CHEMISTRY

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩЕГО СУХОГО ЭКСТРАКТА «ИММУНОКОР» НА ОСНОВЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *Bidens tripartita* МЕТОДОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ

Хажибаев Т.А.
доктор философии (PhD) по техническим наукам, Институт химии растительных веществ АН РУз
Маматханова М.А.
доктор технических наук, Институт химии растительных веществ АН РУз
Халилов Р.М.
доктор технических наук, профессор, Институт химии растительных веществ АН РУз
Абдуазимов Б.Б.
доктор философии (PhD) по техническим наукам, Институт химии растительных веществ АН РУз
Маматханов А.У.
доктор технических наук, профессор, Институт химии растительных веществ АН РУз
Сагдуллаев Ш.Ш.
доктор технических наук, академик, Институт химии растительных веществ АН РУз

DEVELOPMENT OF A SPRAY DRYING TECHNOLOGY FOR PRODUCING THE IMMUNOSTIMULATORY DRY EXTRACT "IMMUNOKOR" BASED ON POLYSACCHARIDES FROM THE AERIAL PARTS OF *Bidens tripartita*

Khajibaev T.
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Institute of Chemistry of Plant Substances
Mamatkhanova M.
Doctor of Technical Sciences, Institute of Chemistry of Plant Substances
Khalilov R.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Chemistry of Plant Substances
Abduazimov B.
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Institute of Chemistry of Plant Substances
Mamatkhanov A.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Chemistry of Plant Substances
Sagdullaev Sh.
Doctor of Technical Sciences, Academic, Institute of Chemistry of Plant Substances

Аннотация

В статье представлены результаты оптимизации процесса получения сухого экстракта «Иммунокор» из надземной части (н/ч) череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.) методом распылительной сушки. Выявлено, что сушка водного экстракта н/ч *Bidens tripartita* в распылительной сушилке является оптимальной по сравнению с сушкой в сушильном шкафу, обеспечивая лучшие органолептические характеристики, минимальное время процесса (1 ч на обработку 1 кг сырья). При этом для сушки в распылительной сушилке высушиваемый водный экстракт необходимо подготовить следующим образом: после экстракции и фильтрации сумму полисахаридов концентрируют в вакуум-выпарном аппарате при 60–70 °С и вакууме 0,04–0,08 МПа до содержания сухого остатка 15 %. Установлено, что для получения готового продукта стабильного по выходу и качеству сушку водного экстракта полисахаридов в распылительной сушилке нужно осуществлять при температуре теплоносителя на входе 180–190 °С, на выходе 85–90 °С, давлении воздуха на форсунку 0,2 МПа, со скоростью подачи раствора 5 л/ч (5,5 л/ч·м³). Разработана технология производства субстанции «Иммунокор экстракт сухой» из н/ч *Bidens tripartita* с иммуностимулирующим действием, позволяющая получить продукт с содержанием полисахаридов не менее 15 %. Апробация разработанной технологии показала, что выход целевого продукта составляет 12,2 % от массы сырья.

Abstract

The article presents the optimization of the process for obtaining the dry extract "Immunokor" from the aerial parts of *Bidens tripartita* L. using spray drying. It was found that drying the aqueous extract of the aerial parts of *B. tripartita* in a spray dryer is optimal compared to drying in a drying cabinet, providing better organoleptic characteristics, minimal process time (1 hour per 1 kg of raw material). For drying in the spray dryer, the aqueous extract to be dried should be prepared as follows: after extraction and filtration, the polysaccharide sum is concentrated in a vacuum evaporator at 60–70 °C and vacuum of 0.04–0.08 MPa to a dry residue content of 15%. It was established that to obtain a finished product stable in yield and quality, drying of the aqueous polysaccharide

extract in the spray dryer should be carried out at an inlet heat carrier temperature of 180–190 °C, outlet temperature of 85–90 °C, solution feed rate of 5 L/h (5.5 L/h·m³), and air pressure on the nozzle of 0.2 MPa. A technology has been developed for producing the substance "Immunokor dry extract" from the aerial parts of *B. tripartita* with immunostimulatory action, which allows obtaining a product with a polysaccharide content of at least 15%. Pilot testing of the developed technology showed that the yield of the target product is 12.2% of the raw material mass.

Ключевые слова: *Bidens tripartita,* полисахариды, сухой экстракт, распылительная сушка, технология, иммуностимулирующее действие.

Keywords: *Bidens tripartita,* polysaccharides, dry extract, spray drying, technology, immunostimulating effect.

