обучающихся, также являются инструктаж, проводимый преподавателем, и организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Заключительный этап выполнения лабораторной работы – её оформление. В ВУЗе требуют, чтобы оформление лабораторной работы соответствовало конкретным требованиям (ГОСТ 7.32-2001). Правильно оформленная лабораторная работа подлежит сдаче руководителю, а в некоторых случаях предусматривается защищена студентом.

1. Соколов Р.С. Химическая технология. Том 2. Учебное пособие для ВУЗ-ов. Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, - Москва, 2000 г.
2. Елманова О.Ю. Особенности лабораторных и практических занятий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/materialy-metodicheskikh-obedinenii/library/2017/03/02/osobennosti-laboratornyh-i> (Дата обращения: 26.04.2020)
3. Васильев К. Особенности выполнения лабораторной работы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://disshelp.ru/blog/osobennosti-vypolneniya-laboratornoj-raboty/> (Дата обращения: 26.04.2020)
4. Лабораторное занятие, методика его подготовки и проведения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/70152/pedagogika/laboratornoe_zanyatie_metodika_podgotovki_provedeniya (Дата обращения: 26.04.2020)
5. Озерова Е.В. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/metodicheskie-rekomendacii-dlya-provedeniya-laboratornih-rabot-577560.html> (Дата обращения: 26.04.2020)
6. Шишлова М.А. Методика преподавания химии. Урок химии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_education/e-publications/2018/shishlova-ma_metodika_prepodav_khimii_2018.pdf (Дата обращения: 26.04.2020)

Шуклова А.С., Калмыкова Е.Н.

Экстракция гликанов из листьев вишни обыкновенной

*Липецкий государственный технический университет
(Россия, Липецк)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-338

idsp: ljjournal-05-2020-338

Аннотация

В статье представлены результаты исследования условий экстракции полисахаридов из листьев вишни (*Cerasus Vulgaris Mill*). Рассмотрено влияние природы растворителя на эффективность извлечения полисахаридов из растительного сырья. Показано, что экстрагированные гликаны не содержали примесей сапонинов, флавоноидов, танинов и других низкомолекулярных веществ. ИК-спектметрия использовалась для идентификации различных функциональных групп в полисахаридах. Элементный состав выделенных углеводных биополимеров изучен методом атомно-эмиссионной спектроскопии. Было установлено, что использование раствора лимонной кислоты позволяет получить максимальный выход полисахарида из растения.

Ключевые слова: экстрагенты, полисахариды, ИК – спектметрия, атомно-эмиссионная спектроскопия, пектины, вишня обыкновенная, *Cerasus Vulgaris Mill*.

Abstract

The article presents the results of a study of the conditions for the extraction of polysaccharides from cherry leaves (*Cerasus Vulgaris Mill*). The influence of the nature of the solvent on the efficiency of extraction of polysaccharides from plant materials is considered. It is shown that the extracted glycans did not contain impurities of saponins, flavonoids, tanins, and other low molecular weight substances. IR spectrometry was used to

identify various functional groups in the polysaccharides. The elemental composition of the isolated carbohydrate biopolymers was studied by atomic emission spectroscopy. It was found that the use of citric acid solution allows to obtain the maximum polysaccharide yield from the plant.

Key words: extraction, polysaccharides, IR-spectroscopy, atomic emission spectroscopy, leaves of cherry, *Cerasus Vulgaris Mill.*

Введение. Вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris Mill.*) издавна применяется в лечебных целях. Настои из ее листьев применяются для снижения воспалительных процессов, улучшения пищеварения, поднятия аппетита [1, 2]. Биологическая активность экстрактов достигается совокупностью высокомолекулярных и низкомолекулярных биологически активных соединений [3]. Низкомолекулярные соединения в основном представлены танинами, флавоноидами, фенольными кислотами и др [1]. К числу высокомолекулярных биологически активных веществ, пользующихся в настоящее время широкой и постоянно растущей популярностью в фармакологии, косметологии, диетологии и медицине [3], являются полисахариды (гликаны). Они обладают широким структурным разнообразием, что является следствием вариабельности моносахаридного состава, последовательности, аномерной конфигурации и положения гликозидных связей, а также молекулярной массы биополимера. Разнообразие химического строения полисахаридов является причиной дисперсии химических свойств, и, как следствие, биологической активности, которыми они обладают [4]. Спектр физиологических эффектов представлен следующими видами: противовоспалительной, ранозаживляющей, иммуномодулирующей, противовирусной, антиоксидантной, противоопухолевой, антидиабетической, и др. [1]

Именно поэтому поиск новых природных источников биологически активных гликанов и разработка технологических методов их извлечения с максимальным выходом, является актуальной задачей.

Целью работы являлось изучение влияния природы экстрагентов на выход как нейтральных, так и кислых полисахаридов (гликанов) из листьев вишни обыкновенной.

Ход работы. Листья вишни предварительно собирали в период с августа по сентябрь в Грязинском районе Липецкой области (52°30', 39°56'), промывали и высушивали при комнатной температуре до постоянной массы.

