

<https://doi.org/10.33380/2305-2066-2020-9-2-91-97>  
УДК 543.635.9



Оригинальная статья/Research article

## Сравнительная характеристика определения сахаров различными методами в листьях крапивы двудомной

О. В. Тринеева<sup>1\*</sup>

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 394006, Россия, Воронеж, Университетская пл., 1

\*Контактное лицо: Тринеева Ольга Валерьевна. E-mail: trineevaov@mail.ru

Статья получена: 28.08.2019. Статья принята к печати: 13.03.2020

### Резюме

**Введение.** Согласно данным литературы, в листьях крапивы двудомной содержатся полисахариды и слизи, как составная часть гидрофильной фракции. Данная группа биологически активных веществ (БАВ) принимает участие в проявлении физиологической активности настоя. Традиционный гравиметрический метод определения полисахаридов в лекарственном растительном сырье (ЛРС), фармацевтических субстанциях растительного происхождения и лекарственных растительных препаратах не может дать истинной картины их содержания из-за присутствия примесей. Поэтому целесообразным является определение восстанавливающих сахаров, наиболее полно извлекающихся в водную фазу при приготовлении настоя с применением современных физико-химических методов анализа.

**Цель.** Целью работы являлось определение суммы полисахаридов и простых сахаров в листьях крапивы двудомной различными физико-химическими методами и их сравнительная характеристика.

**Материалы и методы.** Проведено сравнительное определение суммы полисахаридов и простых сахаров в листьях крапивы двудомной фармакопейными методами (пикриновым, антроновым и орциновым). Идентифицированы и количественно определены свободные и связанные простые сахара методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Исследован состав и содержание свободных простых сахаров методом капиллярного электрофореза (КЭ) в сырье.

**Результаты и обсуждение.** Установлено содержание свободных и связанных сахаров в сырье. Самое большое содержание как суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной, так и суммы свободных восстанавливающих простых сахаров согласно экспериментальным данным получено пикриновым способом. Содержание пентоз в изучаемом ЛРС оказалось в четыре раза меньше, что согласуется с данными литературы о преимущественном построении полисахаридов растительных объектов из сахаров класса гексоз. Полученное суммарное содержание фракции свободных сахаров в листьях, определенное методом КЭ, на порядок меньше по сравнению со спектрофотометрическими методиками. Полученные результаты количественного определения суммы свободных и связанных простых сахаров в изучаемом ЛРС согласуются с данными определения пикриновым фармакопейным методом.

**Заключение.** В целом, полные сведения, в зависимости от целей анализа, о составе и количественном содержании простых и связанных сахаров в полисахаридном комплексе растительных объектов возможно получить только комбинированием спектральных методов с КЭ или ТСХ.

**Ключевые слова:** листья крапивы двудомной, полисахариды, простые сахара, пикриновый метод, орциновый метод, антроновый метод, дифференциальная спектрофотометрия, капиллярный электрофорез, тонкослойная хроматография.

**Конфликт интересов:** конфликта интересов нет.

**Вклад авторов.** Автор осуществлял заготовку образцов. Автором выполнены все экспериментальные работы по определению суммы полисахаридов и простых сахаров в листьях крапивы двудомной различными физико-химическими методами. Автором произведены теоретические расчеты и статистическая обработка результатов эксперимента. Автор написал текст статьи, в том числе и обсуждение результатов, а также построил все рисунки и графики, отражающие основные результаты работы.

**Для цитирования:** Тринеева О. В. Сравнительная характеристика определения сахаров различными методами в листьях крапивы двудомной. *Разработка и регистрация лекарственных средств.* 2020; 9(2): 91–97.

## Comparative Characteristics of Sugar Determination by Different Methods in Leaves of Nettle

Olga V. Trineeva<sup>1\*</sup>

1 – Voronezh State University, 1, University Square, Voronezh, 394006, Russia

\*Corresponding author: Olga V. Trineeva. E-mail: trineevaov@mail.ru

Received: 28.08.2019. Accepted: 13.03.2020

### Abstract

**Introduction.** According to the literature, nettle leaves contain polysaccharides and mucus as an integral part of the hydrophilic fraction. This group of biologically active substances (BAS) is involved in the manifestation of the physiological activity of the infusion. The traditional gravimetric method for the determination of polysaccharides in medicinal plant raw materials (PRM), pharmaceutical substances of plant origin and medicinal herbal preparations cannot provide a true picture of their content due to the presence of impurities. Therefore, it is advisable to determine the reducing sugars that are most fully extracted into the aqueous phase during the preparation of the infusion using modern physicochemical methods of analysis.

