами являются GalUA (2–67%), Gal (11–25%), Glu (5–66%), Ara (8–37%). В меньшей степени полисахаридный комплекс листьев мать-и-мачехи представлен такими моносахаридами как Xyl (1–11%), рибоза (Rib) (1–2%), Rha

Таблица 1

### Моносахаридный состав полисахаридного комплекса листьев подорожника большого

Table 1

### Monosaccharide composition of the polysaccharide complex in the greater/broadleaf plantain leaves

Моносахарид	Содержание, %
Арабиноза (Ara)	8,80–37,36
Глюкоза (Glc)	41,30–53,80
Манноза (Man)	11,70–36,25
Галактоза (Gal)	8,00–46,11
Рамноза (Rha)	3,30–16,96
Ксилоза (Xyl)	11,45–22,22
Галактуроновая кислота (GalUA)	36,93–71,70

Таблица 2

### Состав и соотношение мономерных единиц фракций водорастворимых полисахаридов листьев мать-и-мачехи

Table 2

### Composition and ratio of monomeric units of fractions of water-soluble polysaccharides in the coltsfoot leaves

Фракция	Мономерный состав	Соотношение
1	Gal:Ara:Rha	3,9:3,2:1
2	Gal:Ara:Rha:Man:Glu	3,6:3,1:2,5:2,2:1
3	Gal:Glu:Ara	3,7:1,5:1,0
4	Rha:Gal:GalUA	1,75:1,2:1,0
5	Rha	–
6	Gal:Rha	2:1

(4–7%), О-метилованными сахарами (1–2%). Высокое содержание галактуронозой кислоты позволило предположить наличие пектиновых веществ, при гидролизе которых образовывалось большое количество свободного моносахарида. Использовались коммерческие образцы листьев мать-и-мачехи (Norsk Medisinal depot, Осло). Экстракцию полисахаридов проводили горячей водой. Неочищенные полисахариды фракционировали хроматографически на ДЭАЭ-целлюлозной колонке. Определение моносахаридного состава и содержания осуществлялось электрофоретически. Содержание уроновых кислот устанавливали карбазольным методом. Нейтральные сахара подвергались гидролизу 2Н Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, а затем количественно содержание устанавливали с помощью бумажной хроматографии с использованием анилин-фталата [16].

Методами ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием, рамановской спектроскопии и электрофореза на ацетат-целлюлозной мембране определен мономерный состав водорастворимых полисахаридов высушенных клеточных стенок мать-и-мачехи. Наличие галактозы, ксилозы, глюкуронозой и галактуронозой кислот установлено электрофоретически. Спектроскопическими методами дополнительно показано наличие маннозы [17].

Исследователи Сибирского государственного медицинского университета (Томск) установили состав и содержание мономерных остатков полисахаридных комплексов листьев мать-и-мачехи, произрастающей на территории Томской области и Алтайского края. Были выделены фракции галактоарабинанов, рамнанов, рамногалактонов и др. (табл. 2). Экстракцию осуществляли хлористоводородной кислотой концентрированной в воде очищенной, при соотношении сырье-экстрагент 1:20. Фракционирование проводили на ДЭАЭ-целлюлозной колонке. Содержание уроновых кислот определяли спектрофотометрически по реакции с карбазолом. Гидролиз полисахаридов осуществляли 2М-трифтороуксусной кислотой. Полученные моносахариды подвергали дериватизации и анализировали с помощью метода газовой хроматографии с масс-селективным детектором с капиллярной полисилоксановой колонкой. Газ-носитель – гелий [18]. Данные по моносахаридному профилю полисахаридного комплекса листьев мать-и-мачехи обобщены в табл. 3.

Сведения о моносахаридном составе корней солодки представлены в литературе в недостаточном количестве, поскольку основные иссле-

