

## ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО КОМПЛЕКСА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

О. В. Тринеева, А. И. Сливкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Поступила в редакцию 09.01.2020 г.

**АННОТАЦИЯ.** Сырье лекарственных растений имеет довольно сложный фитохимический состав, представленный различными группами биологически активных веществ (БАВ). В этом отношении плоды облепихи крушиновидной не являются исключением и содержат в своем составе водорастворимые фракции БАВ: витамины, флавоноиды, полисахариды, органические кислоты, дубильные вещества, каротиноиды, токоферолы, фосфолипиды, воски и многие другие. Накопление комплекса БАВ зависит от многих факторов: климатических условий места произрастания, сорта, времени сбора и условий сушки, а также других параметров. По данным литературы плоды содержат быстрые углеводы - легкоусвояемые сахара (сахароза, глюкоза, фруктоза и др.). Традиционный гравиметрический метод определения полисахаридов в лекарственном растительном сырье (ЛРС), фармацевтических субстанциях растительного происхождения и лекарственных растительных препаратах характеризуется рядом недостатков: длительный, трудоемкий, а также дает завышенные результаты из-за присутствия примесей. Поэтому определение восстанавливающих сахаров, наиболее полно переходящих в водные лекарственные формы – настои и отвары, целесообразно проводить с применением современных физико-химических методов анализа. Целью работы являлось применение различных физико-химических методов для изучения углеводного комплекса плодов облепихи крушиновидной и их сравнительная характеристика. Фармакопейными методами проведено сравнительное определение в плодах облепихи крушиновидной суммы простых сахаров и полисахаридов. 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. С применением различных фармакопейных спектрофотометрических методик установлено содержание свободных и связанных сахаров в сырье. Самое большое содержание суммы полисахаридов и свободных простых сахаров в полисахаридном комплексе плодов облепихи крушиновидной согласно экспериментальным данным получено пикриновым способом. Содержание пентоз в изучаемом ЛРС оказалось на порядок меньше, что согласуется с данными литературы о преимущественном построении полисахаридов растительных объектов из сахаров класса гексоз. Полученное суммарное содержание фракции свободных сахаров в плодах, определенное методом КЭ, в два раза меньше по сравнению с пикриновым спектрофотометрическим методом. Полученные методом ТСХ результаты количественного определения суммы свободных и связанных простых сахаров в изучаемом ЛРС согласуются с данными определения пикриновым фармакопейным методом. 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:** дифференциальная спектрофотометрия, плоды облепихи крушиновидной, капиллярный электрофорез, полисахариды, тонкослойная хроматография, простые восстанавливающие сахара, пикриновый, орциновый, антроновый методы.

Обзор литературы за последние 30 лет показал, что при оценке качества лекарственных средств (ЛС), содержащих моносахариды, а также

при исследовании состава простых сахаров в полисахаридных комплексах лекарственных растений, биологически активных добавках, изделиях пищевого и косметического назначения отдается предпочтение методам физико-химического ана-

лиза, в виду их экспрессности, чувствительности и информативности [1-14].

Такие нормативные документы (НД), как ФС «Мать-и-мачехи листья», на лекарственный растительный препарат (ЛРП) «Ламинарид», «Сок подорожника», «Алтейного корня экстракт сухой» и «Арменикум» [1,7] предлагают определение сахаров проводить по методу с пикриновой кислотой. В ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [7] дополнительно включены методики с орцином и антроном. В ГФ РФ XIV издания подобной ОФС не представлено [14].