**Aim.** The aim of the work was to determine the amount of polysaccharides and simple sugars in nettle leaves by various physico-chemical methods and their comparative characteristics.

**Materials and methods.** A comparative determination of the sum of polysaccharides and simple sugars in the leaves of nettle by pharmacopoeial methods (picric, anthrone and orcinol) was carried out. Free and bound simple sugars were identified and quantified by thin layer chromatography (TLC). The composition and content of free simple sugars was studied by capillary electrophoresis (CE) in raw materials.

© Тринеева О. В., 2020

© Trineeva O. V., 2020

**Results and discussion.** The content of free and bound sugars in raw materials has been established. The largest content of both the sum of polysaccharides and free simple sugars in the polysaccharide complex of nettle leaves, as well as the sum of free reducing simple sugars, according to experimental data, was obtained using the picrine method. The content of pentoses in the studied PRM was four times less, which is consistent with the literature data on the preferential construction of polysaccharides of plant objects from sugars of the hexose class. The resulting total content of the fraction of free sugars in the leaves, determined by the CE method, is an order of magnitude less compared with spectrophotometric methods. The obtained results of quantitative determination of the amount of free and bound simple sugars in the studied PRM are consistent with the determination data by the picrine pharmacopoeial method.

**Conclusion.** In general, complete information, depending on the goals of the analysis, on the composition and quantitative content of simple and related sugars in the polysaccharide complex of plant objects can only be obtained by combining spectral methods with CE or TLC.

**Keywords:** nettle leaves, polysaccharides, simple sugars, picrine method, orcin method, anthrone method, differential spectrophotometry, capillary electrophoresis, thin layer chromatography.

**Conflict of interest:** no conflict of interest.

**Contribution of the authors.** The author procured samples. The author carried out all the experimental work on determining the sum of polysaccharides and simple sugars in the leaves of nettle with various physical and chemical methods. The author made theoretical calculations and statistical processing of the experimental results. The author wrote the text of the article, including a discussion of the results, and also built all the drawings and graphs that reflect the main results of the work.

**For citation:** Trineeva O. V. Comparative characteristics of sugar determination by different methods in leaves of nettle. *Drug development & registration*. 2020; 9(2): 91–97.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ литературы за последние 20 лет показал, что при контроле качества лекарственных средств, содержащих моносахариды, а также при исследовании состава простых сахаров в полисахаридных комплексах лекарственных растений, биологически активных добавках, изделиях пищевого и косметического назначения и не только, предпочтение отдается физико-химическим методам, как наиболее экспрессным, чувствительным и информативным [1–7].

Метод определения сахаров с пикриновой кислотой описан в нормативной документации (НД) на ЛРС «Мать-и-мачехи листья» [1, 9], а также ЛРП «Ламинарид», «Алтейного корня экстракт сухой», «Сок подорожника», «Арменикум» [1]. Кроме пикринового метода, в ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [8] были включены антроновый и орциновый способы. В ГФ РФ XIV издания подобной ОФС не представлено [9].

Согласно данным литературы [1, 10], в листьях крапивы содержатся полисахариды и слизи, как составная часть гидрофильной фракции. Данная группа биологически активных веществ (БАВ) принимает участие в проявлении физиологической активности настоя. Традиционный гравиметрический метод определения полисахаридов в лекарственном растительном сырье (ЛРС), фармацевтических субстанциях растительного происхождения и лекарственных растительных препаратов (ЛРП) не может дать истинной картины их содержания из-за присутствия примесей [1]. Поэтому целесообразным является определение восстанавливающих сахаров, наиболее полно извлекающихся в водную фазу при приготовлении настоя.

**Целью настоящей работы** являлось определение суммы полисахаридов и простых сахаров в листьях крапивы двудомной различными физико-химическими методами и их сравнительная характеристика.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлось высушенное измельченное ЛРС крапивы двудомной, собранное в Воронежской области согласно правилам заготовки данного вида сырья летом 2018 года. Все реактивы и растворители были использованы марки х.ч. и ч.д.а. (ЗАО «Вектон», СПб., Россия). В качестве стандартных образцов в работе использованы субстанции гекса- и пентасахаров: глюкоза, фруктоза, рамноза и ксилоза (ЗАО «Вектон», СПб., Россия; степень чистоты не менее 99 %).

Для суммарного количественного определения простых сахаров, как свободных, так и связанных в исследуемом сырье использованы методики, изложенные в ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [8]. В более ранних работах авторами [11, 12] подобраны и обоснованы оптимальные условия экстракции анализируемой группы БАВ из изучаемого ЛРС, а также разработана и валидирована методика определения сахаров пикриновым методом применительно к листьям крапивы двудомной. Исследования проведены на спектрофотометре Hitachi U-1900 (Япония). Приготовление антронового и орцинового реактивов, раствора пикриновой кислоты, а также других вспомогательных реактивов осуществляли по ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [8] и ФС ГФ XIV изд. «Мать-и-мачехи листья» [9].