Введение

Bidentis tripartitae L. (Череда трехраздельная; семейства сложноцветные (*Asteraceae*)) – однолетнее травянистое растение, произрастающее по всему Узбекистану [1]. Надземная часть (н/ч) *B. tripartitae* содержит эфирное масло, флавоноиды, кумарины, дубильные вещества, полиацетилены, каротин и витамин С, а также горечи, слизи и лактоны [2-4]. В эфирном масле, выделенном из н/ч череды трехраздельной, определены такие вещества, как алло-оцимен, (Z)- β-оцимен, α-фелландрен – [5, 6]. С помощью масла выделены α-пинен, β-бисаболен, п-цимен, гексанал, линалоол, п-цимен-9-ол, β-элемен, 2-пентифуран, силфиперфол-6-ен – [7]. В состав компонентов н/ч *B. tripartitae*, также входят минеральные соли Zn, Se, Mn, Cd [8, 9]. В н/ч *B. tripartitae* из флавоноидов, в основном, содержатся лютеолин, цинарозид, ассоциированные халконы: бутеин, бутеин-7-О-β-D-глюкопиранозид и мареин, флаваноны: изокореопсин и флаваномареин, ауроны: сульфуретин, сульфуреин, маритиметин, маритимеин [10-12]. Из кумаринов в н/ч *B. tripartitae* содержатся умбеллиферон, скополетин, эскулетин, тридекан-производные полиацетиленов: тридека-1,12-диен-3,5,7,9-тетраин, лютеин. Из н/ч *B. tripartitae* выделены водорастворимые полисахариды (до 10%), пектиновые вещества (до 1,0%) и гемицеллюлозы А и Б (до 3,0% и 0,6% соответственно). Во фракционном составе водорастворимых полисахаридов основными моносахаридами являются глюкоза, галактоза, глюкуроновая и галактуроновая кислоты [13]. Показано, что в н/ч *B. tripartitae*, произрастающей в Узбекистане, содержится около 5% полисахаридов, состоящих, в основном, из моносахаридов, таких как галактоза, глюкоза, арабиноза, ксилоза и уроновая кислота [14].

Траву череды в виде настоя и лечебных ванн применяют в педиатрии при диатезах, скрофулезе (золотухе); как противовоспалительное, потогонное и мочегонное средство при простудных заболеваниях. Спиртовые экстракты имеют противоаллергический и желчегонный эффект. Трава череды входит в состав потогонных и мочегонных сборов [15]. В качестве гипогликемического и антидиабетического средств предложены настойки н/ч *B. tripartitae* [8]. Показано седативное и гипотензивное действие 20%-ной настойки череды [16]. Авторами [17, 18] показаны адаптогенная, антиоксидантная, противовоспалительная активность и болеутоляющие свойства экстрактов, полученных из н/ч *B. tripartitae.* Установлено благоприятное влияние суммарных фракций череды трехраздельной на гемодинамику нормотензивных крыс. При этом доказаны гипотензивные свойства спиртовых экстрактов череды [19]. При изучении различных образцов экстрактов, выявлены выраженные гепатопротекторные свойства фракций, обогащенных флавоноидами [20]. Показано, что мазь, приготовленная из сухого экстракта травы и вазелина, при наружном применении лечит псориаз. Наружное применение препаратов череды успокаивает зуд, оказывает противоаллергическое действие. Флаваноиды череды уменьшают количество гистамина при экспериментальной аллергии [25]. Экспериментальные исследования показали, что настойка травы череды приводит к быстрому очищению и зарастанию инфицированной костно-мышечной раны [22]. Изучены иммуностимулирующие свойства жидкого экстракта *B. tripartitae*, которые не уступают по эффективности препарату иммунал при коррекции иммунодефицитных состояний [23, 24]. Н/ч *B. tripartitae* оказывает противовоспалительное и антибактериальное действие против патогенных бактерий, таких как *Staphyllococcus aureus, Esherichia coli, Proteus vulgaris* [25, 26].

Вышеизложеное показывает, что *B. tripartitae* богата биологически активными веществами различного класса, проявляющими различную фармакологическую активность растения или препаратов, полученных из *B. tripartitae.* Литературный обзор по применению н/ч *B. tripartitae* и собственные исследования показывают, что противоаллергические свойства проявляют флавоноиды [27, 28], а иммуностимулирующие свойства – полисахариды [24]. Из вышеизложенного видно, что многие исследования фармакологических свойств *B. tripartitae* проведены на экстрактах, содержащих флавоноиды и полисахариды. Поэтому экстракты, полученные этиловым спиртом в различных концентрациях, проявляют противоаллергические и иммуностимулирующие свойства.

Учитывая вышеизложенное, нами для лечения аллергических заболеваний предложена сумма флавоноидов, которая обладает именно противоаллергическим эффектом, а в качестве иммуностимулирующего средства – предложена сумма полисахаридов. В результате совместных исследований Института химии растительных веществ (ИХРВ) и Института иммунологии и геномики человека АН РУз на основе флавоноидов н/ч *B. tripartitae* создан новый оригинальный препарат антигистаминного и противоаллергического действия «Аллергодаф», а также иммуностимулирующий препарат «Иммунокор» на основе полисахаридов [24, 27-31].