Сырье лекарственных растений имеет довольно сложный фитохимический состав, представленный различными группами биологически активных веществ (БАВ). В этом отношении плоды облепихи крушиновидной не являются исключением и содержат в своем составе водо- и жирорастворимые фракции БАВ: витамины, флавоноиды, полисахариды, органические кислоты, дубильные вещества, каротиноиды, токоферолы, фосфолипиды, воски и многие другие. Накопление комплекса БАВ зависит от многих факторов: климатических условий места произрастания, сорта, времени сбора и условий сушки, а также других параметров. По данным литературы плоды содержат быстрые углеводы - легкоусвояемые сахара (сахароза, глюкоза, фруктоза и др.) [13,15-18]. Традиционный гравиметрический метод определения полисахаридов в лекарственном растительном сырье (ЛРС), фармацевтических субстанциях растительного происхождения и лекарственных растительных препаратах характеризуется рядом недостатков: длительный, трудоемкий, а также дает завышенные результаты из-за присутствия примесей [1]. Поэтому определение восстанавливающих сахаров, наиболее полно переходящих в водные лекарственные формы – настои и отвары, целесообразно проводить с применением современных физико-химических методов анализа.

Целью работы являлось применение комплекса различных физико-химических методов анализа для изучения углеводного состава плодов облепихи крушиновидной и их сравнительная характеристика.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследования использовались плоды облепихи крушиновидной высушенные, заготовленные в Воронежской области в фазу полного созревания, по установленным для данного вида

ЛРС правилам сбора. Высушивание плодов осуществляли при  $t = 60^{\circ}\text{C}$  так, чтобы содержание остаточной влаги не превышало 14%. Все растворители и реактивы были марки х.ч. и ч.д.а. (ЗАО «Вектон», СПб, Россия). В работе использованы стандартные субстанции  $\text{C}_6$ - и  $\text{C}_5$ -сахаров: фруктоза, глюкоза, рамноза и ксилоза (степень чистоты не менее 99%; ЗАО «Вектон», СПб, Россия).

Методики, описанные в ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [7], были использованы в работе для изучения состава и количественного определения суммы простых (свободных и связанных) восстанавливающих сахаров в объекте исследования. В более ранних работах авторами [15-18] подобраны и обоснованы оптимальные условия экстракции анализируемой группы БАВ из изучаемого ЛРС, а также разработана и валидирована методика определения сахаров пикриновым методом применительно к плодам облепихи крушиновидной. Исследования проведены на спектрофотометре Hitachi U-1900 (Япония). Приготовление основных и вспомогательных реактивов осуществляли по вышеуказанной ОФС ГФ XIII изд. [7] и ГФ XIV изд. ФС «Мать-и-мачехи листья» [14].

При определении сахаров методом капиллярного электрофореза (КЭ) проводили извлечение их из твердых проб водой очищенной с последующим разделением и количественным определением исследуемых компонентов. Детектирование проводили косвенным способом, измеряя светопоглощение при длине волны 254 нм («Капель-105М», Россия, СПб, «Люмекс»). Фоновый электролит с добавкой ЦТАБ,  $\text{pH}=12.1$  на основе сорбата калия. Характеристики капилляра: Лэфф/Лобщ = 65/75 см, ID= 50 мкм. Параметры вода пробы: 150 мбар\*с; напряжение: - 25 кВ;  $t=20^{\circ}\text{C}$ . Сбор и обработка данных осуществлялась с помощью персонального компьютера и специализированного программного обеспечения [19].

Авторами также разработана и запатентована [20] методика хроматографического разделения и количественного определения моносахаридов (глюкозы, рамнозы и ксилозы) в тонком слое сорбента, использованная в данной работе (таблица 1).