Метод капиллярного электрофореза основан на разбавлении жидких проб дистиллированной водой и экстракции сахаров из твердых проб дистиллированной водой, и последующем разделении, а также количественном определении анализируемых компонентов. Детектирование компонентов проводят косвенным способом, регистрируя поглощение при длине волны 254 нм («Капель-105М», Россия, СПб., «Люмекс»). Сбор, обработку и вывод данных осуществляют

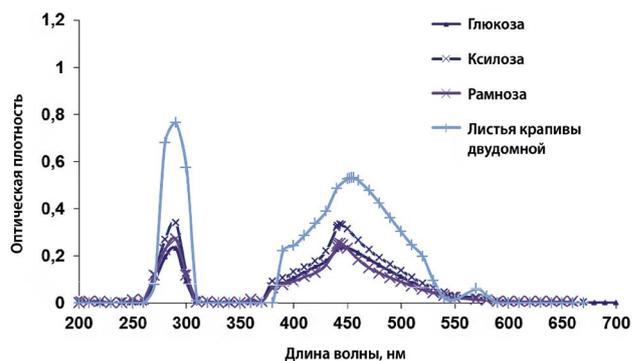
с помощью персонального компьютера с операционной системой не ниже «Windows® 2000/XP», на котором установлено специализированное программное обеспечение. Фоновый электролит: на основе сорбата калия с добавкой ЦТАБ, pH = 12,1. Капилляр:  $L_{эфф}/L_{общ} = 65/75$  см, ID = 50 мкм. Ввод пробы: 150 мбар · с. Напряжение: 25 кВ. Температура: 20 °С [13].

Авторами также разработана и запатентована [14] методика хроматографического разделения и количественного определения моносахаридов (глюкозы, рамнозы и ксилозы) в тонком слое сорбента, использованная в данной работе: сорбент – силикагелевые пластинки марки «Sorbfil» 10 × 15 см ПТСХ-АФ-А (Россия); элюент – н-бутанол – ледяная уксусная кислота – вода (4:1:2); проявитель – реактив, состоящий из сульфаниламида и о-фталевой кислоты; объем пробы – 2 мкл водного раствора с содержанием моносахаридов 10 мг/мл; время насыщения камеры парами элюента – 10 мин; время элюирования – 7 часов; время выдерживания пластинки в термостате при  $t^{\circ} \geq 100$  °С – 3–5 мин; чувствительность определения  $2,5-5 \cdot 10^{-6}$  г моносахарида в пробе, нанесенной на пластинку. Сразу же после проявления хроматографических зон, пластины сканировали с помощью планшетного сканера (разрешение не менее 300 dpi), а полученные изображения обрабатывали компьютерной программой «Sorbfil Videodensitometer» (v1.7, производитель ЗАО «Сорбполимер», Россия, Краснодар). В результате получали треки в координатах  $R_f$  – интенсивность. Установлены линейные зависимости между содержанием моносахаридов и площадью хроматографической зоны в диапазоне изучаемых концентраций для проведения количественного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

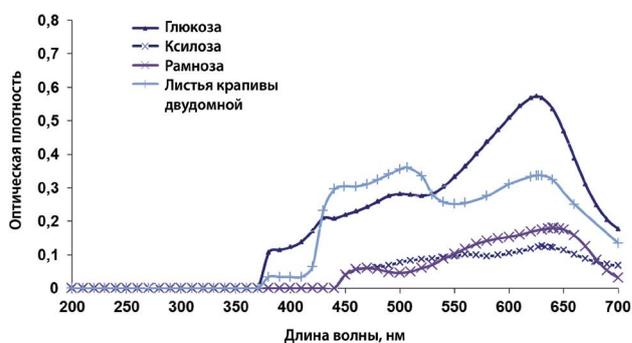
Результаты количественного определения суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной фармакопейными спектрофотометрическими методами (рисунки 1–3) представлены в таблице 1. Определение суммы свободных и связанных простых сахаров проводили с помощью предварительного кислотного гидролиза ЛРС, а сумму свободных простых сахаров без гидролиза в условиях, описанных авторами ранее [11, 12].