Целью исследования является разработка оптимальной технологии сушки водного экстракта полисахаридов из н/ч *B. tripartitae* для получения субстанции «Иммунокор экстракт сухой» с иммуностимулирующей активностью.

Материалы и методы исследований

Используемая н/ч *B. tripartitae* в экспериментах обладала следующими характеристиками: содержание полисахаридов не менее 3,5 %; содержание суммы флавоноидов (в пересчете на лютеолин-стандарт) не менее 0,5 %; влажность не более 13 % (ГФ XI, вып. 1, с. 285); зола общая не более 14 % (ГФ XI, вып. 2, с. 24); зола, нерастворимая в 10 %-ном растворе хлористоводородной кислоты, не более 2 % (ГФ XI, вып. 2, с. 25); частиц, не проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 7 мм, не более 10 % (ГФ XI, вып. 1, с. 275); частиц, проходящих сквозь сито с размером отверстий 0,5 мм, не более 15 % (ГФ XI, вып. 1, с. 276); органической примеси не более 3 % (ГФ XI, вып. 1, с. 276); минеральной примеси не более 1 % (ГФ XI, вып. 1, с. 276).

Содержание сухих остатков водных экстрактов (водорастворимых веществ) определяли на рефрактометре. Относительная ошибка единичного определения составляет $\pm$5%.

Определение влажности субстанции «Иммунокор экстракт сухой» проводили следующим образом: точную навеску образца субстанции помещали в предварительно высушенный и взвешенный бюкс и сушили при температуре 105 °С. Бюкс с высушенной пробой помещали в эксикатор для охлаждения на 50 мин, затем взвешивали. Первое взвешивание проводили после сушки в течение 2 ч. Последующие взвешивания проводили после каждого часа дальнейшего высушивания. Процесс повторяли до постоянной массы образца субстанции. Массовую долю сухого остатка (в %) вычисляли по формуле 1:

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100; \qquad (1)$$

где: m – навеска, г; m_1– масса чашки, г; m_2– масса чашки с остатком после высушивания, г.

Как ранее сообщалось, водный экстракт полисахаридов, полученный при температуре 70 °С, обладает способностью в 1,53–2,32 раза повышать иммунный ответ к эритроцитам барана у мышей с полноценной иммунной системой [24]. Учитывая это, при проведении экспериментов проводили экстракцию водой при температуре 70 °С и далее экстракт сушили на различных установках, основываясь на методиках, описанных в [32–34].

Для подбора типа сушильного аппарата нами проведен ряд экспериментов. Для этого по 1,0 кг воздушно сухого сырья загружали в пять экстракторов, где его трехкратно экстрагировали водой при температуре 70°С. Объединенный и отфильтрованный первый экстракт сгущали до густой массы и сушили в вакуумно-сушильном шкафу марки “ШСВ-45К” (Россия) при температуре 70-80°С и вакууме 0,6-0,8 кгс/см^2 (образец 1). Второй сгущенный экстракт сушили в сушилке инфракрасного излучения марки “ИКС-2М” (Россия) при температуре 70°С (образец 2). Экстракты из третьего экстрактора также объединяли, отфильтровывали, затем концентрировали до содержания сухой массы в экстракте 10%. Концентрат сушили в распылительной сушилке форсунчатого типа “Anhydro No. 2” (Дания), температура теплоносителя при входе 180°С, на выходе 90°С, давление воздуха для распыления раствора 0,15 МПа (образец 3). Полученные сухие экстракты измельчали в мельнице и просеивали через сито с отверстиями 0,5 мм.

Для изучения влияния температуры на процесс сушки полисахаридов из н/ч *B. tripartitae* эксперименты проводили следующим образом: 6,0 кг воздушно сухой н/ч *B. tripartitae* загружали в экстрактор и трехкратно экстрагировали водой при температуре 70°С. Объединенный и отфильтрованный экстракт концентрировали до содержания 10% сухой массы в экстракте. Концентрат разделили на шесть частей и сушили в распылительной сушилке при различной температуре, при скорости подачи раствора 4,0 л/ч.

Эксперименты по подбору скорости подачи раствора на процесс сушки полисахаридов из н/ч *B. tripartitae* проводили следующим образом: 5,0 кг сырья загружали в экстрактор, где трехкратно экстрагировали водой при температуре 70°С. Объединенный и отфильтрованный экстракт концентрировали до содержания 10% сухой массы в экстракте. Концентрат разделили на пять частей и сушили в распылительной сушилке при температуре теплоносителя на входе 190°С, выходе 90°С, при различных скоростях подачи раствора.