Для извлечения полисахаридов к навеске измельченных вишневых листьев (размером не более 0,1×0,1 см, массой по 30 г) приливали равные объемы экстрагентов (по 300 мл): дистиллированную воду, или 30%-ный раствор лимонной кислоты [C₆H₈O₇], или 0,7%-ный раствор оксалата аммония [(NH₄)₂C₂O₄]. Образцы полученных суспензий предварительно подвергали воздействию электромагнитного излучения в СВЧ-печи в течение 2 минут с последующим нагреванием в термостате в течение 2 часов при температуре 85°C и оставляли на 24 часа при комнатной температуре.

Гетерогенную смесь фильтровали с помощью воронки Бюхнера, в качестве фильтра использовали вискозную ткань. Во избежание деструкции биологически активных веществ экстракты охлаждали до температуры 4°C. Концентрирование экстрактов до 1/4 объема осуществляли на роторном испарителе при температуре 50-55°C.

Осаждение полисахаридов из концентрированных растворов проводили путем добавления избытка (трехкратного объема) этилового спирта (96%). Для лучшего структурирования осадка гликанов полученные суспензии выдерживали в холодильнике при температуре 4°C. Отделение полисахаридов от этанольных экстрактов осуществляли путем седиментации с последующей декантацией [5].

Осадки гликанов высушивали до постоянной массы, выход по массе выделения представлены в таблице 1.

Для изучения элементного состава выделенных полисахаридов применяли атомно – эмиссионный метод исследования с использованием спектрофотометра МФС – 8 . Для выполнения анализа порцию гликана (1 мл) высушивали при температуре ниже 50°C для удаления воды и спирта. К сухому порошку полисахарида добавляли угольный порошок в соотношении 1:1 и тщательно перемешивали. После этого смесь помещали в кратер угольного электрода и сжигали. Для идентификации присутствующих металлов полученные спектры сравнивали с табличными данными соответствующих элементов. Результаты исследования элементного состава извлеченных полисахаридов представлены на рисунке 1.

ИК–спектры полисахаридов снимали в таблетках KBr на приборе IRAffinity – 1 .

Результаты и обсуждения. Выделенные полисахариды характеризовались относительно невысоким выходом (2,53 – 5,97%). Обычно для извлечения пектинов наиболее эффективно действующим экстрагентом многие исследователи считают оксалат аммония, однако в нашем случае обработка растения этим реагентом показала противоположный результат. Возможно, это связано с дополнительной обработкой сырья СВЧ-излучением, вызывающим деструкцию полисахаридов и частичной потерей массы при выделении.

Таблица 1.

Выход полисахаридов из растительного сырья

Сырье – экстрагент	Обозначение ПС	Выход, %
Вишня – вода	ПС-1	5,85
Вишня – лимонная кислота	ПС-2	5,97
Вишня – оксалат аммония	ПС-3	2,53

Полисахаридные фракции незначительно различались по цвету, плотности осадка в этанольной среде и по вязкости. Наибольший выход полисахаридов (5,97%) отмечен для фракции, полученной при обработке листьев 30%-ным раствором лимонной кислоты.

Наиболее распространенными веществами, присутствующими в составе растений являются сапонины, танины, флавоноиды, фенольные кислоты и др. Наличие примесных вторичных метаболитов в полученных полисахаридных фракциях осуществляли с использованием качественных реакций [4]. При этом проводили сравнительный анализ не только полисахаридов, но и соответствующих этанольных экстрактов. Результаты содержания вторичных метаболитов отражены в таблице 2.

Таблица 2.

Содержание низкомолекулярных соединений в полисахаридах и этанольных экстрактах

Образец	Сокращение	Сапонины	Фенольные кислоты	Флавоноиды	Танины
Водная вытяжка	ПС-1	-	-	-	-
	Э-1	+	+	+	+
Цитратная вытяжка	ПС-2	-	-	-	-
	Э-2	+	+	+	+
Оксалатная вытяжка	ПС-3	-	-	-	-
	Э-3	+	+	+	+

Данная технология извлечения позволяет получить чистые полисахаридные фракции свободные от низкомолекулярных веществ, присущих самому растению, и обеспечивает отделение высокомолекулярных соединений от вторичных метаболитов.

Рисунок 1. Элементный состав полисахаридов

При исследовании полисахаридов методом АЭС было установлено, что токсичные металлы (свинец - Pb; олово - Sn) практически отсутствуют во всех образцах. В то же время, отмечено, что все фракции в наибольшем количестве содержат кальций (Ca - до 80 %), магний (Mg – до 70 %), марганец (Mn – до 68 %) и железо (Fe – около 40%).

Катионы магния (17,5 – 68,3 о.е.) и кальция (61,5 – 78,1 о.е.) обладают хорошей биосовместимостью с организмом человека, поддерживают нормальную работу мышц, поэтому незаменимы в борьбе не только с сердечными заболеваниями, но и заболеваниями костно-мышечной системы. Их взаимодействие с пектиновыми веществами приводит к образованию пектатов кальция и магния [7].