Многие из известных способов (в том числе вышеперечисленные спектрофотометрические) позволяют определять только суммарное содержание сахаров, как свободных, так и связанных в полисахаридных комплексах без достоверной информации о присутствии отдельных компонентов. Кроме того, полученные результаты часто оказываются несколько завышенными, ввиду химической неизбирательности используемых реактивов к определяемой группе БАВ. Так, например, в основе пикринового метода лежит цветная реакция моносахаридов с пикриновой кисло-



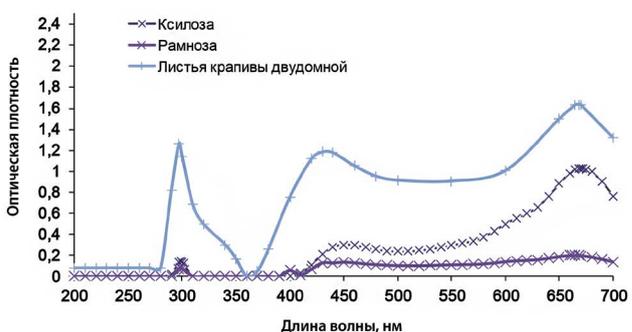
**Рисунок 1.** Пикриновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов простых сахаров и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с пикриновой кислотой

**Figure 1.** The picrin method. Absorption spectra of reaction products of standard samples of simple sugars and extracts from the studied LRS obtained using acid hydrolysis with picric acid



**Рисунок 2.** Антроновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов простых сахаров и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с антроновым реактивом

**Figure 2.** Anthron method. Absorption spectra of the reaction products of standard samples of simple sugars and extracts from the studied LRS obtained using acid hydrolysis with an anthrone reagent



**Рисунок 3.** Орциновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов простых сахаров и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с орцином и хлоридом железа(III)

**Figure 3.** Orcine method. The absorption spectra of the reaction products of standard samples of simple sugars and extracts from the studied LRS obtained using acid hydrolysis with orcin and iron(III) chloride

той с образованием аминокриновой кислоты в результате восстановления сахаром группы NO<sub>2</sub> в NH<sub>2</sub> [2, 8, 11]. Так как извлечения из ЛРС, как правило, содержат и другие БАВ, способные вступать в редокс-процессы, содержание суммы сахаров в пересчете на глюкозу может оказаться значительно больше реального значения. Самое большое содержание как суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной, так и суммы свободных восстанавливающих простых сахаров согласно экспериментальным данным (см. таблицу 1) получено именно данным способом.

**Таблица 1. Результаты определения суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной фармакопейными спектрофотометрическими методиками (в пересчете на абсолютно сухое сырье)**

**Table 1. The results of determining the sum of polysaccharides and free simple sugars in the polysaccharide complex of nettle leaves by dioecious pharmacopeia spectrophotometric methods (in terms of absolutely dry raw materials)**

№ п/п	Метод определения	Сумма, %	
		Свободных и связанных простых сахаров	Свободных простых сахаров
1	Пикриновый метод (в пересчете на глюкозу)	15,31 ± 0,70	4,70 ± 0,22
2	Антроновый метод (в пересчете на глюкозу)	6,75 ± 0,76	3,08 ± 0,35
3	Орциновый метод (в пересчете на рамнозу)	11,73 ± 0,12	4,20 ± 0,42
	Орциновый метод (в пересчете на ксилозу)	2,29 ± 0,23	0,82 ± 0,08

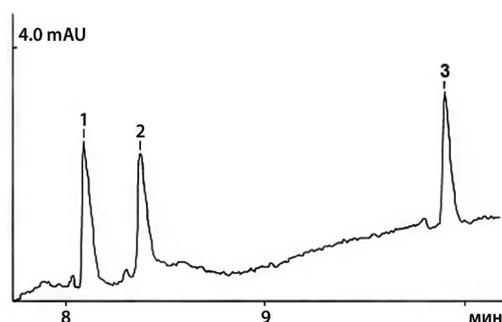
Антроновый метод, основанный на расщеплении сложных углеводов до моносахаридов в сильнокислой среде с последующей их дегидратацией и образованием оксиметилфурфуrolа, образующего при реакции с антроном комплексное соединение синевато-зеленого цвета [2, 8, 11]. Данный способ является более избирательным по отношению к сахарам, так как альдегидные функциональные группы редко присутствуют в других классах БАВ растительного происхождения. Содержание как суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной, так и суммы свободных восстанавливающих простых сахаров согласно экспериментальным данным (см. таблицу 1) оказалось в два раза ниже по сравнению с пикриновым способом.

Орциновый метод более специфичен для определения пентасахаров, так как при нагревании пентоз (или их фосфорных производных) в присутствии кислот от них отщепляется вода и образуется фурфурол; в присутствии орцина и железа(III) хлорида при этом развивается зеленое окрашивание [2, 8, 11].

