

УДК 543.635.9

## РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ СВОБОДНЫХ И СВЯЗАННЫХ ПРОСТЫХ САХАРОВ В ПЛОДАХ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

О.В. Тринеева<sup>1\*</sup>, М.А. Казьмина<sup>1</sup>, А.И. Сливкин<sup>1</sup>

**Резюме.** Разработана и валидирована методика определения суммы свободных и связанных сахаров пикриновым методом в плодах облепихи крушиновидной. Валидационная оценка методики по характеристикам: специфичность, линейность, предел обнаружения, внутри- и межлабораторная воспроизводимость и повторяемость – показала ее соответствие основным критериям приемлемости. Проведено определение суммы полисахаридов и простых сахаров в плодах облепихи крушиновидной фармакопейными методами (антроновым и орциновым). Установлено содержание свободных и связанных сахаров в плодах. Исследована стабильность полисахаридного комплекса в плодах облепихи крушиновидной при высушивании.

**Ключевые слова:** плоды облепихи крушиновидной, полисахариды, простые сахара, пикриновый метод, орциновый метод, антроновый метод.

### DEVELOPMENT AND VALIDATION OF METHODS FOR DETERMINING THE AMOUNT OF FREE AND RELATED SIMPLE SUGARS IN THE FRUIT OF SEA BUCKTHORN

O.V. Trineeva<sup>1\*</sup>, M.A. Kazmina<sup>1</sup>, A.I. Slivkin<sup>1</sup>

**Abstract.** Developed and validated method of determining the amount of free and bound sugars picric method in the fruit of sea buckthorn. Validation assessment methodology characteristics: specificity, linearity, limit of detection, intra- and inter-laboratory reproducibility and repeatability demonstrated its compliance with the basic eligibility criteria. A determination of the amount of simple sugars and polysaccharides in the fruit of sea buckthorn of pharmacopoeial methods (ortsine and anthrone methods). It established the content of free and bound sugars in the fruit. The stability of the complex polysaccharide in the fruit of sea buckthorn on drying.

**Keywords:** sea buckthorn fruit, polysaccharides, simple sugars, picric method, ortsine method, anthrone method.

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

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

\* адресат для переписки:  
E-mail: trineevaov@mail.ru

## ВВЕДЕНИЕ

Определение сахаров с пикриновой кислотой описано в нормативной документации на лекарственное растительное сырье (ЛРС) «Мать-и-мачехи листья», а также фитопрепараты «Ламинарид», «Алтейного корня экстракт сухой», «Сок подорожника», «Арменикум». В основе метода лежит цветная реакция моноз с пикриновой кислотой с образованием аминопикриновой кислоты в результате восстановления альдозой группы  $\text{NO}_2$  в  $\text{NH}_2$ . Полученные восстанавливающие моносахариды с пикриновой кислотой в щелочной среде имеют максимум поглощения в диапазоне 440–460 нм [1].

Кроме пикринового метода, в ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [2] включены и другие способы. Антроновый метод основан на расщеплении сложных углеводов до моносахаридов в сильноокислой среде с последующей их дегидратацией и образованием оксиметилфурфуrolа,

образующего при реакции с антроном комплексное соединение синевато-зеленого цвета. Интенсивность образовавшейся окраски пропорциональна содержанию сахаров в реакционной среде [2]. При нагревании пентоз в орциновом методе (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].

Плоды облепихи крушиновидной имеют сложный химический состав, представленный такими группами биологически активных веществ (БАВ), как флавоноиды, органические кислоты, дубильные вещества, водо- и жирорастворимые витамины, полисахариды. Биохимический состав зависит от сорта, места произрастания, времени сбора и других факторов. Согласно литературным данным в плодах содержатся легкоусвояемые сахара. Из углеводов в облепихе найдены глюкоза, фруктоза, сахароза [3, 4].

Цель работы – разработка и валидация спектрофотометрической методики количественного определения суммы поли- и моносахаридов в плодах облепихи крушиновидной различными способами консервации.