Хроматографические зоны детектировали и сразу же сканировали пластины с помощью планшетного сканера с разрешением не менее 300 dpi. Изображения хроматограмм подвергали обработке компьютерной программой «Sorbfil Videodensitometer» (ЗАО «Сорбполимер», Россия, Краснодар; v1.7) и получали треки в координатах  $R_f$  – интенсивность. Установлено, что в диапа-

Таблица 1

Характеристика методики хроматографического разделения и количественного определения моносахаридов

№ п/п	Параметр методики	Характеристика
1	Сорбент	Силикагелевые пластинки марки «Sorbfil» 10x15 см ПТСХ-АФ-А (Россия)
2	Элюент	н-бутанол-ледяная уксусная кислота-вода (4:1:2)
3	Проявитель	Реактив, состоящий из сульфаниламида и о-фталевой кислоты
4	Объем пробы	2 мкл водного раствора с содержанием БАВ 10 мг/мл
5	Время насыщения камеры парами элюента	10 мин
6	Время элюирования	7 часов
7	Время выдерживания пластинки в термостате	3-5 мин при $t^{\circ} \geq 100^{\circ}\text{C}$
8	Чувствительность методики	$2.5 - 5 \cdot 10^{-6}$ г БАВ в пробе, нанесенной на пластинку

зоне изучаемых концентраций, содержание моносахаридов и площадь хроматографической зоны связаны между собой линейной зависимостью, что позволило провести количественный анализ.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследования количественного содержания суммы свободных простых сахаров и полисахаридов в углеводном комплексе плодов облепихи крушиновидной фармакопейными спектрофотометрическими методиками (рис. 1-3) представлены в таблице 2. 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 [15-18].

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, пикриновый метод основан на цветной реакции восстановления моносахаридом нитро-группы пикриновой кислоты в амино-с образованием в результате аминопикриновой кислоты [1]. 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 плодов облепихи крушиновидной, так и суммы свободных восстанавливающих простых сахаров согласно экспериментальным данным (таблица 2) получено именно данным способом.

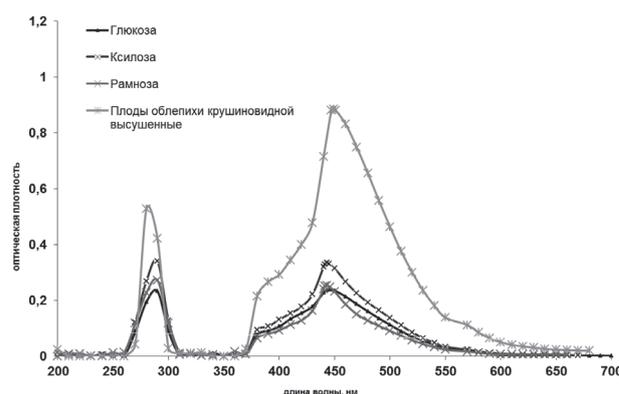


Рис. 1. Спектры поглощения изучаемого ЛРС (пикриновый метод)

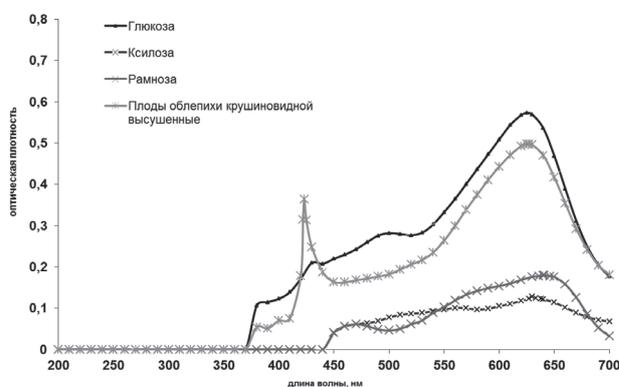


Рис. 2. Спектры поглощения изучаемого ЛРС (антроновый метод)

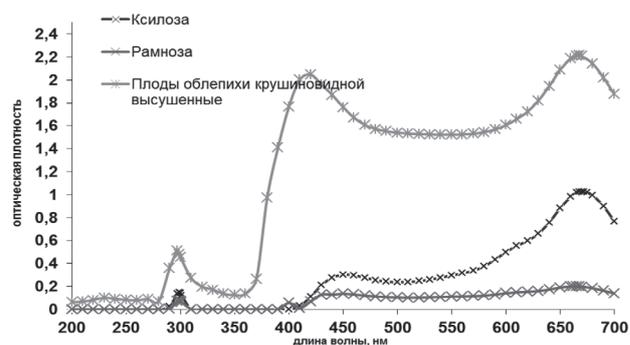


Рис. 3. Спектры поглощения изучаемого ЛРС (орциновый метод)