дования посвящены изучению глицирризина и его производных, с которым связывают основное фармакологическое действие корней солодки голой. Тем не менее N. Wittschieret и соавт. (Институт фармацевтической биологии и химии, Мюнхен, Германия), изучая влияние полисахаридов корней солодки голой на ингибирование адгезии *Helicobacter pylori* к слизистой оболочке желудка, установили состав и содержание моносахаридов полисахаридных фракций. Превалирующими моносахаридами являются глюкуроновая кислота (GluUA) (18,8%), Glu (16,5%), Gal (14,9%), Ara (11,5). Также содержатся в минорных количествах Man (6,9%), GalUA (5,9%), Rha (3,2%), Rib (2,1%), Xyl (1,1%), Fuc (0,9%). Образцы корней солодки были получены от Caesar&Loretz (Хильден, Германия). Затем проводили трехкратную экстракцию с водой при 8°C в течение 20 ч. Неочищенные полисахариды фракционировали хроматографически на DEAE-колонке градиентным элюированием деионизированной водой, натрий-фосфатным буфером и 0,05Н натрия гидроксидом. Определение общего количества уроновых кислот проводили по методу Blumenkrantz и Asboe-Hansen (1973) с о-гидроксидифенилом. Гидролиз полисахаридов проводили 2М трифторуксусной кислотой. Количественное определение моносахаридов осуществляли методом ионообменной ВЭЖХ с амперометрическим детектором с колонкой CarboPac™, защитной колонкой и колонкой BorateTrap™. Режим элюирования-градиентный, водой и гидроксидом натрия [19]. Таким образом, можно предположить наличие в корнях солодки голой глюкуронанов, галактуронанов, арабино-галактуронанов.

Существуют данные о моносахаридном составе полисахаридных фракций, полученных разделением на ДЭАЭ-колонке, корней солодки уральской. Определение процентного содержания каждого компонента фракций проводили ИК-спектроскопией с Фурье-преобразованием. Все фракции являлись гетерополисахаридами и содержали остатки глюкозы, галактозы, арабинозы, рамнозы. Исследователи Центрального Южного Университета (Чанша, Китай), изучая образцы солодки уральской из Янчи (провинция Нинся, Китай), обнаружили, что полученный в ходе эксперимента неочищенный полисахаридный комплекс содержал 6,98% уроновых кислот, Glu (26,14%), Gal (22,4%), Ara (7,58%), Rha (0,76%), Man (1,13%). Фракция нейтральных полисахаридов содержала Glu (23,4%), Gal (25,18%), Ara (8,32%). Фракции кислых полисахаридов включали в себя уро-

новые кислоты (6,12–28,01%), Glu (1,13–14%), Gal (22,04–25,67%), Ara (17,54–31,44%), Rha (0,61–3,36%), Man (0,68–1,95%). Все фракции являлись гетерополисахаридами и содержали остатки глюкозы, галактозы, арабинозы, рамнозы. Порошок сырья трехкратно экстрагировали 95% этиловым спиртом для удаления липидных компонентов, затем горячей водой (1:9) при 80°C в течение одного часа. Фракционирование осуществляли на проточной колонке DEAE-52 с получением после элюирования деионизированной водой и во-

Таблица 3

**Моносахаридный состав полисахаридного комплекса листьев мать-и-мачехи**

Table 3

**Monosaccharide composition of the polysaccharide complex in the coltsfoot leaves**

Моносахарид	Содержание, %
Галактоза (Gal)	11,00–57,62
Глюкоза (Glu)	5,00–66,00
Арабиноза (Ara)	7,10–38,08
Галактуроновая кислота (GalUA)	2,00–67,00
Ксилоза (Xyl)	1,00–11,00
Рамноза (Rha)	4,00–50,00
Манноза (Man)	2,59–17,48
Рибоза (Rib)	1,00–2,00

Таблица 4

**Моносахаридный состав полисахаридного комплекса корней солодки**

Table 4

**Monosaccharide composition of the polysaccharide complex in the licorice roots**

Моносахарид	Содержание, %
Арабиноза (Ara)	7,58–31,44
Глюкоза (Glu)	1,13–26,14
Галактоза (Gal)	14,90–25,67
Глюкуроновая кислота (GluUA)	18,80
Галактуроновая кислота (GalUA)	5,90
Манноза (Man)	0,68–6,90
Рамноза (Rha)	0,61–3,36
Рибоза (Rib)	2,10
Ксилоза (Xyl)	1,10
Фукоза (Fuc)	0,90

дным раствором NaCl (0,1, 0,25, 0,5 и 1M), диализа и концентрирования трех фракций полисахари-

Таблица 5

**Характеристика полисахаридных комплексов подорожника большого листьев, мать-и-мачехи листьев и солодки корней: состав и соотношение моносахаридов**

Table 5

**Characteristics of polysaccharide complexes in the greater/broadleaf plantain leaves, coltsfoot leaves, and licorice roots: composition and ratio of monosaccharides**