Содержание пентоз в изучаемом ЛРС оказалось в четыре раза меньше, что согласуется с данными литературы о преимущественном построении полиса-

харидов растительных объектов из сахаров класса гексоз.

Капиллярный электрофорез (КЭ) в последнее время выходит на лидирующие позиции в фармацевтическом анализе в виду таких преимуществ как доступность, экспрессность, наличие отечественной приборной базы, простота определения и невысокая стоимость одного анализа. В случае растительных объектов исследования наиболее часто данный метод применяется при определении качественного и количественного составов таких групп БАВ, как органические кислоты (в том числе и аминокислоты), сахара, макроэлементы, водорастворимые витамины группы В и флавоноиды [13]. Вид электрофореграмм свободных сахаров исследуемого ЛРС показан на рисунках 4 и 5. Результаты определения приведены в таблице 2.



**Рисунок 4. Электрофореграмма смеси стандартных образцов сахаров: 1 – фруктоза (28,5 г/л); 2 – глюкоза (28 г/л); 3 – сахароза (49 г/л)**

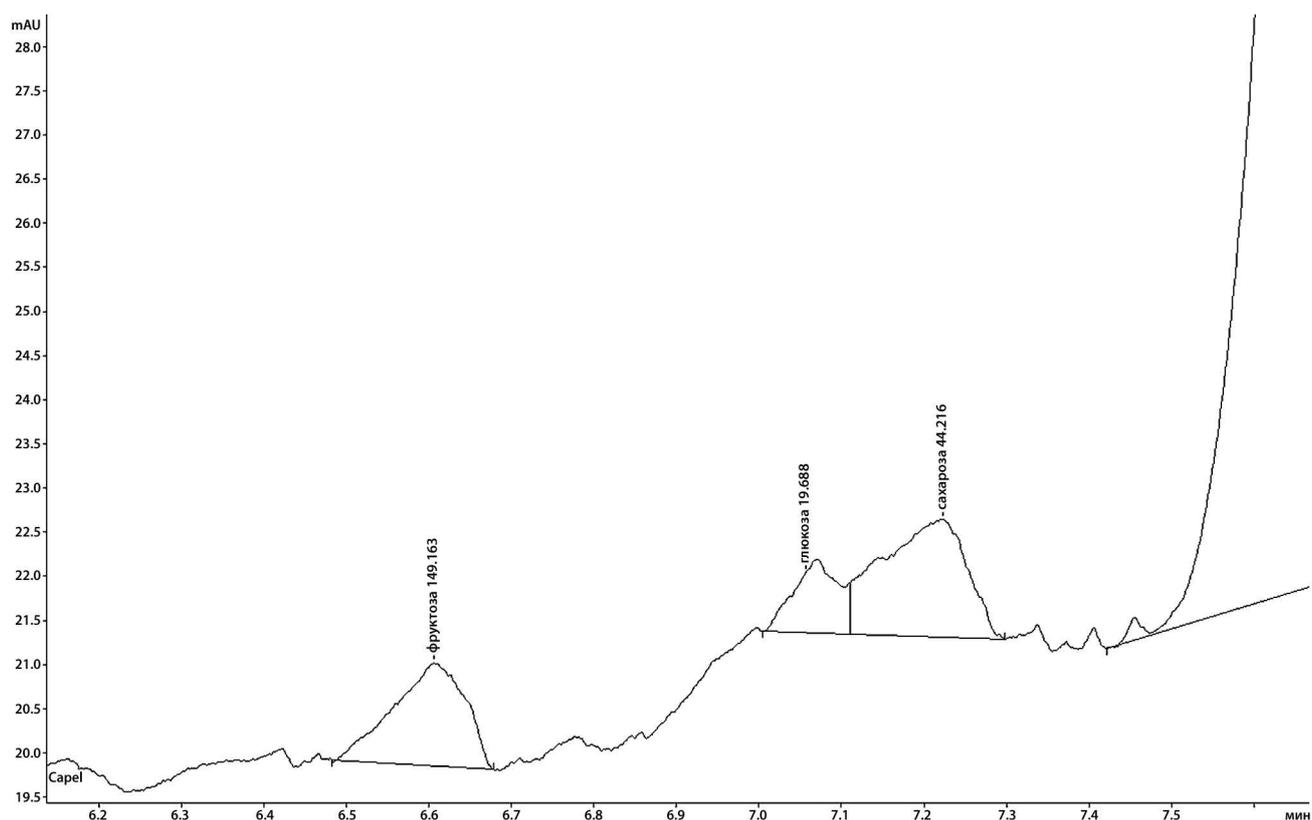
**Figure 4. Electropherogram of a mixture of standard samples of sugars: 1 – fructose (28.5 g/l); 2 – glucose (28 g/l); 3 – sucrose (49 g/l)**