Результаты исследования количественного содержания суммы свободных простых сахаров и полисахаридов (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

№ п/п	Методика	Суммарное содержание, %	
		простые сахара (свободные и связанные)	свободные простые сахара
1	Метод с пикриновой кислотой (в пересчете на глюкозу)	27.2482±3.9837	18.2200±2.6638
2	Метод с антроном (в пересчете на глюкозу)	10.5191±1.0519	-
3	Метод с орцином	1.7184±0.1718	-

В основе антронового метода лежит реакция образования комплексного соединения сине-зеленого цвета между оксиметилфурфуролом, образующимся при дегидратации моносахаридов, полученных в результате гидролиза полисахаридов в среде концентрированной серной кислоты, и антроном [1]. 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 плодов облепихи крушиновидной, так и суммы свободных восстанавливающих простых сахаров согласно экспериментальным данным (таблица 2) оказалось примерно в три раза ниже по сравнению с пикриновым способом.

Сущность орцинового метода заключается в отщеплении воды при нагревании пентоз и образовании фурфурола в присутствии кислот. Последний с орцином и железа хлоридом (III) образует зеленое окрашивание [1]. Метод используется и более специфичен для определения пентасахаров.

Содержание пентоз в изучаемом ЛРС оказалось на порядок меньше, что согласуется с данными литературы о преимущественном построении полисахаридов растительных объектов из сахаров класса гексоз.

В последнее время КЭ, характеризующийся такими преимуществами как наличие доступной приборной базы отечественного производства, экспрессностью, простотой определения и низкой стоимостью одного анализа, занимает лидирующие позиции в фармацевтическом анализе. При исследовании ЛРС данный метод наиболее часто применяется для определения качественного и количественного состава таких групп БАВ, как органические кислоты (в том числе и аминокислоты), сахара, макроэлементы, водорастворимые витамины группы В и флавоноиды [19].

Вид электрофореграмм свободных сахаров исследуемого ЛРС показан на рис. 4 и 5. Результаты определения приведены в таблице 3.

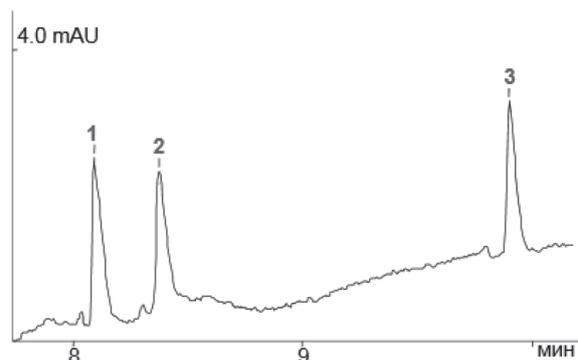


Рис. 4. Электрофореграмма смеси стандартных образцов сахаров: 1 – фруктоза (28.5 г/л); 2 – глюкоза (28 г/л); 3 – сахароза (49 г/л)