Кроме того, относительная концентрация марганца в исследуемых образцах составляет 25,1 - 55,8 о.е. Элемент усиливает действие инсулина, то есть способствует снижению холестерина крови, а также участвует в углеводном, белковом и липидном обменах веществ [7].

Содержание железа колеблется в диапазоне 25,7 – 35,6 о.е. Известно, что данный элемент участвует в разнообразных метаболических процессах, включая транспортировку кислорода к тканям и синтезу дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) [7].

Присутствие биогенных элементов в исследуемых образцах делает перспективной возможность рекомендовать применение данных гликанов в качестве готовых к употреблению биопрепаратов с широким спектром полезных свойств.

ИК-спектры полисахаридов снимали в таблетках KBr на приборе IRAffinity – 1.

Анализ ИК-спектров показал для всех образцов полисахаридов наличие основных полос поглощения, приведенных в табл. 3.

Данные ИК-спектров всех выделенных углеводных биополимеров указывают на присутствие сигналов, характерных для пектиновых полисахаридов. Незначительные различия в интенсивности сигналов могут быть связаны с различными структурными особенностями полученных гликанов, что в свою очередь обусловлено воздействием экстрагента.

Таблица 3.

Основные полосы поглощения выделенных полисахаридов

Полоса поглощения	Соответствующие функциональные группы
1740 – 1610 см ⁻¹	сигналы незамещенных карбоксильных групп
1550 см ⁻¹	сигналы метоксильных (-OCH ₃)
1443 – 1367 см ⁻¹	сигналы метильных групп (рамнозные цепи)
1370 см ⁻¹	колебания С – Н групп пиранозного кольца
1200 – 1000 см ⁻¹	связи С – С, С – О, С – О – С в циклах
1025 см ⁻¹	пиранозные гетероциклы

Таким образом, показано, что использование достаточно простой технологии извлечения и очистки полисахаридов из листьев вишни позволяет получить перспективные для практического применения гликаны. Наиболее эффективным экстрагентом, обеспечивающим максимальный выход (ПС-2 – 5,97%), является водный раствор лимонной кислоты. Данные ИК-спектроскопии подтверждают наличие характеристических полос поглощения, свойственных пектинам. Исследование элементного состава указывает на целесообразность дальнейшего изучения возможности применения полисахаридов вишни в качестве биологической добавки с комплексным набором свойств.

1. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине / В.П. Махлаюк. – Саратов: Приволжское книжное издательство. – 2000. – С. 544.
2. Клышев Л. К. Флавоноиды растений / Л. К. Клышев, В. А. Бандюкова., Л. С. Алюкина. – Алма-Ата : Наука, 1978. – 179 с.
3. Nie, S. Bioactive polysaccharides / S. Nie, M. Xie – New York City: Academic Press. – 2017. – 522 p.
4. Morris E. R. Physico-chemical Properties of Food Polysaccharides / Dietary Fibre — A Component of Food. – Springer. – 1992. – p.41-56
5. Калмыкова Е.Н. Полисахариды *Calotropis Procera* / Е.Н. Калмыкова, М. Мтеге // Потенциал современной науки. – 2015. - №5. – с.46-48
6. Sasidharan S. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plant's extracts / S. Sasidharan et al. – African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines. – 2011. – Vol. 8. – P. 1-10.
7. Kabata-Pendias A. Trace Elements from Soil to Human / A. Kabata-Pendias, A. B. Mukherjee. – Springer. – 2007. – 550 p.

**Yermagambet B.T., Kazankapova M.K., Kassenova Zh.M., Nauryzbayeva A.T.,
Kemelova B.A.**

Obtaining adsorbents based on coal of the Kazakhstan in a pilot-industrial installation

*“Institute of Coal Chemistry and Technology” LLP
(Kazakhstan, Nur-Sultan)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-339

idsp: ljjournal-05-2020-339

Аннотация

В статье приведены результаты исследований по получению активированных адсорбентов на основе углей Казахстана путем его карбонизации и активации на опытно-полупромышленной установке на базе института. С помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии на приборе SEM (Quanta 3D 200i) с приставкой для энергодисперсионного анализа от EDAX определен его химический состав. Методом БЭТ определены адсорбционные характеристики образцов. При этом установлено, что удельная поверхность и удельный объем пор существенно повышаются в результате высокотемпературной обработки угля. Проведены испытания по апробации полученного активированного угля в качестве адсорбента для очистки сточной воды.

Ключевые слова: уголь, опытно-полупромышленная установка, адсорбент, карбонизация, активация, очистка

Abstract

The article presents the results of studies on the production of activated adsorbents based on coals of Kazakhstan by its carbonization and activation on a pilot plant at the institute. Using energy dispersive X-ray spectroscopy on an SEM instrument (Quanta 3D 200i) with an attachment for energy dispersive analysis from EDAX, its chemical composition was determined. The adsorption characteristics of the samples were determined by the BET method. It was found that the specific surface and specific pore volume