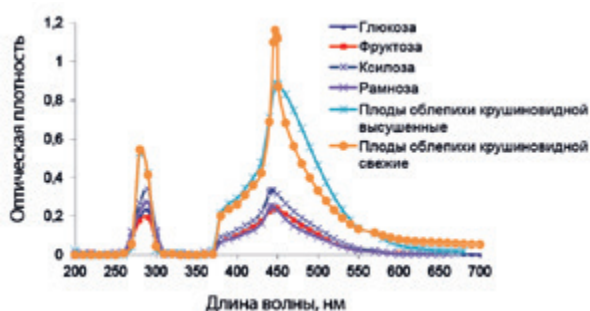
## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись свежие и высушенные плоды облепихи крушиновидной, собранные в Воронежской области в период полного созревания, согласно правилам заготовки данного вида ЛРС. Сушку плодов производили при  $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до остаточной влажности не более 14%.

Для количественного определения простых сахаров, как свободных, так и связанных, в сырье облепихи крушиновидной использованы методики, изложенные в ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» [2]. Определение сахаров спектрофотометрическим методом проводят по измерению оптической плотности окрашенных растворов, образуемых при взаимодействии сахаров с антроновым или орциновым реактивами и пикриновой кислотой.

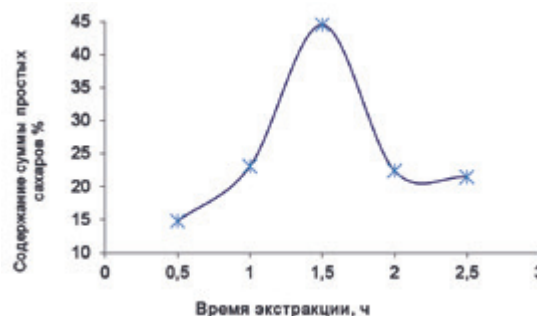
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Максимум поглощения в диапазоне длин волн 443–445 нм отмечен для стандартных образцов моноз (глюкоза, фруктоза, ксилоза, рамноза, ЗАО «Вектон», Россия) с пикриновой кислотой в щелочной среде, использованных при разработке методики (рисунок 1).



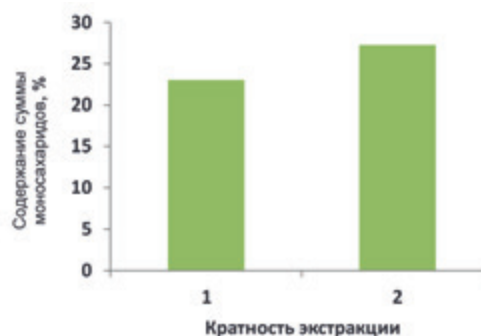
**Рисунок 1.** Пикриновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов моноз и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с пикриновой кислотой

Выделение простых сахаров из полисахаридного комплекса осуществляли путем экстракции ЛРС водой очищенной, подкисленной концентрированной кислотой хлористоводородной, для гидролиза сложных углеводов. Для установления полноты экстракции моноз из плодов облепихи крушиновидной изучали влияние соотношения сырья и экстрагента, кратности экстракции и оптимального времени экстракции (рисунок 2).



**Рисунок 2.** Влияние времени экстракции на содержание суммы простых сахаров в извлечении

Оптимальным для выделения моносахаридов является соотношение сырья и экстрагента 1,5:80 при добавлении концентрированной кислоты хлороводородной к экстрагенту в соотношении 10:1 (таблица 1). Наилучшее время экстракции согласно экспериментальным данным составило 1,5 ч (рисунок 2). Увеличение кратности экстракции способствует повышению выхода восстанавливающих моносахаридов из полисахаридного комплекса плодов (рисунок 3).



