

УДК 663.949
AGRIS Q02

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/107/27>

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СУБЛИМАЦИИ КОНОПЛЯНОГО ЭКСТРАКТА

©*Ложкин И. В.*, ORCID: 0009-0007-7852-4719, Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия, vip.vanya.lozhkin.2003@mail.ru

©*Рыбкин И. Д.*, ORCID: 0000-0003-2060-9764, SPIN-код: 4359-8800, Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия, 9165591054@list.ru

©*Соколов Ю. В.*, ORCID: 0009-0004-3867-8228, SPIN-код: 6406-5672, Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия, yurasokokol2003@gmail.com

QUALITY ASSESSMENT OF SUBLIMATION OF HEMP EXTRACT

©*Lozhkin I.*, ORCID: 0009-0007-7852-4719, RSAU-MTAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia, vip.vanya.lozhkin.2003@mail.ru

©*Rybkin I.*, ORCID: 0000-0003-2060-9764, SPIN-code: 4359-8800, RSAU-MTAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia, 9165591054@list.ru

©*Sokolov Yu.*, ORCID: 0009-0004-3867-8228, SPIN-code: 6406-5672, RSAU-MTAA named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia, yurasokokol2003@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по сублимации конопляного экстракта в качестве кофейного напитка и сравнению технических и химических характеристик полученного сублимата. Целью данного исследования был поиск наиболее оптимального режима сушки данного экстракта с сохранением особо ценных биологически активных веществ. Данные компоненты несут особую ценность в конопляном экстракте, необходимом для дальнейшего приготовления такого продукта как растворимый заменитель кофе. В связи с тем, что данный процесс разделен на несколько этапов, а именно выпаривание на ротационном вакуумном испарителе напитка до получения необходимой влажности и дальнейшая лиофилизация, возникает необходимость в поиске корреляции между данными операциями и установке для них определенных временных рамок. По результатам проведенного исследования были получены данные по оптимальной влажности экстракта, полученного после предварительной обработки сырья, приведены данные по сравнительному анализу различных параметров выпаривания на ротационном испарителе. Отражены данные по использованным параметрам температуры и давления при использовании сублимационной сушки и характеристикам промежуточного продукта, полученного после проведенной сушки различных вариантов промежуточного продукта. В статье также отражены полученные данные о влажности продукта после выпаривания и после сублимации: приведен сравнительный анализ исследованных вариантов. Приведены результаты по анализу различных вариантов готового сублимата и его техническим характеристикам, таким как влажность сублимата, внешний вид, время полного растворения. В результатах работы выбраны наилучшие режимы сублимации для рассматриваемого продукта.

Abstract. The article presents the results of a study on testing various options for sublimation of hemp extract and comparing the technical and chemical characteristics of the resulting sublimate. The purpose of this study was to find the most optimal drying mode for this extract, while

preserving particularly valuable biologically active substances. These components are of particular value in hemp extract, which is necessary for the further preparation of such a product as instant coffee substitute. Due to the fact that this process is divided into several stages, namely drying in a water bath with evaporation of the extract to a certain density and subsequent lyophilization, there is a need to find a correlation between these operations and set specific time frames for them. Based on the results of the study, data were obtained on the optimal moisture content of the extract obtained after preliminary processing of the raw materials, data on a comparative analysis of various evaporation modes in a water bath are presented. Data on the temperature and pressure parameters used when using a lyophilizer and the characteristics of the intermediate product obtained after drying various options of the intermediate product are reflected. The article also reflects the data on the conducted analysis of humidity after evaporation and after sublimation: a comparative analysis of the studied options is given. The results of the analysis of various options of the finished sublimate and its technical characteristics, such as the final humidity of the sublimate, appearance, and time of complete dissolution are given. The best sublimation modification for the product in question is selected in the results of the work.

Ключевые слова: экстракт, сублимация, ротационный вакуумный испаритель.

Keywords: extract, sublimation, rotary evaporator.