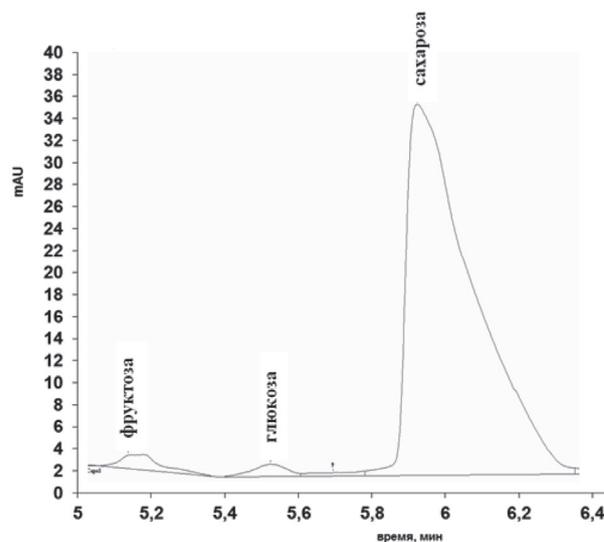


Рис. 5. Электрофореграмма сахаров плодов облепихи крушиновидной (последовательность пиков: фруктоза, глюкоза, сахароза)

Таблица 3

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

№ п/п	Сахара	Содержание свободных простых сахаров, %
1	Фруктоза	1.096±0.055
2	Глюкоза	0.234±0.012
3	Сахароза	9.521±0.476
Всего		10.851±0.543

Полученные результаты демонстрируют (таблица 3), что содержание индивидуальных простых сахаров в плодах облепихи крушиновидной достаточно высоко, что, в целом, характерно для данной морфологической группы сырья. Следует отметить, что особенности пробоподготовки ЛРС к проведению анализа данным методом, позволяют идентифицировать и определить только содержание свободных гексоз, а также дисахарида – сахарозы в изучаемом объекте. Полученное суммарное содержание фракции свободных сахаров в плодах, определенное методом КЭ, в два раза меньше по сравнению с пикриновым спектрофотометрическим методом. Диаграмма распределения содержания свободных простых сахаров в плодах облепихи крушиновидной представлена на рис. 6. Данные рис. 6 показывают, что большая часть среди свободных сахаров плодов приходится на дисахарид – сахарозу. Несмотря на высокое содержание легкодоступных сахаров, гликемический индекс плодов является низким и составляет, по данным литературы, 30 ЕД. А следовательно, плоды данного ценного лекарственного растения могут быть рекомендованы для использования в рационе питания больных сахарным диабетом.

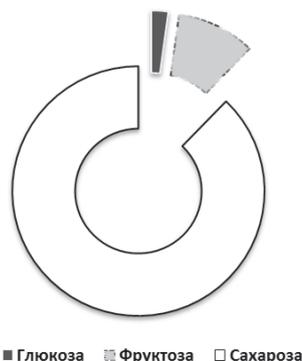


Рис. 6. Распределение содержания свободных простых сахаров в плодах облепихи крушиновидной

Более объективный качественный и количественный анализ в настоящее время позволяют получить хроматографические методы. Изучение состава сахаров в углеводных комплексах лекарственных растений, как свидетельствует значительное число научных публикаций, осуществляют методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [2,4,6,18,20].

Полученное в условиях кислотного гидролиза [15-18] извлечение из изучаемого ЛРС хроматографировали в условиях ранее разработанной и описанной (таблица 1) ТСХ-методики [20]. Зоны простых сахаров характерной окраски (рис. 7)

обнаружены на хроматограммах извлечений из исследуемого ЛРС, среди которых по характерному значению величины  $R_f$  идентифицированы глюкоза, ксилоза и рамноза в сравнении с достоверными стандартными образцами. Полученные изображения после сканирования пластин обрабатывали компьютерной программой «Sorbfil Videodensitometer» (рис. 8). Результаты количественного определения свободных и связанных моносахаридов в извлечении, а также метрологическая характеристика полученных результатов представлены в таблице 4.