**Рисунок 3.** Влияние кратности экстракции на выход суммы поли- и моносахаридов в извлечении

С целью выбора оптимальных условий хранения плодов облепихи и исследования стабильности полисахаридного комплекса проводили количественное определение в свежих и высушенных плодах. Результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 1.**

Влияние соотношения сырья и экстрагента на извлечение моносахаридов из плодов облепихи крушиновидной

№ п/п	Соотношение сырья, экстрагента и конц. HCl	Содержание простых сахаров, %
1	0,5:80:8	27,8599±4,0731
2	1,0:80:8	19,2501±2,8144
3	1,5:80:8	36,6507±5,3583
4	2,0:80:8	29,6289±4,3317
5	2,5:80:8	23,0406±3,3685

Полученные данные (таблица 2) свидетельствуют о том, что способ консервации практически не оказы-

ваит влияния (в пределах ошибки определения) на стабильность полисахаридного комплекса плодов облепихи крушиновидной при высушивании.

**Таблица 2.**

**Результаты определения содержания суммы полисахаридов и восстанавливающих моносахаридов в плодах облепихи крушиновидной (в пересчете на абсолютно сухое сырье)**

№ п/п	Анализируемое сырье	Сумма полисахаридов и восстанавливающих моносахаридов, %
1	Плоды облепихи крушиновидной свежие	31,0080±4,5333
2	Плоды облепихи крушиновидной высушенные	27,2482±3,9837

Согласно литературным данным мякоть плодов богата свободными монозами (фруктоза и глюкоза). Косточка плодов содержит комплекс углеводов в качестве запасного питательного вещества [3, 4]. Содержание суммы свободных восстанавливающих моносахаридов в полисахаридном комплексе плодов облепихи крушиновидной, высушенных и свежих, в пересчёте на глюкозу и абсолютно сухое сырье определяли в извлечениях, не подвергавшихся кислотному гидролизу. Результаты представлены в таблице 3. Согласно принципам сквозной стандартизации, основанным на установлении содержания одной и той же группы БАВ в ЛРС и фитопрепаратах с использованием одного и того же метода, содержание суммы свободных восстанавливающих моносахаридов определяли в отварах плодов облепихи крушиновидной высушенных (таблица 3), приготовленных в соответствии с ОФС ГФ XIII изд. «Настои и отвары» [2].

**Таблица 3.**

**Результаты определения содержания суммы свободных восстанавливающих моносахаридов в плодах облепихи крушиновидной**

№ п/п	Объект исследования	Сумма свободных восстанавливающих моносахаридов, %
1	Плоды облепихи крушиновидной свежие	13,6205±1,9913
2	Плоды облепихи крушиновидной высушенные	18,2200±2,6638
3	Отвар плодов облепихи крушиновидной высушенных	0,6944±0,1012

Полученные данные могут свидетельствовать о том, что свободные моносахариды содержатся как в мякоти плодов (около 15% в пересчете на абсолютно сухое сырье), так и в эндосперме семени (до 5% в пересчете на абсолютно сухое сырье). При анализе свежего сырья выделение сахаров из цельной косточки плодов простой экстракцией водой очищенной практически не осуществляется. Поэтому считаем, что полученное значение количественного содержания суммы свободных моносахаридов локализовано в мякоти плодов облепихи крушиновидной. В то же время при

измельчении высушенного сырья с косточкой часть свободных сахаров, содержащихся в ней, также извлекается водой в процессе экстракции.

В ФС ГФ XIII изд. «Мать-и-мачехи листья» приведена методика количественного определения суммы полисахаридов и свободных сахаров в пересчете на глюкозу. Расчет рекомендуется проводить с использованием величины удельного показателя поглощения комплекса глюкозы с пикриновой кислотой при длине волны 470 нм. Максимум поглощения на спектрах полученных после взаимодействия извлечений из плодов облепихи крушиновидной с пикриновой кислотой в предлагаемых методикой условиях находился в диапазоне 445–448 нм (аналогичные максимумы давали и стандартные образцы), что не позволяло рассчитывать количественное содержание предложенным способом. Однако при увеличении времени кислотного гидролиза ЛРС происходило незначительное bathochromное смещение аналитического максимума (таблица 4), что может быть связано с большим выходом глюкозы из полисахаридного комплекса при увеличении времени, а следовательно, и полноты гидролиза.