Перед тем как приступить к описанию самой технологии производства конопляного экстракта, стоит описать полученный продукт. Данный продукт представляет из себя растворимый порошок, получаемый путем высушивания конопляного концентрата [10]. Как напиток он представляет из себя суррогат кофе, не содержащий кофеина и обладающий ценными биологически активными веществами, в частности кверцетином и рутином. В отличие от натурального кофе, данный продукт может быть использован при диетическом питании, в связи с наличием большого количества аминокислот и витаминов, в частности флавоноидов указанных выше. Данный продукт обладает особыми биохимическими и техническими характеристиками, дающие преимущество относительно других существующих на данный момент суррогатов кофе (в частности таких как цикорий и ячменный напиток).

Относительно биохимических характеристик стоит упомянуть богатый аминокислотный состав, представленный такими соединениями как треонин, валин, изолейцин, лейцин. В сырье, представленном семенами конопли, данный аминокислотный состав представлен следующим соотношением: треонин — 1,269 г/100 г, валин – 1,49 г/100 г, изолейцин – 1,25 г/100 г, лейцин – 2,13 г/100 г. Данные по аминокислотному составу семян конопли представлены в одной из работ, проведенной на базе ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева с использованием хроматографа с масс-спектральным детектором «Clarus 600 C/D/S/T/ MS» под руководством С. Л. Белопухова [1].

Не менее важно отметить наличие большого спектра макроэлементов, представленного такими элементами как железо, медь и цинк. Результаты предшествующих исследований показали что содержание данных элементов в исходном сырье (семенах конопли) составляет 12,2 мг/100 г, 1,4 мг/100 г, 5,8 мг/100 г соответственно. Результаты данного анализа, проведенного с использованием комплекса химических и физико-химических исследований, отражены в одной из работ, осуществленных под руководством С. Л. Белопухова [2].

Большая часть других биологически ценных веществ подвергается разрушению. В связи с тем, что экстракция проводится с использованием термического воздействия, такие

важные компоненты как витамины В1, В3 и В9 деградируют и не наблюдаются в получаемом экстракте. При этом после экстракции в растворе наблюдается большое количество отдельной фракции с большим количеством жиров, которые приходится отдельно подвергать сепарированию. Необходимость сохранения вышеприведенных витаминов заставляет производить поиск альтернативного варианта экстракции, с использованием растворителей, способных сохранить биологически важную компоненту [6].

В тоже время в экстракте, получаемом таким способом, сохраняется большое количество флавоноидов, в частности кверцетин и рутин. Кверцетин (3,3',4',5,7-пентагидроксифлавоноид) представляет из себя флавоноид, обладающий мощным антиоксидантным эффектом. Рутин (кверцетин-3-О-рутинозид) является гликозидом кверцетина, его производным. Относительно его свойств можно также сказать о наличии антиоксидантной активности, проявляющейся в такой же специфике действия на ферментативную систему и наличие способности к ингибированию агрегации тромбоцитов [3].

В конопляных семенах содержание данных биологически активных веществ составляет 6,49 мг/100 г и 1,5 мг/100 г соответственно [2].

В связи с высокой биологической ценностью продукта, было решено провести ряд исследований на определение оптимального режима высушивания экстракта, с изменением таких параметров как давление и температура. В качестве аппарата для высушивания использовался роторный испаритель Heidolph Hei-VAP. После осуществления данной операции все образцы, вне зависимости от предшествующего режима высушивания подвергались сублимации в лиофильной сушилке. По завершении этой операции определялись такие параметры как влажность промежуточного продукта после упаривания на роторном испарителе; конечная влажность; технологические параметры.

