PHARMACEUTICALS

OPTIMAL CONDITIONS FOR THE SPRAY DRYING OF WATER EXTRACT OF LEONURUS TURKESTANICUS AND EVALUATION OF ITS SEDATIVE EFFECT

Umarova O.
Tashkent Pharmaceutical Institute, Uzbekistan
Khasanova Sh.
Tashkent Pharmaceutical Institute, Uzbekistan
Tilovova G.
Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Abdurakhmanov B.
PhD, Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Khalilov R.
Doctor of Technical Sciences,
Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Sotimov G.
Doctor of Technical Sciences,
Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Egamova F.
PhD, Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Yusupova S.
PhD, Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan
Negmatova M.
Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА *LEONURUS TURKESTANICUS* И ОЦЕНКА СЕДАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Умарова О.У.
Ташкентский фармацевтический институт, Узбекистан
Хасанова Ш.Э.
Ташкентский фармацевтический институт, Узбекистан
Тиловова Г.Х.
Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Абдурахманов Б.А.
PhD, Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Халилов Р.М.
доктор технических наук,
Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Сотимов Г.Б.
доктор технических наук,
Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Эгамова Ф.Р.
PhD, Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Юсупова С.М.
PhD, Институт химии растительных веществ, Узбекистан
Негматова М.У.
Институт химии растительных веществ, Узбекистан
https://doi.org/10.5281/zenodo.15115118

Abstract

In order to determine the optimal drying conditions for the water extract from the aerial part of *Leonurus turkestanicus* in a spray dryer, the following parameters were studied: solution concentration, solution feed rate, drying agent inlet and outlet temperatures, and the pressure when feeding the solution into the drying chamber. It was found that to obtain a dry extract with sedative properties from the aerial part of *Leonurus turkestanicus*, the water extract obtained by water extraction needs to be purified. For this, the extracts are cooled, combined, filtered, and concentrated to a dry mass content of 60%. To the resulting concentrate, 96% ethyl alcohol is added in a volumetric ratio of concentrate to alcohol of 1:4 and left for 6 hours. The precipitate is separated by filtration, the filtrate is concentrated, dissolved in water, and the process continues until a dry residue of 10-15% is formed. The resulting concentrate is dried in the spray dryer “Anhydro No. 2” under the following conditions: solution feed rate – 4.5 L/h*m3; inlet drying agent temperature – 165±5°C; outlet drying agent temperature – 60-70±5°C; air

pressure fed through the nozzle – 0.2 MPa. It was established that the dry extract obtained from the *Leonurus turkestanicus* herb using the proposed technology exhibits sedative activity.

Аннотация

С целью установления оптимальных режимов сушки водного экстракта из надземной части *Leonurus turkestanicus* в распылительной сушилке изучены следующие параметры: концентрация раствора; скорость подачи раствора; температура сушильного агента на входе и выходе; давление при подаче раствора в сушильную камеру. Установили, что для получения сухого экстракта седативного действия из надземной части *Leonurus turkestanicus*, водный экстракт, полученный экстракцией водой, необходимо очищать. Для этого полученные экстракты охлаждают, объединяют, отфильтровывают и концентрирует до содержания 60% сухой массы. В полученный концентрат добавляют 96% этиловый спирт в объемном соотношении концентрат – спирт 1:4 и оставляют на 6 часов. Выпавший осадок отделяют фильтрованием, фильтрат сгущают, растворяют водой и продолжают процесс до образования сухого остатка – 10-15%. Полученный концентрат сушат в распылительной сушилке "Anhydro №2" в следующих режимах: скорость подачи раствора – 4,5 л/ч*м^3; температура теплоносителя при входе – 165±5°С; температура теплоносителя на выходе – 60-70±5 °С, давление воздуха, подаваемого через форсунку – 0,2 МПа.

Установлено, что сухой экстракт, полученный из травы *Leonurus turkestanicus* по предлагаемой технологии обладает седативным действием.

Keywords: *Leonurus turkestanicus*, drying, technology, sedative activity

Ключевые слова: *Leonurus turkestanicus*, сушка, технология, седативная активность.