Полисахаридный комплекс	Моносахариды, соотношение
<i>Солодки корни (Radices Glycyrrhizae)</i>	
Глюкуроны Галктоуроны Арабино- галактоуроны Уроновые кислоты Протеогликаны	Фукоза 0,9%, Рамноза 3,2%, Арабиноза 11,5%, Галактоза 14,9%, Глюкоза 16,2 %, Манноза 6,9%, Рибоза 2,1%, Ксилоза 1,1%, Галактуроновая кислота 5,9%, Глюкуроновая кислота 18,8%. ПСХ-1 (с протеином): глюкоза (26,14%), галактоза (22,4%), арабиноза (7,58%), рамноза (0,76%), манноза (0,13%). ПСХ-2: глюкоза (23,4%), галактоза (25,18%), арабиноза (8,32%) ПСХ-3: глюкоза (14%), галактоза (25,67%), арабиноза (17,54%), рамноза (0,61%), манноза (0,68%). ПСХ-4: глюкоза (1,13%), галактоза (22,04%), арабиноза (31,44%) рамноза (3,36%), манноза (1,95%).
<i>Мать-и-мачехи листья (Folia Tussilaginis farfarae)</i>	
Арабиногалактан Рамно- галактуронан Рамнан Галакторамнан	ПСХ 1: галактоза, арабиноза, рамноза (3,9:3,2:1) ПСХ 2: галактоза, арабиноза, рамноза, манноза, глюкоза (3,6:3,1:2,5:2,2:1) ПСХ 3: галактоза, глюкоза, арабиноза (3,7:1,5:1) ПСХ 4: рамноза, галактоза, D-галактуроновая кислота (1,75:1,2:1,0) ПСХ 5: рамноза ПСХ 6: галактоза, рамноза (2:1)
<i>Подорожника большого листья (Folia Plantaginis majoris)</i>	
Рамно- галактуронан Галактаны Арабино- галактаны Ксило- галактуронаны Пектин	Арабиноза 8,8–37,36% Глюкоза 41,3–53,8% Манноза 11,7–36,25% Галактоза 8–46,11% Рамноза 3,3–16,96% Ксилоза 11,45–22,22% Галактуроновая кислота 36,93–71,7%

дов. Расщепление полисахаридов проводили гидролитически добавлением 2M трифторуксусной кислоты. Количественное определение моносахаридов полисахаридных комплексов корней солодки уральской проводили методом ГХ-МС с использованием капиллярной колонки из плавленного кварца. Газом-носителем являлся гелий [20]. Данные по моносахаридному профилю полисахаридного комплекса корней солодки обобщены в табл. 4.

Исходя из литературных данных о предполагаемом составе полисахаридных комплексов в отдельных компонентах грудного сбора №2 (табл. 5), теоретически был сформирован моносахаридный состав полисахаридного комплекса сбора и ориентировочно рассчитано возможное содержание миносахаров (табл. 6).

### Заключение

Таким образом, результаты проведенного информационно-аналитического исследования позволили выявить моносахариды, преобладающие в углеводном компоненте каждого вида лекарственного растительного сырья, входящего в состав грудного сбора №2. Основными моносахаридами листьев подорожника являются галактоза, арабиноза, галактуроновая кислота. Полисахариды

Таблица 6

**Расчетный (ориентировочный) моносахаридный состав полисахаридного комплекса грудного сбора №2**

Table 6

**Rated (tentative) monosaccharide composition of the polysaccharide complex in Pectorales species №2**

Моносахарид	Содержание в сборе (расчетное), %
Арабиноза (Ara)	2,27–15,23
Глюкоза (Glu)	0,34–26,40
Галактоза (Gal)	2,40–23,00
Манноза (Man)	0,20–10,87
Рамноза (Rha)	0,18–40,00
Ксилоза (Xyl)	0,33–6,66
Рибоза (Rib)	0,40–0,80
Галактуроновая кислота (GalUA)	0,80–26,80
Глюкуроновая кислота (GluUa)	5,64
Фукоза (Fuc)	0,27

ридный комплекс листьев мать-и-мачехи в большом количестве представлен галактозой, глюкозой и галактуроновой кислотой. Корни солодки богаты глюкозой, галактозой и арабинозой.

Изучение мономерных звеньев полисахаридов позволит лучше понять химический профиль этих биологически активных соединений и систематизировать научную базу, позволяющую обоснованно проводить стандартизацию комплексного препарата.

Авторский коллектив выражает благодарность проекту повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-исследовательских центров «5-топ 100».