Выбор концентрации высушиваемого раствора при сушке полисахаридов из н/ч *B. tripartitae* осуществляли по следующей методик: воздушно сухую н/ч *B. tripartitae* по 1,0 кг загружали в пять экстракторов. Затем полисахариды экстрагировали трехкратно водой при температуре 70°С. Полученные экстракты объединяли и отфильтровывали. Экстракт из первого экстрактора с содержанием 5% сухого остатка сушили в распылительной сушилке при температуре теплоносителя на входе 190°С, выходе 90°С, при скорости подачи раствора 5 л/ч. Экстракт из второго экстрактора концентрировали до 10% сухого остатка, из третьего экстрактора – до 15%, из четвертого – до 20% и из пятого – до 25%. Концентраты сушили в распылительной сушилке в режиме, описанном при сушке экстракта из первого экстрактора.

Для исследования влияния давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя, на качество субстанции «Иммунокор экстракт сухой», 5,0 кг воздушно сухой н/ч череды трехраздельной загрузили в экстрактор, где полисахариды экстрагировали трехкратно водой при температуре 70°С. Полученные экстракты объединили, отфильтровали и концентрировали до содержания сухого остатка 15%. Концентрат разделили на 5 порций и каждую сушили в распылительной сушилке при температуре теплоносителя на входе 190°С, выходе 90°С, при скорости подачи раствора 5 л/ч, при различном

значении давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя.

Результаты и обсуждение

Изучение процесса сушки водного экстракта н/ч *B. tripartitae* показало, что образцы 1 и 2 представляют собой твердые массы, которые с противня сушилки трудно отделялись и прилипали к ножу мельницы при измельчении. При сушке в распылительной сушилке потери продукта больше на 9,0 %, чем при сушке в остальных типах сушилок. Учитывая, что выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой» почти одинаков, по органолептическим характеристикам и расходу времени для сушки водного экстракта *н/ч B. tripartitae* выбрали распылительную сушилку (табл. 1).

Таблица 1

Влияние типа сушки на выход и биологическую активность полисахаридов из н/ч *B. tripartitae*

№ образца субстанции	Выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой», % к массе сырья	Расход времени для процесса сушки, ч	Количество субстанции, не проходящее через сито, в % к сухому экстракту
1	3,95	12,0	8,40
2	3,92	10,5	6,20
3	3,75	1,0	0,00

С целью установления оптимальных режимов сушки, обеспечивающих требуемое качество конечного продукта, мы изучили следующие параметры: концентрацию раствора; скорость подачи раствора; температуру сушильного агента на входе и выходе; давление при подаче раствора в сушильную камеру. Максимальная производительность сушилки с объемом сушильной камеры 0,9 м^3 и мощностью электрокалорифера 9 кВт составляет 5 кг/ч по испаренной влаге при сушке чистой воды.

Результаты экспериментов по изучению влияния температуры на процесс сушки продемонстрировали, что повышение температуры теплоносителя на входе в сушильную камеру сопровождается ростом производительности сушки и снижением влажности готового продукта. При сушке с температурой теплоносителя на входе 180–190 °С и на выходе 85–90 °С экстракт не успевает полностью высохнуть, в результате чего часть продукта прилипает к стенкам камеры сушилки. Кроме того, полученный в сборнике продукт имеет пластилин образную консистенцию (табл. 2).

Таблица 2

Влияние температуры сушки на качество субстанции «Иммунокор экстракт сухой»

Температура теплоносителя, °С		Влажность конечного продукта, %	Выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой», % к массе сырья
на входе	на выходе		
150	65	20% продукта прилипало к стенке сушилки	
160	70	15% продукта прилипало к стенке сушилки	
170	75	8,0	3,6
180	85	5,8	3,8
190	90	3,6	3,7
200	95	2,3	1,9

Продукт, высушенный при температуре теплоносителя на входе 170 °С и на выходе 75 °С, не соответствует требованиям к влажности сухих экстрактов. Повышение температуры теплоносителя на входе выше 190 °С приводит к ухудшению органолептических характеристик сухого продукта: появляется посторонний запах, ухудшаются вкус и цвет, в целом снижаются потребительские качества. При этом возрастают потери продукта из-за образования чрезмерно мелких частиц (табл. 2).

Удовлетворительные результаты достигнуты при температуре теплоносителя на входе 180–190 °С и на выходе 85–90 °С (табл. 2).

Скорость подачи высушиваемого раствора играет большую роль при сушке в распылительной сушилке. Это объясняется тем, что быстрая подача раствора приводит к увеличению влаги в готовом продукте, а в обратном случае увеличивается потеря продукта за счет образования слишком мелких частиц и затраты времени. В связи с этим изучена скорость подачи раствора, результаты которой приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что при скорости подачи более 6 л/ч раствор плохо высушивается и часть экстракта прилипает к стенкам камеры сушилки, а также влажность конечного продукта превышает допустимую норму. При скорости менее 4 л/ч снижается выход конечного продукта. Поэтому для производства субстанции «Иммунокор экстракт сухой» выбрана скорость подачи раствора – 5 л/ч (5,5 л/ч*м^3).