Ранее в процессе приготовления продукта было замечено что он обладает хорошей растворимостью (колебания по времени находятся в пределах 0,3-0,6 мин при температуре воды 96⁰С). В связи с тем что данный показатель у итогового продукта должен быть определенным (не должно происходить колебаний по времени растворения у разных партий), также проводился анализ растворимости различных вариантов высушенного экстракта. Оценке подверглись такие критерии как соответствие внешнему виду (сыпучий порошок), цвет (преимущественно цвет порошка должен быть темно-бежевый, максимально приближенный к кофейному напитку), массовая доля влаги (меньше 4,9%), общее содержание золы (не менее 6,0%).

Оценка критериев проводилась согласно ГОСТ 32776-2014 (1).

Материалы и методы исследования

Материалы исследования и пробоподготовка. В качестве материала исследования был выбран промежуточный вариант продукта, а именно сублимированный экстракт семян конопли, полученный путем экстракции на водяной бане с использованием дистиллированной воды в качестве растворителя. Перед тем как перейти к описанию использованных методов исследования, стоит привести краткое описание технологии получения конопляного экстракта.

На первом этапе семена подвергались соложению. Необходимость данного процесса заключается в том, что при получении сырья, в котором сахара легко подвергаются гидролизу и карамелизации, необходимо провести его предварительную подготовку, в которой без участия внешних химических реагентов будет происходить расщепление крупно молекулярных соединений. Важно заметить, что при соложении семян в процесс вступают

не только диастазы, разлагающие крахмал, но и пероксидазы, которые вследствие того, что на первых этапах роста семена активно задействуют дыхание, окисляют сахара и тем самым получают продукты окисления (пировиноградная кислота).

На втором этапе семена подверглись высушиванию. Для осуществления данного процесса семена, прошедшие соложение и высушенные при комнатной температуре, пересыпаются на разогретый поднос. Для того чтобы сушка прошла равномерно и не происходило неравномерного высушивания используемого сырья, семена сушат в четыре подхода по 500 г. После этого на третьем этапе обезвоженные семена подвергаются термической обработке. В процессе из семян удаляется лишняя влага, при этом температура поддерживается в районе 60⁰С [5].

После того как семена были подвергнуты термической обработке, их перемалывают. В зависимости от степени помола (содержания основной фракции, соотношения отличных друг от друга фракций) будет зависеть степень извлекаемости растворимых веществ из используемого сырья при дальнейшей переработке. Помол производится на роторной мельнице с возможностью настройки скорости вращения жерновов. После того как была получена необходимая фракция промежуточного продукта, ее подвергают экстракции с использованием экстрактора Сокслета. В процессе извлечения экстракта температура водяной бани поддерживалась на уровне 90⁰С. Процесс на каждые 100 грамм семян занимал примерно 1 час времени. По завершении этапа экстракт изолировался из взвеси с декантатом. Далее с помощью делительной воронки и отстаивания экстракта, происходило отделение необходимой фракции от взвеси с жирами.



Рисунок 1. Выпаривание экстракта на вакуумном ротационном испарителе

На следующем этапе экстракт упаривался на роторном испарителе Heidolph Hei-VAP. Были рассмотрены несколько вариантов настройки водяной бани по температуре и

давлению: 1. Температура 60°C и давление 35 mbar 2. Температура 60°C и давление 48 mbar. 3. Температура 60°C и давление 74 mbar. Следующим этапом в технологии производства конопляного сублимата стала сублимация упаренного экстракта. Для осуществления данной операции использовалась сублимационная сушилка марки Vikumer модели Freeze Dryer BFD 10. В основе работы данного прибора лежит процесс сублимации — перехода вещества из твердого состояния минуя жидкостное состояние в парообразное. В экстракте, который был предварительно упарен и к моменту закладки на сублимацию уже представлял суспензию, данным веществом была вода. В процессе сублимации сухой остаток, содержащийся в продукте, переходит в состояние твердого вещества с мгновенным осаждением на дне противня.