Рис. 7. Вид хроматограммы 3 мкл водного извлечения, подвергнутого кислотному гидролизу, из плодов облепихи крушиновидной

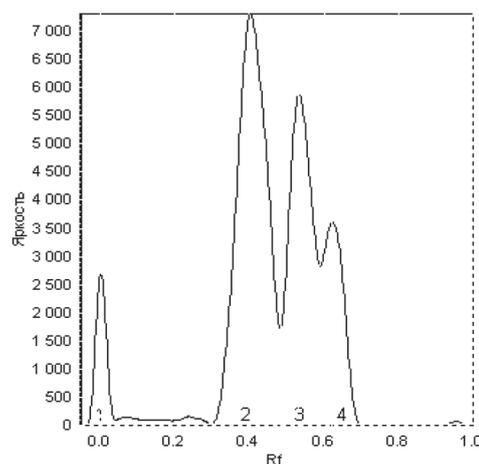


Рис. 8. Денситограмма смеси стандартных растворов исследуемых моносахаридов (последовательность пиков: глюкоза, ксилоза, рамноза)

Полученные результаты (таблица 3, содержание глюкозы  $35.57 \pm 3.45$ ) согласуются с данными определения суммы свободных и связанных моносахаридов в изучаемом ЛРС пикриновым фармакопейным методом (таблица 1;  $27.2482 \pm 3.9837$ ). Содержание в плодах пентоз, определенное методом ТСХ, также незначительно.

Результаты определения свободных и связанных сахаров методом ТСХ

№ п/п	Зоны на хроматограммах	R <sub>f</sub> ±0,02	Сумма свободных и связанных моносахаридов*, %
1	Глюкоза	0.28	35.57±3.45; ε <sub>ср</sub> =9.69%
2	Ксилоза	0.46	Менее 0.05 %
3	Рамноза	0.52	1.71±0.10; ε <sub>ср</sub> =5.76%
4	Не идентифицированная зона	0.79	-
5	Не идентифицированная зона	0.86	-

\*(в пересчете на абсолютно сухое сырье)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведено определение суммы полисахаридов и простых свободных и связанных сахаров в плодах облепихи крушиновидной фармакопейными спектрофотометрическими методами. Методы характеризуются основным недостатком - не дают представления о качественном составе моносахаридов в ЛРС, а позволяют только 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. КЭ - метод, позволяющий получить наиболее полную информацию о качественном и количественном содержании свободных простых сахаров в ЛРС за одну аналитическую процедуру. Однако, в зависимости от целей анализа, полные сведения о составе и количественном содержании простых и связанных сахаров в полисахаридном комплексе растительных объектов возможно получить только комбинированием данных методов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Самылина И.А., Рудакова И.П., Аладышева Ж.И., Ковалева С.В. // Фарма-ция. 2009. №4. С. 3 – 5.
- Бабешина Л.Г., Горина Я.В., Колоколова А.П., Краснов Е.А., Карпова М.Р. // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2010. №4. С. 413-422.
- Колосова О.А., Горох Т.А., Фурса Н.С. // «Разработка, исследование и мар-кетинг новой фармацевтической продукции», Сб. научных трудов конф. Пяти-горск, 2013. Вып. 68. С. 56 – 57.
- Корж А.П., Гурьев А.М., Белоусов М.В., Юсубов М.С., Белянин М.Л. // Бюллетень сибирской медицины 2011. №5. С. 62-65.
- Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. // Химия растительного сырья. 2007. №4. С. 85-90.
- Злобин А.А., Мартинсон Е.А., Овечкина И.А., Дурнев Е.А., Оводова Р.Г., Литвинец С.Г. // Химия растительного сырья. 2011. №1. С. 33-38.
- Государственная Фармакопея Российской Федерации XIII изд. Режим досту-па: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-podeyatelnosti-deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obschih-farmakopeynyh-statey> (дата обращения 15.08.2019).
- Ямщикова С.И., Никулин А.В., Потанина О.Г. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2018. Т. 21. № 10. С. 125-129.
- Никулин А.В., Терещенко Г.С., Потанина О.Г. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. Т. 19. № 9. С. 3-7.
- Никулин А.В., Ямщикова С.И., Потанина О.Г., Абрамович Р.А. // Био-фармацевтический журнал. 2018. Т. 10. № 5. С. 42-59.
- Федосеева Л.М., Мызникова О.А. // Бюллетень медицинской науки. 2017. № 4 (8). С. 39-42.
- Тангиева Т.А., Маркарян А.А., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А. // Башкир-ский химический журнал. 2014. Т. 21. № 3. С. 95-98.
- Букштынов А.Д., Трофимов Т.Т., Ермаков Б.С. Облепиха. М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1978. 192 с.
- Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmasorea.php> (дата обращения 15.08.2019).
- Тринеева О.В., Казьмина М.А., Сливкин А.И. // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. №1(18). С. 138-143.
- Тринеева О.В., Казьмина М.А., Сливкин А.И. // «Фармообразование-2016», Материалы 6-ой Международной научно-методической конференции, 21-23 апреля 2016, Воронеж, с. 547-551.
- Тринеева О.В., Сливкин А.И. // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 215-222.
- Тринеева О.В. Дисс. докт. фарм. наук. Москва, 2017, 441 с.

19. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: ООО «Веда», 2006. 212 с.

*Воронежский государственный университет*  
*\*Тринева О. В., доктор фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии*  
*E-mail: trineevaov@mail.ru*

*Сливкин А. И., доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии*  
*e-mail: slivkin@pharmvsu.ru*

20. Тринева О.В., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И., Назарова А.А. Патент РФ №2642264, 2018.

*Voronezh State University*  
*\*Trineeva O. V., PhD., DSci., Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology*  
*E-mail: trineevaov@mail.ru*

*Slivkin A. I., PhD., DSci., Full Professor, Head Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology*  
*E-mail: slivkin@pharmvsu.ru*

## STUDY OF A CARBOHYDRATE COMPLEX OF FRUITS OF SEA BUCKTHORN OF VARIOUS METHODS

O. V. Trineeva, A. I. Slivkin

*Voronezh State University*

**Abstract.** Raw materials of medicinal plants have a rather complex phytochemical composition, represented by various groups of biologically active substances (BAS). In this regard, the fruits of sea buckthorn are not an exception and contain water and fat-soluble fractions of BAS: vitamins, flavonoids, polysaccharides, organic acids, tannins, carotenoids, tocopherols, phospholipids, waxes and many others. The accumulation of the BAS complex depends on many factors: the climatic conditions of the place of growth, variety, harvest time and drying conditions, as well as other parameters. According to literature, the fruits contain fast carbohydrates - easily digestible sugars (sucrose, glucose, fructose, etc.). The traditional gravimetric method for the determination of polysaccharides in medicinal plant raw materials (MRM), pharmaceutical substances of plant origin, and herbal medicines is characterized by a number of disadvantages: long, laborious, and also does not give overestimated results due to the presence of impurities. Therefore, the definition of reducing sugars, most fully passing into aqueous dosage forms - infusions and decoctions, is advisable to be carried out using modern physical and chemical methods of analysis. The aim of the work was the application of various physicochemical methods to study the carbohydrate complex of buckthorn fruits and their comparative characteristics. Pharmacopoeia methods carried out a comparative determination in the fruits of sea buckthorn sum of simple sugars and polysaccharides. Free and bound simple sugars have been 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. Using various pharmacopoeial spectrophotometric techniques, the content of free and bound sugars in the raw material was established. The highest content of the sum of polysaccharides and free simple sugars in the polysaccharide complex of sea buckthorn fruits according to experimental data was obtained by the picrin method. The content of pentoses in the studied MRM turned out to be an order of magnitude lower, which is consistent with literature data on the preferential construction of polysaccharides of plant objects from hexoses of sugars. The resulting total content of the fraction of free sugars in the fruits, determined by the CE method, is two times less than the picrin spectrophotometric method. The results of the quantitative determination of the sum of free and bound simple sugars in the studied MRM obtained by TLC are consistent with the determination by the picrine pharmacopoeia method. In general, complete information, depending on the purpose of the analysis, on the composition and quantitative content of simple and bound sugars in the polysaccharide complex of plant objects can only be obtained by combining spectral methods with CE or TLC.