Таблица 3

Влияние скорости подачи раствора на качество субстанции «Иммунокор экстракт сухой»

Скорость подачи раствора, л/ч	Влажность конечного продукта, %	Выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой», %к массе сырья
2	1,5	3,1
3	2,1	3,2
4	3,2	3,5
5	3,6	3,7
6	10% продукта прилипало к стенке сушилки	

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. Результаты исследований по подбору оптимальной концентрации высушиваемого раствора показали, что сушка неконцентрированного водного экстракта из н/ч *B. tripartitae* не соответствует по массовой доле влажности конечного продукта. Кроме того, в процессе сушки часть готового продукта (около 3-4%) прилипала к стенке камеры распылительной сушилки. При сушке концентрата с содержанием сухого остатка более 15% выход готового продукта уменьшается, и цвет получаемой субстанции темнеет. Удовлетворительный результат получили при сушке раствора с содержанием сухого остатка 10-15%. Однако при сушке 10% концентрата расход времени и энергии больше, по сравнению сушки 15% концентрата. Исходя из этого, пришли к выводу, что для сушки водного экстракта необходимо концентрировать его до значения сухого остатка 15% (табл. 4).

Таблица 4

Влияние концентрации раствора на качество субстанции «Иммунокор экстракт сухой»

Концентрация высушиваемого раствора, % сухого остатка	Влажность субстанции «Иммунокор экстракт сухой», %	Выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой», % к массе сырья	Цвет субстанции «Иммунокор экстракт сухой»
5	6,2	3,5	Светло коричневый
10	3,8	3,7	Коричневый
15	2,4	3,7	Коричневый
20	2,0	3,6	Темно коричневый
25	1,7	3,5	Темно коричневый

Степень распыления раствора форсункой в сушильной камере зависит от давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя. Оптимальное давление обеспечивает хорошую высушиваемость раствора в камере. В связи с этим, нами проведен ряд экспериментов по подбору давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя, для сушки полисахаридов из н/ч *B. tripartitae*. Полученные результаты приведены в табл. 5.

Исходя из данных, приведенных в табл. 5, оптимальное давление подаваемого воздуха в форсунку – 0,2 МПа. При давлениях 0,05; 0,1; 0,15 МПа раствор плохо распылялся внутри сушилки, и получаемый продукт был влажным. Кроме того, при давлении 0,05 МПа около 10-12% экстракта прилипало на дно камеры распылительной сушилки. При 0,25 МПа раствор прилипал к верхней стенке сушилки.

Таблица 5

Влияние давления воздуха, подаваемого на форсунку распылителя, на качество субстанции «Иммунокор экстракт сухой»

Давление воздуха, МПа	Влажность конечного продукта, %	Выход субстанции, % к массе сырья
0,05	6,1	3,5
0,10	5,5	3,7
0,15	2,5	3,7
0,20	1,9	3,6
0,25	1,8	3,1

На основе полученных результатов разработана технология получения субстанции «Иммунокор экстракт сухой» из н/ч череды трехраздельной (рис. 1).