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

#### Литература/References

1. Лазарева Н. Б., Ермакова В. А. Отхаркивающие лекарственные средства: принципы выбора и возможности современной фитотерапии. Медицинский совет. 2018; 15. DOI:10.21518/2079-701X-2018-15-110-115 [Lazareva N.B., Ermakova V.A. Expectorant drugs: principles of choice and possibilities of modern herbal medicine. Medicinskij sovet. 2018; 15. DOI:10.21518/2079-701X-2018-15-110-115 (in Russian)].
2. Государственный Реестр лекарственных средств. [Электронное издание]. Режим доступа: <https://grls.rosminzdrav> [State Register of Medicinal Products. [Electronic resource]. Access mode: <https://grls.rosminzdrav> (in Russian)]
3. Norani M., Ebadi M.T., Ayyari M. Volatile constituents and antioxidant capacity of seven *Tussilago farfara* L. populations in Iran. Scientia Horticulturae. 2019; 257: 108635. DOI:10.1016/j.scienta.2019.108635
4. Adom M.B. et al. Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major* L. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2017; 96: 348–60. DOI:10.1016/j.biopha.2017.09.152
5. Яковлев Г.П. Фармакогнозия. Лекарственное сырьё растительного и животного происхождения: учебное пособие, 2013. [G.P. Jakovlev. Farmakognozija. Lekarstvennoe syr'jo rastitel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija: uchebnoe posobie. 2013 (in Russian)].
6. Boone H. A., Medunjanin D., Sijerčić A. Review on potential of phytotherapeutics in fight against COVID-19. International Journal for Innovative Research in Science & Technology. 2020; 5: 481–91.
7. Chakraborty I. et al. Bioactive polysaccharides from natural sources: a review on the antitumor and immunomodulating activities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2019; 22: 101425. DOI:10.1016/j.bcab.2019.101425
8. Ложкин Ю. Г., Андреева Д. М., Давыдова В. Н. Отхаркивающие средства растительного происхождения. Фармация. 2013; 2: 52–6 [Lozhkin Yu. G., Andreeva D. M., Davydova V. N. Expectorants of plant origin. Pharmacy. 2013; 2: 52–6 (in Russian)].
9. Roslon W. et al. Yield and quality of plantain (*Plantago major* L.) herb in the second year of cultivation. Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Horticulture and Landscape Architecture. 2015; 36.
10. Reddy P. R. T., Vandana K. V., Prakash S. Antibacterial and anti-inflammatory properties of *Plantago ovata* Forssk. leaves and seeds against periodontal pathogens: An *in vitro* study. Ayu. 2018; 39 (4): 226. DOI: 10.4103/ayu.AYU\_176\_16
11. Jarić S. et al. Traditional wound-healing plants used in the Balkan region (Southeast Europe). J. of Ethnopharmacology. 2018; 211: 311–28. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.09.018>
12. Yin J.Y. et al. Molecular properties and immunomodulatory activities of a water-soluble heteropolysaccharide isolated from *Plantago asiatica* L. leaves. Natural product research. 2019; 33 (11): 1678–81. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1428584>
13. Cantu-Jungles T.M. et al. Extraction and characterization of pectins from primary cell walls of edible açai (*Euterpe oleracea*) berries, fruits of a monocotyledon palm. Carbohydrate polymers. 2017; 158: 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.090>
14. Lukova P.K. et al. Enzymatic Hydrolysis of Water Extractable Polysaccharides from Leaves of *Plantago major* L. Folia medica, 2017; 59 (2): 210–216. DOI:10.1515/fo-med-2017-0023
15. Lukova P.K. et al. Comparison of structure and antioxidant activity of polysaccharides extracted from the leaves of *Plantago major* L., *P. media* L. and *P. lanceolata* L. Bulgarian chemical communications. 2017; 49: 282–8.
16. Оленников Д.Н., Кащенко Н.И. Полисахариды. Современное состояние изученности: экспериментально-наукOMETрическое исследование. Химия растительного сырья. 2014; 1. DOI: 10.14258/jcprm.1401005 [Olennikov D.N., Kashchenko N.I. Polysaccharides. The current state of knowledge: an experimental scientometric study. Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2014; 1. DOI: 10.14258/jcprm.1401005 (in Russian)].
17. Pielesz A. Vibrational spectroscopy and electrophoresis as a «golden means» in monitoring of polysaccharides in medical plant and gels. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2012; 93: 63–9. DOI:10.1016/j.saa.2012.03.003
18. Trineeva O.V. Comparative Characteristics of Sugar Determination by Different Methods in Leaves of Nettle. Drug development & registration. 2020; 9 (2): 91–7. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2020-9-2-91-97>.
19. Karkanis A. et al. Phytochemical composition, health effects, and crop management of liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.): A medicinal plant. Food reviews international. 2018; 34 (2): 182–203. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1261300>
20. Zhang C.H. et al. Purification, partial characterization and antioxidant activity of polysaccharides from *Glycyrrhiza uralensis*. International J. of biological macromolecules. 2015; 79: 681–6. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2015.05.060

Поступила 18 сентября 2020 г.

Received 18 September 2020

Принята к публикации 11 января 2021 г.

Accepted 11 January 2021