Введение

Пустырник туркестанский (*Leonurus turkestanicus V. Krecz. et Rupr.*) многолетняя трава (сем. Губоцветные – *Lamiaceae*), произрастающая на каменистых и мелкоземных склонах в среднем поясе гор Ташкентской, Ферганской, Самаркандской и Сурхандарьинской областей Узбекистана [1].

Трава пустырника содержит урсуловую кислоту, стахидрин, флавоноиды, в том числе рутин, гиперозид, фенолкарбоновые кислоты, алкалоиды, дубильные вещества, органические кислоты, сапонины [2]. Это растение проявляет свои полезные свойства за счет богатого биохимического состава, комплекса витаминно-минеральных и биологически активных соединений. Прежде всего – это эфирное масло. Оно обладает антимикробным, достаточно мощным седативным и более слабым противовоспалительным действием. Препараты пустырника рекомендованы в медицинскую практику в качестве седативного средства при сердечно-сосудистых заболеваниях и гипертонии. Трава пустырника обыкновенного увеличивает силу сердечных сокращений, замедляет ритм сердца, снижает содержание глюкозы и холестерина в крови, оказывает эффективное седативное и гипотензивное действие. Пустырник показан при бессоннице, повышенной нервной возбудимости, неврастении, истерии, ипохондрии, сердечно-сосудистых неврозах, стенокардии. Основное действие пустырника – противосудорожный и седативный эффект, который связан преимущественно с наличием в нем горького вещества леонурина. Пустырник используется как самостоятельно, так и в виде многочисленных сборов и комплексных препаратов седативного действия [3,4].

Процесс сушки является весьма сложным комплексом тепловых, диффузионных, биологических и химических явлений. Поэтому сушка биологически активных веществ занимает важное место в производстве лекарственных препаратов, так как неправильное проведение процесса приводит к ухудшению выхода и качества готового продукта. В настоящее время для организации промышленного производства сухих экстрактов в широком ассортименте перспективен способ, основанный на распылительной конвективной сушке специально подготовленных растительных экстрактов. В распылительных сушилках одновременно протекает два процесса – выпарка и сушка. Извлечение распыляют на мелкие капли (диаметром 10-50 мкм), образующие туманное облако. Распылённая жидкость попадает в поток горячего воздуха, нагретого до 100-200 °С. Чем мельче капли, тем больше их поверхность, а чем больше поверхность, тем скорее идёт процесс выпарки. Использование распылительных сушилок для получения порошков из водных экстрактов различного растительного сырья оправдано быстродействием обезвоживания продукта в диспергированном состоянии, что обусловливает сохранность важнейших биологически активных составляющих этих продуктов [5-7].

Целью данной работы является изучение процесса сушки водного экстракта пустырника и оценка седативной активности.

Экспериментальная часть

Для проведения экспериментов было заготовлено сырье из н/ч пустырника туркестанского. Сырье сушили воздушно в помещении с хорошей вентиляцией и защищенном от прямого попадания солнечных лучей. В свежесобранном растении содержание влаги составило 60-65%, после сушки в исходном сырье н/ч пустырника туркестанского содержание влаги составило – 8.25%. Для проведения технологических исследований заготовленное сырье измельчали на мельнице с ситом с диаметром отверстий 5 мм.

С целью установления оптимальных режимов сушки, обеспечивающих требуемое качество конечного продукта, проводили эксперименты по установлению температуры сушки, скорости подачи раствора, давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя и концентрацию раствора. На основе методики приведенной в [8-10].