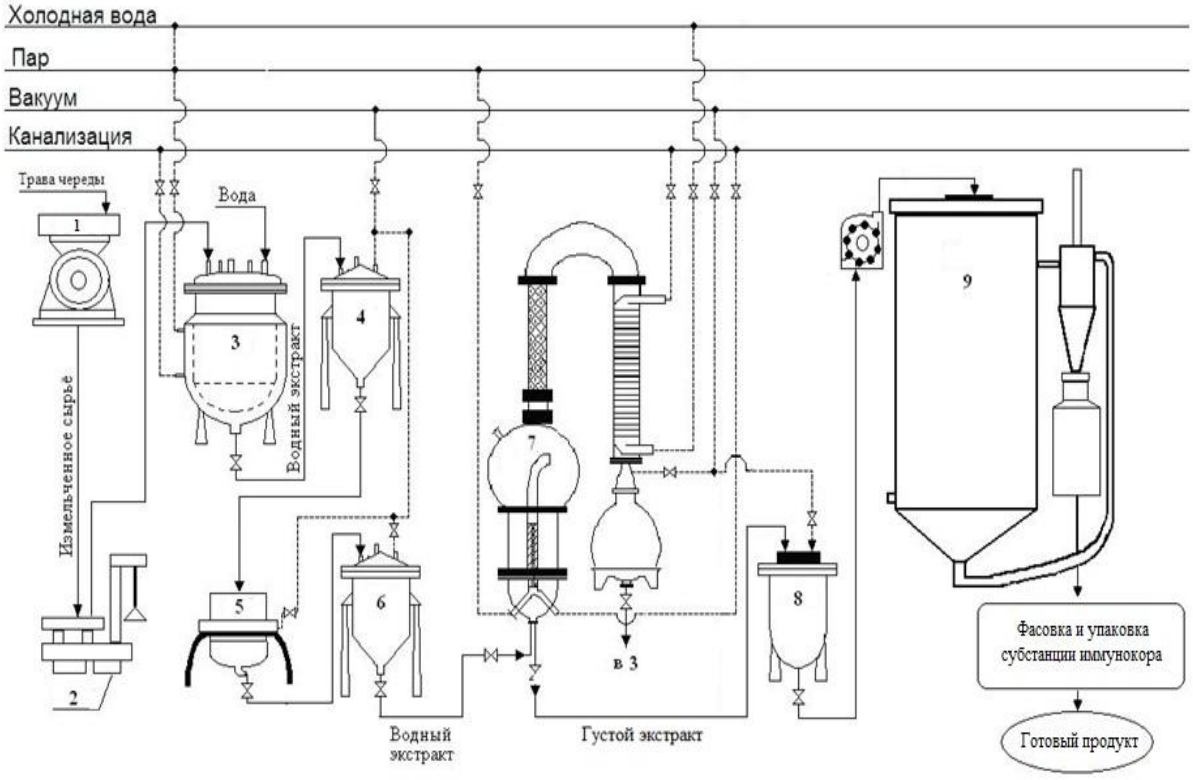


Рис. 1. Аппаратурная схема производства субстанции «Иммунокор экстракт сухой»

Воздушно-сухую надземную часть череды трехраздельной взвешивают на весах (2) в количестве 52,5 кг, измельчают на молотковой мельнице (1) до степени измельчения сырья 6 мм. Измельченное сырьё в количестве 50 кг затаривают вручную в мешки и вручную загружают в экстрактор (3) и заливают 250,0 л воды. Экстрагируют при температуре 60-70°С в течение 2 часов. После экстракции экстракт в количестве 100,0 л сливают в сборник (4) и охлаждают в течение 3-4 часов. Охлажденный экстракт отфильтровывают через нутч-фильтр (5), заправленный фильтром из сукна, в сборник (6).

В экстрактор (3) заливают 100,0 л воды и проводят вторую экстракцию аналогично первой. Второй экстракт в количестве 100,0 л охлаждают, отфильтровывают в сборник (6). Аналогично получают третий экстракт.

Экстракты объединяют и получают 300,0 л (306,5 кг) отфильтрованного водного раствора полисахаридов, который порциями по 20-25 л подают в вакуум-выпарной аппарат (7). Упаривание ведут при температуре 60–70 °С и вакууме 0,04 - 0,08 Мпа (04 - 08 кгс/см^2) до получения раствора с содержанием сухого остатка не более 15%.

Упаренный экстракт в количестве 120,0 л подают на распылительную сушилку типа «Anhydro No.2». Сушку ведут при температуре теплоносителя 180-190°С и на выходе из сушилки 85-90°С, при подаче водного раствора со скоростью 5,5 л/ч*м^3. Получают 6,1 кг субстанции «Иммунокор экстракт сухой». Выход субстанции «Иммунокор экстракт сухой» составляет – 12,2 % к массе сырья.

По органолептическим и физико-химическим показателям субстанция «Иммунокор экстракт сухой», полученная по предлагаемой технологии, имеет следующие характеристики:

Описание – порошок красновато-коричневого цвета, гигроскопичный, слегка комкуется, со слабым своеобразным запахом и горьковатым вкусом.

Растворимость – растворим в воде с образованием мутного раствора, практически нерастворим в 95% этиловом спирте и хлороформе.

Подлинность: 1) При добавлении 95% этилового спирта к водному раствору препарата должны появляться хлопьевидные сгустки, выпадающие в осадок при выдерживании в течение 5 мин. (полисахариды). Раствор с осадком фильтруют через стеклянный фильтр ПОР 16, осадок с фильтра переносят в пробирку, прибавляют 5 мл разведенной хлористоводородной кислоты, кипятят несколько минут, прибавляют 10 мл реактива Фелинга и снова кипятят; появляется оранжево-красный осадок (восстанавливающие сахара).

2) Сумма восстанавливающих сахаров – спектр поглощения раствора, приготовленного для определения суммы восстанавливающих сахаров, должна иметь максимум поглощения при длине волны 460 нм.

Потеря в массе при высушивании – не более 10,0%

Тяжелые металлы. Не более 0,01%

Зола общая. Не более 20,0%

Сумма полисахаридов – не менее 15%

Выводы

1. Распылительная сушилка выбрана для сушки водного экстракта н/ч *B. tripartitae*. Оптимальные параметры сушки: температура 180–190 °С (вход)/85–90 °С (выход), скорость подачи 5 л/ч,

концентрация 15 % сухого остатка, давление воздуха 0,2 МПа – обеспечивают влажность 1,9-3,2 %, выход 3,6-3,7 % без прилипания и потемнения субстанции.