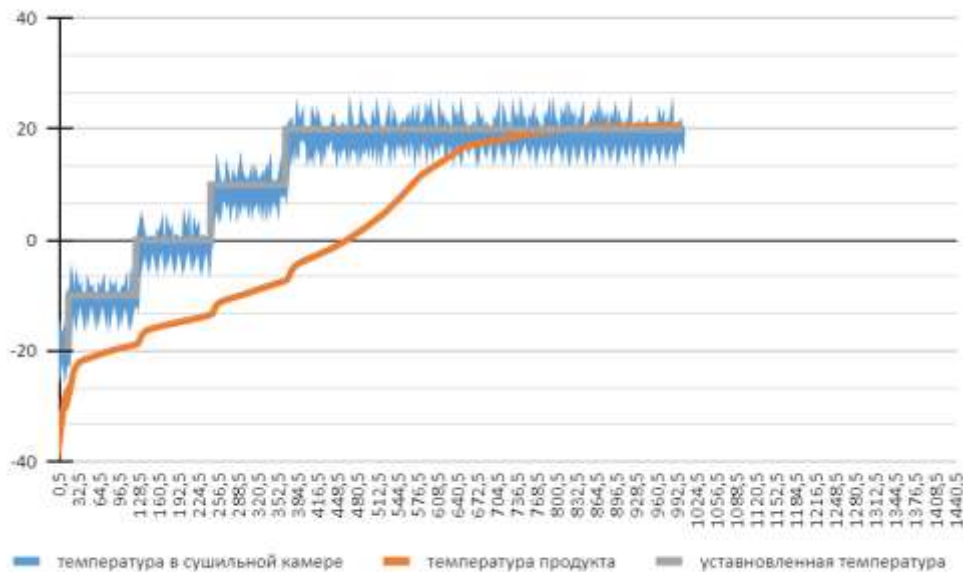


Рисунок 2. График изменения температур в процессе сублимации конопляного экстракта

После того как суспензия, полученная в процессе упаривания экстракта, была залита на противни, был запущен процесс предварительной заморозки. Данный этап длительностью 12 часов проводился в криокамере, для снижения энергопотребления и ускорения процесса [4].

Далее противни ставились в сушильный шкаф с установленной температурой -20°C . Вторым этапом шла первичная сушка (откачка воздуха, создание пониженного давления). Этот этап шел в течение 1 ч 45 мин. Третьим этапом шла сушка при отрицательной температуре, в течение 2 ч. Данный процесс необходим для предотвращения вспенивания. Последующим шел второй этап сушки, проходивший при давлении не выше 100 Па и температуре от 0°C с повышением до $+20^{\circ}\text{C}$. По завершении данного процесса, сублимат был изъят из противней и подвергнут дальнейшему анализу с целью измерения изучаемых показателей.

Методика определения влажности промежуточного продукта при упаривании на роторном испарителе. Для проведения данного анализа необходимо знать вес суспензии с колбой до проведения упаривания, вес суспензии с колбой после его осуществления, вес отдельно взятой колбы. Для грамотного осуществления данных измерений было проведено исследование согласно следующему порядку действий: перед тем как залить в колбу жидкость, на аналитических весах было проведено ее взвешивание. После того как была уточнена ее масса, в колбу была залита жидкость (экстракт) в объеме 500 мл и проведено повторное взвешивание. Следующим этапом колба была загружена на роторный испаритель

Heidolph Hei-VAP. Экстракт подвергался упариванию в течение 6 ч при заданных параметрах. По истечении времени, колба была снята с установки и повторно взвешена. Для определения влажности экстракта необходимо следовать следующим расчетам: найти разницу между массой колбы с жидкостью до упаривания и после, поделить на разницу высушенного экстракта и пустой колбы и умножить на 100%. Определение данного параметра производится согласно ГОСТ Р 52501-2005 (2).

Методика определения влажности конечного продукта. После того как получен итоговый продукт в виде сублимата конопляного экстракта, было произведено взвешивание каждого из образцов. В связи с тем, что образцы гигроскопичны и возможно скорое изменение их физико-механических свойств, необходимо незамедлительное проведение дальнейших анализов или их сохранение до следующего анализа в эксикаторе. Для анализа образцов сублимата на содержание влаги, необходимо использование такого прибора как анализатор влажности. В нашем случае это был MB120 Moisture Analyzer, MB120.