**Таблица 4.**

**Влияние времени извлечения сахаров из плодов облепихи крушиновидной на положение аналитического максимума поглощения**

№ п/п	Время кислотного гидролиза ЛРС, ч	Положение максимума, нм
1	0,5	445
2	1,0	446
3	1,5	448
4	2,0	457
5	2,5	470

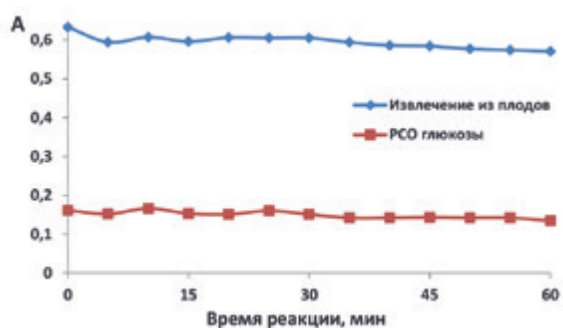
Таким образом, при варьировании времени гидролиза ЛРС можно предложить различные методики определения суммы полисахаридов и простых сахаров с использованием как величины удельного показателя поглощения, так и оптической плотности продуктов реакции глюкозы с пикриновой кислотой (таблица 5).

**Таблица 5.**

**Результаты определения содержания суммы полисахаридов и свободных восстанавливающих моносахаридов в плодах облепихи крушиновидной с применением различных расчетных способов**

№ п/п	Способ расчета	Сумма полисахаридов и свободных восстанавливающих моносахаридов, %
1	С использованием величины удельного показателя поглощения комплекса глюкозы с пикриновой кислотой	21,5967±3,1013
2	С использованием оптической плотности продуктов реакции стандартного образца глюкозы с пикриновой кислотой	29,6289±4,2547

При разработке методик определения различных групп БАВ с применением дифференциальной спектрофотометрии, в основе которых лежит цветная реакция, необходимым условием, обеспечивающим проведение точных измерений и получение воспроизводимых результатов, является установление оптимального времени протекания реакции для стабилизации величины оптической плотности. Для установления стабильности окраски продуктов реакции выделенной суммы полисахаридов и простых сахаров извлечения из плодов и раствора стандартного образца глюкозы с пикриновой кислотой в щелочной среде были проанализированы растворы после проведения реакции в течение 1 ч. Установлено, что оптическая плотность достаточно стабильна и сохраняется в течение наблюдаемого периода, незначительно снижаясь после 35 мин наблюдения (рисунок 4).



**Рисунок 4.** Зависимость оптической плотности продуктов реакции выделенной суммы полисахаридов и простых сахаров извлечения из плодов и раствора стандартного образца глюкозы с пикриновой кислотой в щелочной среде от времени проведения измерений

*Количественное определение в ЛРС.* Аналитическую пробу высушенного сырья измельчают (свежие плоды разминают стеклянной палочкой) до размера частиц, проходящих через сито с отверстиями размером 0,5 мм. Около 1,5 г (точная навеска) измельченного высушенного сырья или около 10,0 г (точная навеска) измельченного свежего сырья помещают в коническую колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 40 мл воды и 4 мл хлористоводородной кислоты концентрированной, колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане в течение 45 мин. Затем колбу охлаждают до комнатной температуры под струей холодной воды и процеживают через 5 слоев марли в мерную колбу вместимостью 100 мл. Остатки сырья в колбе промывают 10 мл воды. Марлю с остатками сырья помещают в ту же колбу с сырьем и экстракцию повторяют еще один раз указанным выше способом. Полученное извлечение процеживают через 5 слоев марли в ту же мерную колбу, марлю промывают, доводят объем извлечения водой до метки и перемешивают (раствор А). В коническую колбу вместимостью 50 мл помещают 10,0 мл раствора А, прибавляют по каплям натрия гидроксида раствор 40% до получе-