Для этого в экстрактор, с рубашкой для подачи

пара и установленным насосом для циркулирования экстрагента, загружали 20,0 кг сырья, заливали воду (гидромодуль 1:6), в рубашку экстрактора подавали пар и проводили экстракцию, экстрагент циркулировали снизу в верх экстрактора, при температуре 60 °С. Первую экстракцию проводили в течение 5 часов, затем экстракт сливали. В экстрактор заливали новую порцию очищенной воды и проводили экстракцию в условиях аналогично первой экстракции. Второй экстракт сливали и проводили третью экстракцию аналогично второй экстракции (гидромодуль общий 1:18). Полученные экстракты охлаждали, объединяли, отфильтровывали на нутч-фильтре (вакуум -0,8…-0,4 кгс/см^2), заправленном бельтингом. Отфильтрованный экстракт концентрировали (вакуум -0,8…-0,6 кгс/см^2, температура 60°С) до содержания сухой массы 60%. Полученный концентрат сливали в ёмкость и при интенсивном перемешивании добавляли 96% этиловый спирт в объемном соотношении концентрат – спирт 1:4. Затем закрывали крышку емкости и оставляли на 6 часов. Выпавший осадок отделяли фильтрованием на нутч-фильтре. Спиртовой экстракт порциями подавали в выпарной аппарат и концентрировали при температуре не выше 60°С. В конце процесса в выпарной аппарат подавали очищенную воду и продолжали процесс до содержания сухого остатка – 10%. Полученный концентрат разделили ровно на 20 порций и использовали в исследованиях по подбору оптимальных условий в распылительной сушилке “Anhydro №2”.

Максимальная производительность сушилки “Anhydro №2” с объемом сушильной камеры 0,9 м^3 и мощностью калорифера 9 кВт составляет 10 л/ч по испаренной влаге при сушке чистой воды.

С целью выявления оптимального режима температуры теплоносителя при входе первые 5 порций концентрата сушили при различной температуре теплоносителя при входе, на выходе 80 °С, подавая со скоростью 5 л/ч.

С целью выявления температуры теплоносителя на выходе следующий 5 порции готового раствора сушили при температуре теплоносителя при входе 165 ±5 °С, на выходе – при различной температуре, подавая раствор со скоростью 5 л/ч.

Для определения оптимальной скорости подачи исходного раствора провели опыты при разной скорости подачи 11-15 порции исследуемых растворов в сушилку. Сушку раствора проводили при температуре теплоносителя при входе 165 ±5 °С, на выходе 65±5 °С.

Для определения оптимальной концентрации раствора исследуемый раствор сгущали или разбавляли до содержания сухих остатков 5, 10, 15, 20%. Приготовленные растворы сушили при температуре теплоносителя при входе 165 ±5 °С, на выходе 65±5 °С со скорости 4 л/ч.

Результаты и их обсуждение

Технологические исследования

Установили, что увеличение температуры на входе в сушильную камеру повышает производительность сушилки. С другой стороны увеличение температуры теплоносителя на входе выше 180°С приводит к ухудшению органолептических показателей готового продукта: появляется горелый запах, ухудшение вкуса и цвета. Поэтому температуру теплоносителя при входе выбрали 165±5 °С (табл. 1).

Таблица 1.

Влияние температуры теплоносителя при входе на процесс сушки

Температура теплоносителя при входе, °С	Выход сухой экстракта % к массе сырья	Массовая доля воды в сухой экстракта, %	Цвет сухой экстракта
150	5.6	5.8	Коричневый
160	6.9	3.6	Светло коричневый
170	7.0	3.2	Желтовато коричневый
180	7.1	3.1	Желтовато коричневый
190	7.2	2.9	Темно коричневый

Выявили, что при температуре на выходе 50°С массовая доля воды сухого экстракта высокая, при 90°С – потеря сухого экстракта увеличивается. Это можно объяснить тем, что при понижении влажности снижается плотность продукта, за счет чего с воздухом выбрасывается большее его количество. Поэтому температуру теплоносителя при выходе выбрали 60 – 70°С (65±5°С) (табл. 2).

Таблица 2.