При определении влажности каждого из образцов прибор автоматически взвешивает первоначальный вес подложки отдельно и ее вместе с пробой. После этого прибор нагревает образец с помощью инфракрасной лампы до полного высушивания. По истечении времени проводится повторное взвешивание образца с определением его итоговой массы и расчетом влажности образца до проведения анализа. Для анализа на влажность используется методика похожая на расчет в предыдущем разделе. Для того чтобы рассчитать данный показатель, необходимо знать следующие показатели: вес сухой подложки, вес подложки с пробой, вес подложки с сухой пробой. Расчет на анализаторе проводится автоматически с использованием следующей формулы: разница между подложкой с пробой до анализа и после делится на разницу между пробой с подложкой после анализа и пустой подложкой и умножается на 100. Данный параметр также определяется согласно существующему стандарту, в числе которых можно назвать такой как ГОСТ Р 52794-2007 (3).

Методика определения технологических параметров. Ряд данных параметров определяется согласно стандарту ГОСТ 32776-2014 (1).

Несмотря на то что данная продукция фактически не является кофейным напитком, на данный момент существует только один стандарт, пригодный для определения параметров суррогатов. Среди основных параметров которые определяются согласно данного параметра можно выделить соответствие внешнего вида (порошкообразный или другое дисперсное состояние, данный показатель должен четко соответствовать заявленному внешнему виду), цвет (согласно стандарта, порошок должен быть от светло до темно-коричневого), аромат (должен быть выражен ярко, в зависимости от продукта). В случае суррогатов кофе аромат может быть свойственным использованному сырью и не обязательно быть похожим на кофейный. Массовая доля влаги, определяемая также в данной категории, была уже рассмотрена ранее. Также анализу подвергается растворимость продукта. В связи с тем, что данный продукт заявлен как растворимый напиток, необходимо чтобы растворение порошка происходило не более 0,5 мин, при температуре 96⁰С. Также в качестве температурного режима может быть использован и интервал 18-20⁰С. В этом случае полное растворение порошка должно происходить в течение трех минут.

Для определения растворимости необходимо подготовить полностью необходимое для исследования оборудование. В этом случае необходим термометр, химические стаканы, пробы порошкообразного сублимата массой 10 г (масса пробы рассчитывается из заявленной массы производителем на одну порцию).

В связи с тем, что в нашем исследовании были использованы три различные варианта приготовления продукта, все оборудование должно быть также в трехкратной повторности.

После того как воду для проведения анализа подогревают до нужной температуры, ее разливают по каждому из химических стаканов в объеме 250 мл.

После этого в каждый из стаканов опускается термометр и начинается отсчет времени, когда отметка термометра достигнет 98⁰С. В этот момент в стакан насыпается заранее отмеренная порция порошкообразного продукта и производится перемешивание. В процессе растворения порошка проводится наблюдение за скоростью его растворения и количеством оседающего осадка. По истечении времени (0,5 мин) проводится анализ каждого из полученных напитков на степень растворения полученного продукта. Проводится органолептический анализ с оценкой мутности раствора и количеством осевшего осадка.

Результаты исследования

Первым анализом, который проводился относительно рассматриваемых нами вариантов стало определение влажности экстракта после упаривания на ротационном испарителе. В качестве оборудования для проведения данной операции использовался аппарат Heidolph Hei-VAP. Были апробированы несколько вариантов настройки испарителя по температуре и давлению: 1. Температура 60⁰С и давление 35 mbar 2. Температура 60⁰С и давление 48 mbar. 3. Температура 60⁰С и давление 74 mbar. Перед тем как поставить колбы с тремя вариантами на упаривание, каждый из них предварительно был взвешен на аналитических весах (сначала отдельно колба, затем колба вместе с раствором). Все три варианта параллельно осушались на трех испарителях. По прошествии 6 час колбы с упаренными растворами были повторно взвешены. На основании полученных результатов и предложенной ранее методики по расчету влажности промежуточного продукта были получены данные по массовой доле влаги в каждом образце. Было выяснено, что наименьшее количество влаги оказалось в варианте номер 2 (температура 60⁰С и давление 48 mbar) и составило 36,1%. В тоже время наибольшее количество влаги оказалось в варианте номер 3 (60⁰С, 74 mbar). Результаты проведенного исследования приведены в таблице (Таблица 1).