**Таблица 2. Результаты количественного определения свободных водорастворимых простых сахаров в исследуемом ЛРС (в пересчете на абсолютно сухое сырье) методом КЭ**

**Table 2. The results of the quantitative determination of free water-soluble simple sugars in the studied LRS (in terms of absolutely dry raw materials) by the CE method**

№ п/п	Сахара	Содержание свободных простых сахаров, %
1	Фруктоза	0,333 ± 0,017
2	Глюкоза	0,044 ± 0,002
3	Сахароза	0,100 ± 0,005
Всего		0,477 ± 0,024

Полученные результаты демонстрируют (см. таблицу 2), что содержание индивидуальных простых сахаров в листьях крапивы двудомной невысоко (сырье не обладает сладковатым вкусом) и это характерно для данной морфологической группы сырья. Следует отметить, что особенности пробоподготовки ЛРС к проведению анализа данным методом, позволяют



**Рисунок 5.** Электрофореграмма сахаров листьев крапивы двудомной (последовательность пиков: фруктоза, глюкоза, сахароза)

**Figure 5.** Electropherogram of sugar of leaves of nettle leaves (sequence of peaks: fructose, glucose, sucrose)

идентифицировать и определить только содержание свободных гексоз, а также дисахарида – сахарозы в изучаемом объекте. Полученное суммарное содержание фракции свободных сахаров в листьях, определенное методом КЭ, на порядок меньше по сравнению со спектрофотометрическими методиками.

Более объективный качественный и количественный анализ в настоящее время позволяют получить хроматографические методы. Значительное число научных публикаций посвящено исследованию состава, как свободных, так и связанных простых сахаров в полисахаридных комплексах растительных объектов методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [3, 5, 7, 12, 14].

Полученную в условиях кислотного гидролиза [11, 12] суммарную вытяжку из исследуемого ЛРС хроматографировали восходящим способом в условиях ранее разработанной ТСХ-методики [14]. На хроматограммах извлечений из исследуемого сырья обнаружены зоны простых сахаров характерной окраски (рисунок 6), среди которых идентифицированы глюкоза, ксилоза и рамноза по характерному значению величин  $R_f$  в сравнении с достоверными стандартными образцами (ЗАО «Вектон», СПб., Россия; степень чистоты не менее 99,5 %). Пластины сканировали, а полученные изображения обрабатывали компьютерной программой «Sorbfil Videodensitometer» (рисунок 7).

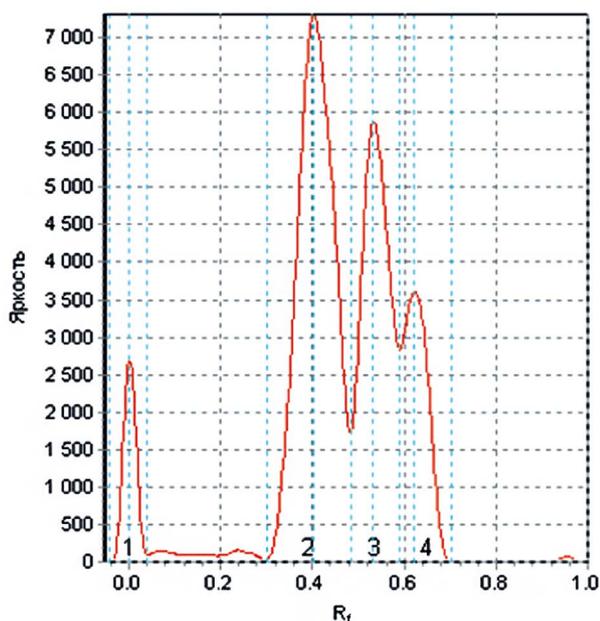


**Рисунок 6.** Вид хроматограммы водного извлечения из листьев крапивы двудомной, подвергнутого кислотному гидролизу (3 мкл – объем пробы)

**Figure 6.** Chromatogram view of water extraction from dioecious nettle leaves subjected to acid hydrolysis (3  $\mu$ l – sample volume)

Результаты количественного определения свободных и связанных моносахаридов в извлечении, а также метрологическая характеристика полученных результатов представлены в таблице 3.

Полученные результаты (таблица 3, сумма 16,66 %) согласуются с данными определения суммы свободных и связанных моносахаридов в изучаемом ЛРС пикриновым фармакопейным методом (таблица 1, сумма 15,31 %). Содержание в листьях пентоз, определенное методом ТСХ, также незначительно. Диаграм-



**Рисунок 7.** Денситограмма смеси стандартных растворов исследуемых моносахаридов (последовательность пиков: глюкоза, ксилоза, рамноза)

**Figure 7.** Densitogram of a mixture of standard solutions of the studied monosaccharides (sequence of peaks: glucose, xylose, rhamnose)

ма распределения содержания простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной представлена на рисунке 8. Данные рисунка 8 показывают, что большая часть сахаров полисахаридного комплекса листьев представлена глюкозой.