2. Разработана технология получения субстанции «Иммунокор экстракт сухой», обладающей иммуностимулирующим действием, из н/ч *B. tripartitae*. Данная технология промышленно апробирована на Опытном производстве Института химии растительных веществ и установлено, что выход целевого продукта составляет 12,2% от массы сырья. Внедрение этой технологии позволило рационально использовать н/ч *B. tripartitae* и вследствие этого удешевить процесс получения продуктов.

3. По органолептическим и физико-химическим показателям субстанция «Иммунокор экстракт сухой» соответствует нормам: полисахариды ≥15 %, влажность ≤10 %, зола ≤20 %, гигроскопичный порошок красновато-коричневого цвета.

Финансовая поддержка. Данная работа финансировалась за счет средств базового финансирования Института химии растительных веществ Академии Наук Республики Узбекистан.

Список литературы

1. Тойжонов К., Нигматуллаев Б.А., Сагдуллаев Ш.Ш. Ўзбекистон доривор ўсимликлари лотинча номларининг этимологик луғати. Тошкент; Наврўз. 2016. 210 б.

2. Журба О.В., Дмитриев М.Я. Лекарственные, ядовитые и вредные растения. Москва; КолосС. 2008. 513 с.

3. Корожан Н.В., Бузук Г.Н. Сравнительный анализ компонентного состава эфирного масла травы видов череды // Вестник фармации. 2015. №1 (67). С. 18-24.

4. Коновалов Д.А., Насухова А.М. Полиацетиленовые соединения у видов рода *Bidens* // Фармация и фармакология. 2014. №2(3). С. 34-65.

5. Yun M.S., Yeon B.R., Cho H.M., Lee S.E., Jhoo J.W., Jung J.W., Park Y.H., Kim S. Fragrance, Chemical Composition and Toxicity of the Essential Oil in Erect Burmarigold (*Bidens tripartita* L.) // Korean Journal of Weed Science. 2012. No. 3. P. 195-203.

6. Tomczykowa M., Gudej J., Majda T., Góra J. Essential oils of Bidens tripartita L. // Journal of Essential Oil Research. 2005. No. 17(6). P. 632-635.

7. Tomczykowa M., Leszczyńska K., Tomczyk M., Tryniszewska E., Kalemba D. Composition of the essential oil of *Bidens tripartita* L. roots and its antibacterial and antifungal activities // Journal of medicinal food. 2011. No. 14(4). P. 428-433.

8. Oproshanskaja T.V. Development of technology reception tincture of herb *Bidens Tripartita* and the stady of its elemental composition // Sworld journal. 2013. No. 3. P. 23-28.

9. Wei S., Niu R., Srivastava M., Zhou Q., Wu Z., Sun T., Hu Y., Li Y. *Bidens tripartite* L.: a Cd-accumulator confirmed by pot culture and site sampling experiment // Journal of Hazardous Materials. 2009. No. 170 (2-3). P. 1269-1272.

10. Lv J.L., Zhang L.B. Flavonoids and polyacetylenes from the aerial parts of *Bidens tripartita* // Biochemical systematics and ecology. 2013. No. 48, P. 42-44.

11. Афанасьева Ю.Г. Фармакогностические исследования по разработке лекарственных растительных средств с противоаллергической активностью // Автореф. дис. … докт. фарм. наук. Пермь, 2013. 44 с.

12. Косман В.М., Фаустова Н.М., Пожарицкая О.Н., Шиков А.Н., Галамбози Б. Влияние ферментации на фитохимический состав сырья травы череды // Материалы IV Всероссийской конференции «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Россия, Барнаул. 2009. С. 258.

13. Корожан Н.В. Полисахариды некоторых видов череды флоры Республики Беларусь // Молодые ученые XXI века – от идеи к практике: материалы докладов науч.-практ. конф. – Самара, 2015. С. 171-172.

14. Арипова Т.У., Сагдуллаев Ш.Ш., Жапоров О.К., Суяров А.А., Абдуллаев Н.Д., Рахманбердыева Р.К., Маликова М.Х. Способ получения лекарственного средства, обладающего иммуностимулирующей активностью // Патент РУз № Uz IAP 05482. Бюллетень №10. 31.10.2017.

15. Карпук В.В. Фармакогнозия. – Изд-во Белорусского Государственного Университета; Минск. 2011. 340с.

16. Sandu R.B., Lupusoru C.E., Lupusoru R.V., Tartau L.P. Studies on the effects of some *Bidens tripartita* extracts on psychomotor abilities in rats // European Neuropsychopharmacology. 2013. No. 23. P. 248-249.

17. Sandu R.B., Tarţău L., Miron A., Zagnat M., Ghiciuc C.M., Lupuşoru C.E. In vivo biocompatibility evaluation of some *Bidens tripartita* extracts in rats // Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi – USA. 2013. No. 117(3), P. 795-800.