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЭКСТРАКТА ПОСЛЕ УПАРИВАНИЯ

№ Варианта	Масса эк. нач., г	Масса эк. выс., г	Масса сух. в., г	Влажность, %
1	608	365	85,12	39,9
2	520	332	72,80	36,1
3	194	112	27,16	42,2

Вторым анализом, который проводился в рамках данного исследования было измерение влажности сублимата после сушки. Для анализа образцов сублимата на содержание влаги был использован такой прибор как анализатор влажности (MB120 Moisture Analyzer, MB120). При определении влажности каждого из образцов прибор автоматически взвешивает первоначальный вес подложки отдельно и ее вместе с пробой. По истечении времени нагревания проводится повторное взвешивание образца с определением его итоговой массы и расчетом влажности образца до проведения анализа. В нашем случае были получены следующие результаты по влажности каждого из образцов: наименьшая влажность оказалась в варианте 2 и составила 4,20%, в то время как наибольшая оказалась у варианта 3 и составила 4,55%. При этом стоит отметить что оба значения вписываются в диапазон, допустимый стандартом. Результаты приведены в таблице (Таблица 2). Последним анализом, который проводился относительно данного продукта была оценка комплекса органолептических и технологических показателей. По результатам проведенного анализа

было выявлено что внешнему виду и цвету больше всего соответствует вариант 1, в то время по органолептическим показателям наилучшая оценка была присвоена варианту 2. По растворимости наилучшие показатели также показали варианты 1 и 2. В варианте 3 был виден осадок.

Таблица 2

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ СУБЛИМАТА

№ Варианта	Масса эк. нач., г	Масса эк. выс., г	Влажность, %
1	105,6	101,05	4,31
2	84,2	80,65	4,20
3	55,6	53,08	4,55

Заключение

По итогам проведенного исследования был получен ряд результатов. Было выяснено, что наименьшее количество влаги при упаривании на ротационном испарителе оказалось в варианте номер 2 (60⁰ С 48 mbar) и составило 36,1%. В тоже время наибольшее количество влаги оказалось в варианте номер 3 (60⁰С 74 mbar). При оценке влажности готового сублимата было получено следующее: наименьшая влажность оказалась в варианте 2 и составила 4,20%, в то время как наибольшая оказалась у варианта 3 и составила 4,55%. При этом стоит отметить что оба значения вписываются в диапазон, допустимый стандартом. Внешнему виду и цвету больше всего соответствует вариант 1, в то время по органолептическим показателям наилучшая оценка была присвоена варианту 2. По растворимости наилучшие показатели также показали варианты 1 и 2. В варианте 3 был виден осадок.

Нормативная литература:

- ГОСТ 32776-2014. Кофе растворимый. Общие технические условия.
- ГОСТ Р 52501-2005 (ИСО 3696:1987) Вода для лабораторного анализа. Технические условия.
- ГОСТ Р 52794-2007. Кофе жареный молотый. Метод определения массовой доли влаги при 103°C.