**Keywords:** differential spectrophotometry, sea buckthorn fruits, capillary electrophoresis, polysaccharides, thin layer chromatography, simple reducing sugars, picrin, orcin, anthrone methods.

## REFERENCES

1. Samylina I.A., Rudakova I.P., Aladysheva Zh.I., Kovaleva S.V., Farmatsiya, 2009, No 4, pp. 3 – 5.
2. Babeshina L.G., Gorina Ya.V., Kolokolova A.P., Krasnov E.A., Karpova M.R., Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Khimiya, 2010, No 4, pp. 413-422.
3. Kolosova O.A., Gorokh T.A., Fursa N.S., «Razrabotka, issledovanie i marketing novoi farmatsevticheskoi produktsii», Sb. nauchnykh trudov konf., Pyatigorsk, 2013, Vyp. 68, pp. 56 – 57.
4. Korzh A.P., Gur'ev A.M., Belousov M.V., Yusubov M.S., Belyanin M.L., Byulleten' sibirskoi meditsiny. 2011. No 5. pp. 62-65.
5. Olennikov D.N., Tankhaeva L.M., Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2007. No 4. pp. 85-90.
6. Zlobin A.A., Martinson E.A., Ovechkina I.A., Durnev E.A., Ovodova R.G., Litvinets S.G., Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2011. No 1. pp. 33-38.
7. Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiiskoi Federatsii XIII izd. Rezhim do-stupa: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/11/materialy-po-deyatelnosti-deparatamenta/stranitsa-856/spisok-obshih-farmakopeynyh-statey> (accessed 15.08.2019).
8. Yamshchikova S.I., Nikulin A.V., Potanina O.G., Voprosy biologicheskoi, med-itsinskoi i farmatsevticheskoi khimii. 2018. T.21. No10. pp. 125-129.
9. Nikulin A.V., Tereshchenko G.S., Potanina O.G., Voprosy biologicheskoi, med-itsinskoi i farmatsevticheskoi khimii. 2016. T.19. No 9. pp. 3-7.
10. Nikulin A.V., Yamshchikova S.I., Potanina O.G., Abramovich R.A., Biofar-matsevticheskii zhurnal. 2018. T.10. No 5. pp. 42-59.
11. Fedoseeva L.M., Myznikova O.A., Byulleten' meditsinskoi nauki. 2017. No 4 (8). pp. 39-42.
12. Tangieva T.A., Markaryan A.A., Dargaeva T.D., Pupykina K.A., Bashkirskii khimicheskii zhurnal. 2014. T.21. No 3. pp. 95-98.
13. Bukshtynov A.D., Trofimov T.T., Ermakov B.S. Oblepikha. M.: Izd-vo «Le-snaya promyshlennost'», 1978. 192 p.
14. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii XIV izd. Rezhim dostu-pa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (accessed 15.08.2019).
15. Trineeva O.V., Kaz'mina M.A., Slivkin A.I., Razrabotka i registratsiya le-karstvennykh sredstv. 2017. No 1(18). pp. 138-143.
16. Trineeva O.V., Kaz'mina M.A., Slivkin A.I., «Farmobrazovanie-2016», Mate-rialy 6-oi Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii, 21-23 aprelya 2016, Voronezh, pp. 547-551.
17. Trineeva O.V., Slivkin A.I., Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2020. No 1. pp. 215-222.
18. Trineeva O.V. Diss. dokt. farm. nauk. Moskva, 2017, 441 p.
19. Komarova N.V., Kamentsev Ya.S. Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza «Kapel'». SPb.: OOO «Veda», 2006. 212 p.
20. Trineeva O.V., Safonova E.F., Slivkin A.I., Nazarova A.A. Patent RF, no. 2642264, 2018.