18. Lupusoru R.V., Mititelu-Tartau L., Sandu R.B., Popa G., Zagnat M., Lupusoru C.E. Experimental investigations on the effects of *Bidens tripartita* extracts in nociceptive reactivity // Farmacia. 2016. No. 64(1), P.100-103.

19. Степанова Э.Ф., Крикова А.В., Микаэлян А.С., Гончарова В.В., Корочинский А.В. Влияние суммарных фракций череды трехраздельной на гемодинамику нормотензивных крыс // Современные проблемы науки и образования. 2006. №2. С. 105-107.

20. Микаэлян А.С., Оганесян Э.Т., Степанова Э.Ф., Кракова А.В. Изучение фармакологической активности суммарных комплексов череды трехраздельной // Кубанский научно-медицинский вестник. 2006. №10. С. 62-66.

21. Суяров А.А., Комарин А.С. Влияние фракции флавоноидов, выделенной из череды трехраздельной в разных дозах, на содержание гистамина при экспериментальной аллергии // Журнал теоретической и клинической медицины. 2016. №1. С. 27-29.

22. Лопаева А.С. Комплексная терапия кожно-

мышечных инфицированных ран у подопытных групп кроликов // Известия Горского Государственного Аграрного Университета. 2017. №3. С. 89-93.

23. Борсук О.С., Массная Н.В., Шерстобоев Е.Ю., Исайкина Н.В., Калинкина Г.И. Жидкий экстракт череды – новый перспективный иммуностимулятор // Тихоокеанский медицинский журнал. 2009. №3. С. 137-138.

24. Суяров А.А., Алимова М.Т., Халилов Р.М., Хажибаев Т.А. Влияние на гуморальный иммунитет образцов субстанций полисахаридов череды трехраздельной, полученных в полупромышленных установках // Фармацевтический журнал. 2016, №2. С. 116–120.

25. Курапова Т.М., Казимирченко О.В. Влияние биологически активных веществ череды (*Bidens Tripartita* L.) на некоторые иммунофизиологические и микробиологические показатели состояния годовиков карпа // Вестник Астраханского Государственного Технического Университета. Серия: Рыбное Хозяйство. 2015. №4. С. 69-76.

26. Лопаева А.С., Чеходариди Ф.Н. Фармакотоксикологическая оценка и антимикробное действие настойки из череды, тысячелистника и омелы на патогенную микрофлору Staphylococcus Aureus, Esherichia Coli, Proteus Vulgaris // Известия Горского Государственного Аграрного Университета. 2017. №3 (54). С. 86-89.

27. Котенко Л.Д., Хажибаев Т.А., Суяров А.А., Халилов Р.М., Мадрахимов Ш.Н. Технология и стандартизация антигистаминного, противоаллергического препарата на основе флавоноидов из травы череды трехраздельной // Фармацевтический вестник Узбекистана. 2018. №2. С. 16-21.

28. Арипова Т.У., Сагдуллаев Ш.Ш., Суяров А.А., Жапоров О.К., Абдуллаев Н.Д., Турахожаев М.Т., Абдукадиров И.Т., Халилов Р.М., Мадрахимов Ш.Н., Котенко Л.Д., Реджепов Ж., Хажибаев Т.А. Способ получения средства, обладающего противоаллергическим действием // Патент Республики Узбекистан № IAP 05730. Бюллетень №1., 2019. С 53-54.

29. Хажибаев Т.А., Котенко Л.Д., Суяров А.А., Мадрахимов Ш.Н., Халилов Р.М. Технология и стандартизация противоаллергического препарата на основе флавоноидов из травы череды трехраздельной // Фармацевтический вестник Узбекистана. 2018. №2. С. 16-21.

30. Хажибаев Т.А., Котенко Л.Д., Суяров А.А., Мадрахимов Ш.Н., Халилов Р.М. Технология и стандартизация противоаллергического препарата на основе флавоноидов из травы череды трехраздельной // Фармацевтический вестник Узбекистана. 2018. №2. С. 16-21.

31. Hajibaev T.A., Khalilov R.M., Sagdullaev Sh.Sh. Optimization and dynamics of the extraction process of polysaccharides from the *Bidens tripartite* // Uzbek Biological Jornal. 2017.№4. P.25-28.

32. 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. 2024. №1. С. 58-62.

33. Маматханов А.У., Хажибаев Т.А., Халилов Р.М. Технология получения суммы иридоидов из отходов переработки надземной части *Ajuga turkestanica* // Химия растительного сырья. 2023. №3. С. 293–302.

34. Умарова О.У. Хасанова Ш.Э. Тиловова Г.Х. Абдурахманов Б.А. Халилов Р.М. Сотимов Г.Б. Эгамова Ф.Р. Юсупова С.М. Негматова М.У. Оптимальные условия распылительной сушки водного экстракта *Leonurus turkestanicus* и оценка седативного действия // Danish Scientific Journal. 2025. No94. P. 75–80.