Список литературы:

- Белопухов С. Л., Байбеков Р. Ф., Жарких О. А. Химический состав масла из семян конопли сорта Сурская // Вестник науки. 2019. Т. 1. №9(18). С. 57-59.
- Белопухов С. Л., Дмитриевская И. И., Лабок В. Г., Кулемкин Ю. В., Толмачев Г. П. Исследование химического состава семян и волокна Cannabis sativa L // Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 31. №7. С. 124-128.
- Navarro-Núñez L., Lozano M. L., Palomo M., Martínez C., Vicente V., Castillo J., Rivera J. Apigenin inhibits platelet adhesion and thrombus formation and synergizes with aspirin in the suppression of the arachidonic acid pathway // Journal of agricultural and food chemistry. 2008. V. 56. №9. P. 2970-2976. <https://doi.org/10.1021/jf0723209>
- Хаменок А. В., Соколов Ю. В. Сублимационная сушка в технологии плодовых продуктов длительного хранения // Горизонты биотехнологии: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Орёл, 2024. С. 288-292.
- Сен Н. Т., Нугманов А. Х. Х., Арабова З. М., Нугманова А. А. Вычисление энергии на испарение связанной влаги из джекфрута // Известия КГТУ. 2019. №55. С. 214-225.

6. Соколов Ю. В. Исследование параметров флюидной экстракции эфирных масел змеголовника Молдавского (*Dracoscephalum*) // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской научной конференции. Красноярск, 2024. С. 116-118.

7. Рыбкин И. Д. Применение органического мелиоранта на основе костры конопли // Экосистемные сервисы в условиях глобальных изменений: Материалы Международной научно-практической конференции. М., 2022. С. 167-170.

References:

1. Belopukhov, S. L., Baibekov, R. F., & Zharkikh, O. A. (2019). Khimicheskii sostav masla iz semyan konopli sorta Surskaya. *Vestnik nauki*, 1(9 (18)), 57-59. (in Russian).

2. Belopukhov, S. L., Dmitrevskaya, I. I., Labok, V. G., Kulemkin, Yu. V., & Tolmachev, G. P. (2012). Issledovanie khimicheskogo sostava semyan i volokna *Cannabis sativa* L. *Butlerovskie soobshcheniya*, 31(7), 124-128. (in Russian).

3. Navarro-Núñez, L., Lozano, M. L., Palomo, M., Martínez, C., Vicente, V., Castillo, J., ... & Rivera, J. (2008). Apigenin inhibits platelet adhesion and thrombus formation and synergizes with aspirin in the suppression of the arachidonic acid pathway. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(9), 2970-2976. <https://doi.org/10.1021/jf0723209>

4. Khamenok, A. V., & Sokolov, Yu. V. (2024). Sublimatsionnaya sushka v tekhnologii plodovykh produktov dlitel'nogo khraneniya. In *Gorizonty biotekhnologii: Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Orel*, 288-292. (in Russian).

5. Sen, N. T., Nugmanov, A. Kh., Arabova, Z. M., & Nugmanova, A. A. (2019). Vychislenie energii na isparenie svyazannoi vlagi iz dzhekfruta. *Izvestiya KGTU*, (55), 214-225. (in Russian).

6. Sokolov, Yu. V. (2024). Issledovanie parametrov flyuidnoi ekstraktsii efirnykh masel zmeegolovnika Moldavskogo (*Dracocephalum*). In *Studencheskaya nauka - vzglyad v budushchee: Materialy KhIKh Vserossiiskoi nauchnoi konferentsiii, Krasnoyarsk*, 116-118. (in Russian).

7. Rybkin, I. D. (2022). Primenenie organicheskogo melioranta na osnove kostry konopli. In *Ekosistemnye servisy v usloviyakh global'nykh izmenenii: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Moscow*, 167-170. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 12.09.2024 г.

Принята к публикации
18.09.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Ложкин И. В., Рыбкин И. Д., Соколов Ю. В. Оценка качества сублимации конопляного экстракта // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №10. С. 230-238. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/107/27>

Cite as (APA):

Lozhkin, I., Rybkin, I. & Sokolov, Yu. (2024). Quality Assessment of Sublimation of Hemp Extract. *Bulletin of Science and Practice*, 10(10), 230-238. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/107/27>