Влияние температуры теплоносителя при выходе на процесс сушки

Температура теплоносителя при выходе, °С	Выход сухой экстракта% к массе сырья	Массовая доля воды в сухой экстракта, %	Цвет сухого экстракта
50	5.6	6.2	Коричневый
60	7.1	3.7	Светло коричневый
70	7.3	3.1	Желтовато коричневый
80	6.2	2.2	Желтовато коричневый
90	5.8	1.5	Темно коричневый

Из результатов исследований приведенных в

табл. 3 видно, что увеличение скорости подачи водного экстракта приводит к увеличению производительности сушилки. Однако при скорости подачи более 4 л/ч раствор плохо высушивается, и часть экстракта прилипает к стенкам камеры сушилки, а также влажность конечного продукта превышает допустимую норму (не менее 5%). Принимая во внимание вышеизложенное, для производства сухого экстракта пустырника выбрана скорость подачи раствора – 4 л/ч, т.е. в пересчёте производительности на единицу объёма во времени составила 4,5 л/ч*м^3.

Эффективность эксплуатации сушилки во многом зависит от правильного выбора концентрации высушиваемого раствора, так как это влияет на производительность сушилки и энергопотребление на единицу высушенного продукта. Поэтому исследование проводили по определению оптимальной концентрации высушиваемого раствора (табл.4).

Таблица 3.

Влияние скорости подачи раствора на процесс сушки

Скорость подачи раствора, л/ч	Выход сухого экстракта, % к массе сырья	Массовая доля влаги в сухом экстракте, %
3	6.3	2.7
4	7.2	3.2
5	6.6	5.4
6	6.5	6.2
7	5.9	6.8

Таблица 4.

Влияние концентрации раствора на процесс сушки

Сухой остаток в высушиваемом растворе, %	Выход сухой экстракта % к массе сырья	Массовая доля воды в сухом экстракте, %	Цвет сухого экстракта
5	6,3	6,1	Коричневый
10	7,1	3,0	Светло коричневый
15	7,2	2,7	Коричневый
20	6,2	1,8	Темно коричневый

Из табл. 4 видно, что высушиваемый раствор, имеющий сухой остаток 10-15%, является оптимальным, так как 5%-ный раствор не соответствует по количеству влаги, а 20%-ный раствор по цвету т.к. он слишком темный.

На основании результатов исследований разработана следующая технология получения сухого экстракта из травы пустырника (рис. 1).

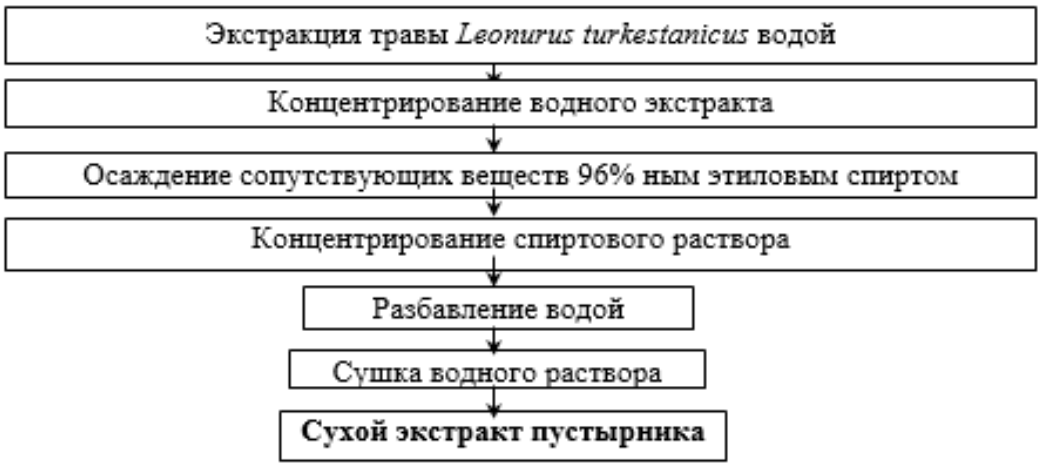


Рис. 1. Блок-схема посучения сухого экстракта Leonurus turkestanicus

Выход целевого продукта составляет 7,1% к массе сырья.