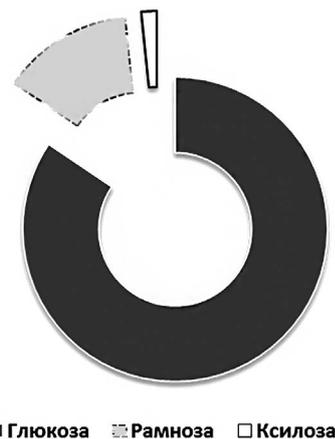
**Таблица 3.** Результаты идентификации и количественного определения свободных и связанных моносахаридов в ЛРС (в пересчете на абсолютно сухое сырье) методом ТСХ

**Table 3.** The results of the identification and quantification of free and bound monosaccharides in LRS (in terms of absolutely dry raw materials) by TLC

№ п/п	Идентификация зон на хроматограммах	$R_f \pm 0,02$	Содержание свободных и связанных моносахаридов, %
1	Глюкоза	0,27	$14,07 \pm 1,26$ ; $\epsilon_{cp} = 8,98$ %
2	Ксилоза	0,43	$0,27 \pm 0,06$ ; $\epsilon_{cp} = 20,67$ %
3	Рамноза	0,52	$2,32 \pm 0,13$ ; $\epsilon_{cp} = 5,65$ %
4	Не идентифицированная зона	0,79	–
5	Не идентифицированная зона	0,87	–
Всего			16,66

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведено определение суммы полисахаридов и простых свободных и связанных сахаров в листьях крапивы двудомной фармакопейны-



**Рисунок 8.** Распределение содержания простых сахаров в полисахаридном комплексе листьев крапивы двудомной

**Figure 8.** Distribution of simple sugars in the polysaccharide complex of dioecious nettle leaves

ми спектрофотометрическими методами. Методы не лишены недостатков, так как не дают информации о качественном составе моносахаридов в извлечении, а позволяют лишь установить суммарное содержание сахаров, как свободных, так и связанных в полисахаридных комплексах без достоверной информации о присутствии отдельных компонентов. Методом капиллярного электрофореза проведена идентификация и количественное определение свободных водорастворимых простых и дисахаров (фруктоза, глюкоза, сахароза). Методом ТСХ обнаружены глюкоза, ксилоза и рамноза с количественной оценкой свободных и связанных моносахаридов в извлечении. Наиболее информативным является метод КЭ, так как позволяет за одну аналитическую процедуру проводить качественное и количественное определение свободных простых сахаров в ЛРС. Однако полные сведения, в зависимости от целей анализа, о составе и количественном содержании простых и связанных сахаров в полисахаридном комплексе растительных объектов возможно получить только комбинированием данных методов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скалозубова Т. А., Марахова А. И., Сорокина А. А., Федоровский Н. Н. Полисахариды в листьях и настое крапивы двудомной. *Фармация*. 2012; 2: 5–7.
2. Самылина И. А., Рудакова И. П., Аладышева Ж. И., Ковалева С. В. Определение сахаров спектрофотометрическими методами. *Фармация*. 2009; 4: 3–5.
3. Бабешина Л. Г., Горина Я. В., Колоколова А. П. и др. Исследование полисахаридов некоторых видов рода *Sphagnum* L. *Журнал Сибирского федерального университета. Химия*. 2010; 4: 413–422.
4. Колосова О. А., Горох Т. А., Фурса Н. С. Определение свободных и связанных сахаров в подземных органах валерианы сомнительной. *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции»: сб. научных трудов конф. Пятигорск*. 2013; 68: 56–57.