ния раствора с рН 4,0–4,5. Раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 50 мл, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают. Полученный раствор фильтруют через бумажный фильтр (раствор Б), отбрасывая первые 10–15 мл фильтрата. В мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 2,5 мл 1% спиртового раствора пикриновой кислоты и 7,5 мл 20% раствора натрия карбоната, перемешивают. В эту же мерную колбу помещают 5,0 мл раствора Б. Колбу с содержимым нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин, затем охлаждают до комнатной температуры под струей холодной воды, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают (раствор В). В качестве раствора сравнения используют раствор, состоящий из 2,5 мл 1% спиртового раствора пикриновой кислоты, 7,5 мл 20% раствора натрия карбоната и 5 мл воды, помещенных в мерную колбу вместимостью 100 мл и обработанных аналогичным образом. Оптическую плотность раствора В измеряют относительно раствора сравнения на спектрофотометре Hitachi U-1900 (Япония) в максимуме поглощения в кювете с толщиной слоя 10 мм. Параллельно измеряют оптическую плотность стандартного образца глюкозы, обработанного аналогично испытуемому раствору. Содержание суммы полисахаридов и свободных сахаров в пересчете на глюкозу в абсолютно сухом сырье в процентах (X, %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A_x \cdot 100 \cdot a_0 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 3}{A_{ст} \cdot a \cdot 25 \cdot 5 \cdot (100 - W)},$$

где  $A_x$  – оптическая плотность раствора В;  $A_{ст}$  – оптическая плотность раствора стандартного образца глюкозы, обработанного аналогично испытуемому раствору;  $a$  – навеска сырья, г;  $a_0$  – навеска глюкозы, г;  $W$  – влажность сырья, %.

*Количественное определение в отваре плодов.* Отвар плодов облепихи, приготовленный в соответствии с требованиями ОФС ГФ XIII изд. «Настои и отвары» [2], в количестве 10,0 мл помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают (раствор А). Полученный раствор фильтруют через бумажный фильтр, отбрасывая первые 10–15 мл фильтрата. В мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 2,5 мл 1% спиртового раствора пикриновой кислоты и 7,5 мл 20% раствора натрия карбоната, перемешивают. В эту же мерную колбу помещают 5,0 мл раствора А. Колбу с содержимым нагревают на кипящей водяной бане в течение 10 мин, затем охлаждают до комнатной температуры под струей холодной воды, доводят объем раствора водой до метки и перемешивают (раствор Б). В качестве раствора сравнения используют раствор, состоящий из 2,5 мл 1% спиртового раствора пикриновой кислоты, 7,5 мл 20% раствора натрия карбоната и 5 мл воды, помещенных в мерную колбу вместимостью 100 мл и обработанных аналогичным образом. Оптическую плотность раствора Б измеряют относитель-



но раствора сравнения на спектрофотометре Hitachi U-1900 (Япония) в максимуме поглощения в кювете с толщиной слоя 10 мм. Параллельно измеряют оптическую плотность стандартного образца глюкозы, обработанного аналогично испытываемому раствору. Содержание суммы полисахаридов и свободных сахаров в пересчете на глюкозу в абсолютно сухом сырье в процентах (X, %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A_x \cdot 100 \cdot a_0 \cdot 100 \cdot 3}{A_{ст} \cdot 25 \cdot 5},$$

где  $A_x$  – оптическая плотность раствора Б;  $A_{ст}$  – оптическая плотность раствора стандартного образца глюкозы, обработанного аналогично испытываемому раствору;  $g$ ;  $a_0$  – навеска глюкозы, г.

*Приготовление раствора стандартного образца глюкозы.* Около 0,05 г (точная навеска) глюкозы (ЗАО «Вектон», Россия), предварительно высушенной при температуре 100–105 °С до постоянной массы, растворяют в воде в мерной колбе вместимостью 100 мл, доводят объем раствора до метки и перемешивают. 10 мл полученного раствора переносят в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводят водой до метки, перемешивают. Раствор должен быть свежеприготовленным.

Приготовление антронового и орцинового реактивов, раствора пикриновой кислоты, а также других вспомогательных реактивов осуществляли по ОФС ГФ XIII изд. «Определение сахаров спектрофотометрическими методами» и ФС «Мать-и-мачехи листья» [2].

Метрологическая оценка результатов количественного определения приведена в таблице 6.

Валидационную оценку методики осуществляли по следующим характеристикам: специфичность, линейность, предел обнаружения (ПО), внутри- и межлабораторная воспроизводимость, повторяемость.