Биологические исследования

Далее изучали влияния сухого экстракта пустырника (СЭП), полученного по выше описанной технологии, на двигательную активность мышей [11]. СЭП вводили перорально ежедневно в течение семи дней в дозах 25, 50 и 100 мг/кг. Эксперименты проводились на мышах массой 18-20г. Было сформировано 3 группы животных согласно вводимым дозам и одна контрольная группа, в каждой группе по шесть мышей (рис. 2).

Влияние СЭП на двигательную активность животных изучали по методу [11], по которому оценивали двигательную активность мышей путем подсчета количества поперечных проходов под стеклянным колпаком (D, h = 25 сантиметров) на

поверхности стола в течение 1 минуты. Среднее количество проходов в каждой группе мышей подсчитывали до и через 2 часа после введения веществ.

Как видно, из графика, приведенного на рис 2, все исследуемые дозы, проявили успокаивающее действие на двигательную активность мышей. Самое выраженное действие было выявлено при введении СЭП в дозе 25 мг/кг в течение 7 дней, при этом успокаивающий эффект на двигательную активность животных составлял 30.2%, в то время как дозы 50 и 100 мг/кг оказывали не стабильное действие.

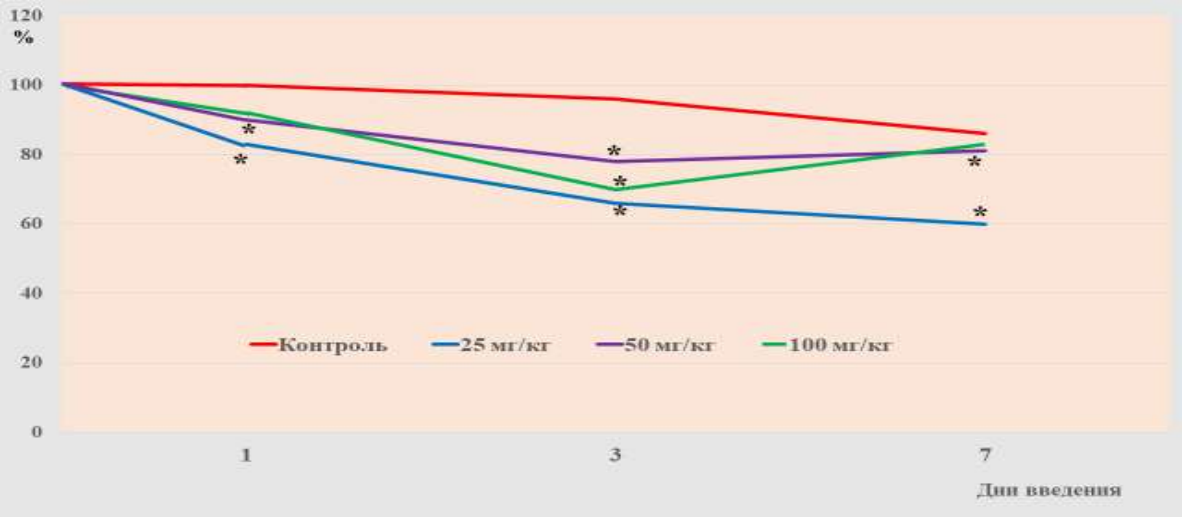


Рис.2. Влияние сухого экстракта пустырника на двигательную активность мышей.

*Примечание. *- достоверно по отношению к контрольной группе (p<0.05).*

Исследовали седативное действие СЭП. Для этого изучали влияние СЭП на продолжительность сна, вызываемого этаминалом натрия [11] у мышей самцов массой 18-20г. Животные были разделены на 3 групп по 6 мышей в каждой. Животных усыпляли внутрибрюшинным введением этаминала натрия в дозе 40 мг/кг. СЭП вводили перорально в дозах 25, 50 и 100 мг/кг за 1 час до введения этаминала натрия (табл. 5).

Таблица 5.