5. Корж А. П., Гурьев А. М., Белоусов М. В., Юсубов М. С., Белянин М. Л. Моносахаридный состав полисахаридного комплекса листьев мать-и-мачехи. *Бюллетень сибирской медицины*. 2011; 5: 62–65.
6. Оленников Д. Н., Танхаева Л. М. Методика количественного определения суммарного содержания полисахаридов в семенах льна. *Химия растительного сырья*. 2007; 4: 85–90.
7. Злобин А. А., Мартинсон Е. А., Овечкина И. А., Дурнев Е. А., Оводова Р. Г., Литвинцев С. Г. Состав и свойства пектиновых полисахаридов зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. *Химия растительного сырья*. 2011; 1: 33–38.
8. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издание. М., 2015; 2: 1004. Available at: [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_1/HTML/](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_1/HTML/)
9. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV издание. М., 2018; 4: 7019. Available at: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
10. Копытько Я. Ф., Лапинская Е. С., Сокольская Т. А. Применение, химический состав и стандартизация сырья и препаратов *Urtica* (обзор). *Химико-фармацевтический журнал*. 2011; 10: 32–40.
11. Тринеева О. В., Сливкин А. И. Определение суммы полисахаридов и простых сахаров в листьях крапивы двудомной. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2017; 1: 164–169.
12. Тринеева О. В. Теоретические и методологические подходы к стандартизации и оценке качества лекарственного растительного сырья и масляных экстрактов на его основе. *Диссертация доктора фармацевтических наук*. 2017: 441.
13. Комарова Н. В., Каменцев Я. С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: ООО «Ведра». 2006: 212.
14. Тринеева О. В., Сафонова Е. Ф., Сливкин А. И., Назарова А. А. Пат. № 2642264. Российская Федерация. МКП Способ определения простых сахаров в тонком слое сорбента; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». – № 2016110353; заявл. 21.03.2016; опубл. 24.01.2018. Бюл. № 3: 17.
10. Kopytko Y. F., Lapinskaya E. S., Sokolskaya T. A. Application, chemical composition and standardization of raw materials and preparations of *Urtica* (review). *Chemical Pharmaceutical Journal*. 2011; 10: 32–40 (in Russ.).
11. Trineeva O. V., Slivkin A. I. Determination of the sum of polysaccharides and simple sugars in the leaves of nettle dioecious. *Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2017; 1: 164–169 (in Russ.).
12. Trineeva O. V. Theoretical and methodological approaches to standardization and quality assessment of medicinal plant materials and oil extracts based on it. *The dissertation of a doctor of pharmaceutical sciences*. 2017: 441 (in Russ.).
13. Komarova N. V., Kamentsev Ya. S. Practical Guide for the Use of Capillary Electrophoresis Systems. SPb.: LLC Veda. 2006: 212 (in Russ.).
14. Trineeva O. V., Safonova E. F., Slivkin A. I., Nazarova A. A. Pat. No. 2642264. Russian Federation. MCP Method for the determination of simple sugars in a thin layer of sorbent; Applicant and patent holder: Voronezh State University. – No. 2016110353; declared 03/21/2016; publ. 01/24/2018. Bull. No. 3: 17 (in Russ.).

## REFERENCES

1. Skalozubova T. A., Marakhova A. I., Sorokina A. A., Fedorovsky N. N. Polysaccharides in leaves and infusion of dioica nettle. *Pharmacy*. 2012; 2: 5–7 (in Russ.).
2. Samylina I. A., Rudakova I. P., Aladysheva J. I., Kovaleva S. V. Determination of sugars by spectrophotometric methods. *Pharmacy*. 2009; 4: 3–5 (in Russ.).
3. Babeshina L. G., Gorina Ya. V., Kolokolova A. P. et al. Study of polysaccharides of certain species of the genus *Sphagnum* L. *Journal of the Siberian Federal University. Chemistry*. 2010; 4: 413–422 (in Russ.).
4. Kolosova O. A., Gorokh T. A., Fursa N. S. Determination of free and bound sugars in the underground organs of the valerian of the dubious. *Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of articles. scientific works conf. Pyatigorsk*. 2013; 68: 56–57 (in Russ.).
5. Korzh A. P., Guryev A. M., Belousov M. V., Yusubov M. S., Belyanin M. L. Monosaccharide composition of the polysaccharide complex of coltsfoot leaves. *Bulletin of Siberian medicine*. 2011; 5: 62–65 (in Russ.).
6. Olennikov D. N., Tankhaeva L. M. Method for the quantitative determination of the total content of polysaccharides in flax seeds. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2007; 4: 85–90 (in Russ.).
7. Zlobin A. A., Martinson E. A., Ovechkin I. A., Durnev E. A., Ovodova R. G., Litvinets S. G. Composition and properties of pectin polysaccharides of hypericum perforated *Hypericum perforatum* L. *Plant Chemistry raw materials*. 2011; 1: 33–38 (in Russ.).
8. Russian Federation State Pharmacopoeia XIII ed. M., 2015; 2: 1004. Available at: [http://193.232.7.120/feml/clinical\\_ref/pharmacopoeia\\_1/HTML/](http://193.232.7.120/feml/clinical_ref/pharmacopoeia_1/HTML/) (in Russ.).
9. Russian Federation State Pharmacopoeia XIV ed. M., 2018; 4: 7019. Available at: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (in Russ.).