Специфичность считается доказанной, если ни растворитель, используемый при пробоподготовке, ни реактивы, ни компоненты плацебо не искажают результат. В данном случае методика специфична (рисунок 5).

Линейность определяли на восьми уровнях концентраций. Растворы готовили путем увеличения аликвоты по следующей схеме: аликвота раствора Б – от 1,0 до 8,0 мл, объем раствора В – 100,0 мл (20,0–160,0%). По полученным данным строили график зависимости оптической плотности раствора В от концентрации в

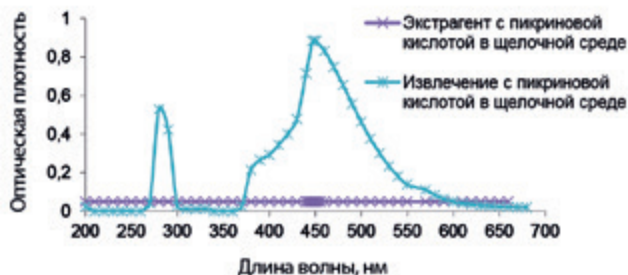


Рисунок 5. Определение специфичности СФ-методики количественного определения суммы полисахаридов и простых сахаров в пересчете на глюкозу в плодах облепихи крушиновидной

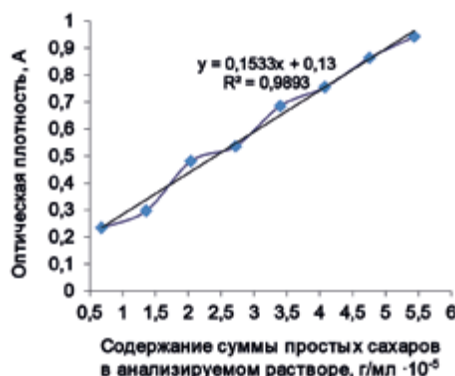


Рисунок 6. Вид зависимости оптической плотности раствора от суммарной концентрации простых сахаров в анализируемом растворе

нем простых сахаров и рассчитывали уравнение регрессии (рисунок 6). Другие характеристики линейности (наклон прямой, отрезок на оси ординат) приведены в таблице 7.

Внутрилабораторную воспроизводимость методики определяли в условиях, при которых шесть независимых результатов измерений получали одним и тем же методом в одной и той же лаборатории одним и тем же оператором с использованием одного и того же оборудования в пределах короткого промежутка времени. Межлабораторную воспроизводимость методики определяли в разных лабораториях, разными операторами с использованием различного оборудования. Критерий приемлемости при определении внутрилабораторной и межлабораторной воспроизводимости выражается величиной относительного стандартного отклонения (RSD, %), который составил около 5%, что свидетельствует о соответствии разработанной методики по параметру сходимости.

Таблица 6.

Метрологическая характеристика метода анализа (P=95%; n=5)

f	$x_{ср}$	$S^2$	S	$Sx_{ср}$	t(P,t)	$\Delta x$	$\Delta x_{ср}$	$\varepsilon_{ср}, \%$
4	20,90062	6,066202	2,463	1,09955	2,78	6,847	3,0567	14,62

Количественное определение суммы свободных восстанавливающих моносахаридов полисахаридного комплекса в извлечениях из ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза было проведено также другими спектрофотометрическими методами, рекомендованными ОФС ГФ XIII [2]. Были использованы антроновый и орциновый методы (рисунки 7 и 8). Результаты определения представлены в таблице 8.

Таблица 7.

Валидационные характеристики методики определения суммы полисахаридов и простых сахаров в пересчете на глюкозу в плодах облепихи