Влияние СЭП на продолжительность сна у мышей, вызванного этаминалом-натрия (M±m, n=6)

Условия эксперимента	Дозы, мг/кг	Продолжительность бокового положения (сна) в минутах	P	Эффект в %
Контроль (этаминал натрий)	40	53,4±1,9	-	-
СЭП	25	72,8±2,2	<0,001	36,3
	50	68,1±2,0	<0,05	27,5
	100	64,5±2,1	<0,05	20,8

*Примечание. *- достоверно по отношению к контрольной группе (p<0,05).*

Как видно из табл. 5, у контрольных мышей средняя продолжительность сна составила 53.4%. При введении СЭП в исследуемых дозах средняя продолжительность сна составила 36.3, 27.5 и 20.8% соответственно. Наиболее выраженное седативное действие наблюдалось при введении дозы 25 мг/кг.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлен оптимальный режим сушки водного раствора из травы пустырника, включающий нижеследующие параметры:

- скорость подачи раствора – 4,5 л/ч*м^3;
- сухой остаток высушиваемого раствора – 10-15%;
- температура теплоносителя при входе – 165 ±5 °С;
- температура теплоносителя на выходе – 60-70±5 °С,
- давление воздуха, подаваемого через форсунку – 0,2 МПа.

2. На основе полученных результатов разработана технология получения субстанции сухого экстракта из травы *Leonurus turkestanicus*.

3. Установлено, что сухой экстракт выделенный из травы *Leonurus turkestanicus*, обладает седативным действием.

Список литературы:

1. Биологические особенности и распространение перспективных лекарственных растений //Под редакцией Т.А.Адылова. – Ташкент: Фан, 1981. –158 с.

2. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: Учеб. пособие / Под ред. Г.П.Яковлева и К.Ф.Блиновой. – СПб.: СпецЛит, 2004. – 765 с.

3. Пронченко Г.Е. Лекарственные растительные средства: справочник / под ред. А. П. Арзамасцева, И. А. Самылиной. М: ГЭОТАР МЕД, 2002.-288 с.

4. Растительные лекарственные средства Абу Али ибн Сино (Авицены). Справочник // Под редакцией Ш.Б.Иргашева. – Ташкент: Абу Али ибн Сино, 2003. – 457 с.

5. Максименко Ю.А. Термодинамика внутреннего массопереноса при взаимодействии плодоовощных продуктов с водой // Вестник Астраханского государственного технического университета. – Астрахань, 2012. № 1 (53). С. 41–45.

6. Губа О.Е., Максименко Ю.А., Терешонков С.А. Разработка рациональных способа конвективной сушки для жидких продуктов в диспергированном состоянии и конструкции для его осуществления // Пищевая промышленность. Москва, 2010. № 10. С. 24-28.

7. Эргашева Ш.А., Маматханова М.А., Хаджибаев Т.А. Халилов Р.М., Маматханов А.У. Выбор оптимальных условий для процесса сушки водного экстракта из надземной части *Scutellaria adenostegia* // Химия и химическая технология. Ташкент, 2024. – №1. – С. 58-62.

8. Абдурахманов Б.А., Ибрагимов Т.Ф., Сотимов Г.Б., Халилов Р.М. Оптимальные условия очистки и сушки сухого экстракта зверобоя из надземной части *Hypericum scabrum* и *Hypericum perforatum* // Химико фармацевтический журнал. – 2023, –Том 57, –№5, – С.24–29.

9. Муратова Ш.Х., Исмаилова М.Г., Исмаилова П.Л., Халилов Р.М. Разработка технологии получения сухого экстракта из травы шлемника Искандера (*Scutellaria Iscanderi* Juz.) // Фармация. – 2023; – Том 72, – № 4, –С. 37–44.

10. Hajibaev T.A., Ibragimov T.F., Khalilov R.M. Optimal conditions for cleaning and drying furostanol saponins from *Tribulus terrestris* // *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. – 2023, –No. 2, – pp. 327–333.

11. Лапин И.П., Слепокуров М.В. Анксиогенная активность фенилэтиламина в тесте социальной изоляции на мышах // Фармакол. и токсикол.-1991.-Т. 54, №6.- С. 9-11.