Характеристика	Статистические характеристики		Результаты			
Линейность	Уравнение прямой		y=0,1533x+0,13			
	Наклон (а)		0,1533			
	Отрезок на оси ординат b		0,13			
	Коэффициент корреляции		0,9893			
	Диапазон линейности (мкг в 1 мл извлечения)		6,80–54,40			
ПО, мкг/мл	Количество мкг простых сахаров в 1 мл извлечения		1,50			
Повторяемость	проба	Hitachi U-1900 (Япония)		СФ-2000 (Россия)		
		Оптическая плотность	Содержание БАВ, %	Оптическая плотность	Содержание БАВ, %	
	1	0,211	8,9183	0,2382	10,0680	
	2	0,252	10,6513	0,2283	9,6495	
	3	0,233	9,8482	0,2492	10,5329	
	4	0,211	8,9183	0,2592	10,9556	
	5	0,273	11,5389	0,2167	9,1592	
	6	0,236	9,9750	0,2178	9,2057	
	Наименьшее значение, %		8,9183		9,1592	
	Наибольшее значение, %		11,5389		10,9556	
	Среднее значение, %		9,9750		9,9285	
	Доверительный интервал (P=95%), %		9,9750±0,4340		9,9285±0,3106	
	Средняя ошибка определения, %		4,35		3,13	
	Коэффициент вариации, %		4,15		7,31	

Таблица 8.

Результаты определения суммы полисахаридов и простых сахаров в полисахаридном комплексе плодов облепихи крушиновидной, высушенных фармакопейными спектрофотометрическими методиками (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

№ п/п	Метод определения	Сумма полисахаридов и простых сахаров, %
1	Пикриновый метод	27,2482±2,7248
2	Антроновый метод	10,5191±1,0519
3	Орциновый метод	1,7184±0,1718

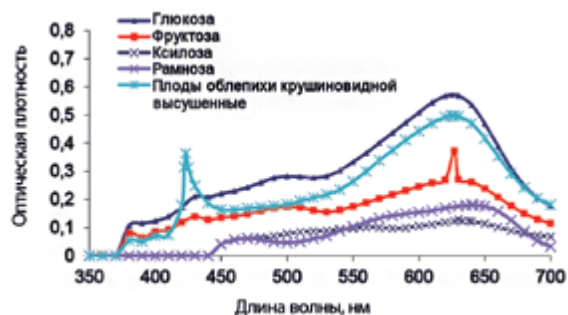


Рисунок 7. Антроновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов простых сахаров и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с антроном)

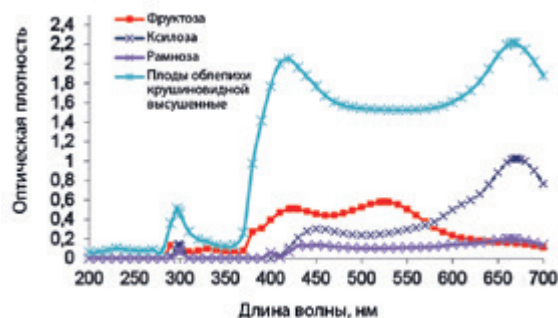


Рисунок 8. Орциновый метод. Спектры поглощения продуктов реакции стандартных образцов простых сахаров и извлечений из изучаемого ЛРС, полученных с применением кислотного гидролиза, с орцином и хлоридом железа (III)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана и валидирована методика определения суммы свободных и связанных сахаров пикриновым методом в плодах облепихи крушиновидной. Проведено определение суммы полисахаридов и простых сахаров в плодах облепихи крушиновидной антроновым и орциновым методами. Определено содержание суммы свободных простых сахаров в извлечениях из плодов различных способов консервации. Исследована стабильность полисахаридного комплекса в плодах облепихи крушиновидной при высушивании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.А. Самылина, И.П. Рудакова, Ж.И. Аладышева, С.В. Ковалева. Определение сахаров спектрофотометрическими методами // Фармация. 2009. № 4. С. 3–5.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIII изд.: в 3 т. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2015. URL: <http://www.femb.ru/feml> (дата обращения 15.11.2016).
3. О.В. Тринеева, М.А. Казьмина, А.И. Сливкин. Определение суммы полисахаридов и восстанавливающих моносахаридов в плодах облепихи крушиновидной различных способов консервации // Материалы 6-ой Международной научно-методической конференции «Фармообразование-2016». Воронеж, 21-23 апреля 2016. С. 547–551.
4. А.Д. Букштынов, Т.Т. Трофимов, Б.С. Ермаков и др. Облепиха. – М.: Лесная промышленность, 1978. 192 с.