



615.322:581.633.1

СУХОЙ ЭКСТРАКТ ИЗ ТРАВЫ ЭРВЫ ШЕРСТИСТОЙ

В.Н.Абдуллабекова¹, Н.А.Абдуллабекова², А.К. Бошкаева³, М.Т.

Телман³

1 Институт фармацевтического образования и исследования, г. Ташкент,
Республика Узбекистан

2 Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент, Республика
Узбекистан

3 Казахский Национальный медицинский университет им. С.Д.
Асфендиярова, г.Алматы, Республика Казахстан

Аннотация

Проведено исследование по разработке технологии получения сухого экстракта из травы эрвы шерстистой (*Aerva lanata* L.). Изучено влияние условий экстракции (гидро модуль, температура, степень измельчения сырья) и параметров сушки на выход и физико-химические характеристики экстракта. Оптимальными признаны следующие условия: извлечение водным экстрагентом при гидро модуле 1:15 и температуре 22–30 °С, что обеспечивает выход $21,7 \pm 0,3 \%$. Для получения сухого экстракта применена распылительная сушка при температуре входящего воздуха 190–195 °С и выходящего 70–75 °С. Добавление носителя (декстрина) в концентрации 30% позволило снизить гигроскопичность, обеспечить удовлетворительные органолептические свойства и повысить стабильность препарата. Полученные результаты могут быть использованы при разработке стандартизированных лекарственных форм на основе *Aerva lanata* L.

Ключевые слова: эрва шерстистая; *Aerva lanata* L.; экстракт; фитопрепараты; сушка; технология; декстрин.

Abstract

The study focuses on the development of a technology for obtaining a dry extract from the aerial part of *Aerva lanata* L. The influence of extraction parameters (hydromodule, temperature, degree of raw material grinding) and drying conditions

on extract yield and physicochemical properties was investigated. Optimal extraction conditions were identified as aqueous extraction at a hydromodule of 1:15 and a temperature of 22–30 °C, resulting in a yield of $21.7 \pm 0.3\%$. Spray drying was performed at an inlet temperature of 190–195 °C and an outlet temperature of 70–75 °C. The addition of a carrier (dextrin) at 30% reduced hygroscopicity, improved organoleptic properties, and enhanced the stability of the dry extract. The findings support the use of *Aerva lanata* L. extract in the development of standardized pharmaceutical formulations.

Keywords: *Aerva lanata* L.; dry extract; phytopreparation; spray drying; dextrin; technology; hygroscopicity.

Введение

Растения традиционно играют важную роль в медицине благодаря богатому химическому составу, включающему флавоноиды, алкалоиды, гликозиды, полисахариды, фенольные соединения, терпеноиды, органические кислоты, витамины, макро- и микроэлементы. Эти вещества обеспечивают широкий спектр фармакологических эффектов и используются для профилактики и лечения различных заболеваний.

Одним из перспективных лекарственных растений является эрва шерстистая (*Aerva lanata* L., сем. *Amaranthaceae*) — источник биологически активных соединений, включая флавоноиды, сапонины, дубильные вещества, полисахариды и органические кислоты. В традиционной медицине, особенно Южной Азии, она применяется в виде настоев, экстрактов, отваров и порошков. Установлено, что *Aerva lanata* обладает противовоспалительным, антиоксидантным, диуретическим, нефропротекторным, антибактериальным, гепатопротекторным и гипогликемическим действием [источники]. Она используется при воспалительных и инфекционных заболеваниях, нарушениях функции почек, мочекаменной болезни, сахарном диабете, а также в терапии заболеваний дыхательной системы и кожи [1,2].

Растение продолжает активно изучаться в фармацевтической науке как сырье для создания новых лекарственных средств. Особый интерес представляет разработка сухих экстрактов, поскольку эта форма обладает рядом технологических и фармакологических преимуществ: стабильностью при хранении, точной дозировкой, удобством транспортировки и включения в различные лекарственные формы (таблетки, капсулы, порошки и др.). Кроме того, технология получения сухих экстрактов позволяет сохранить термолабильные соединения, повышая фармакологическую ценность продукта.

Сухой экстракт *Aerva lanata* также представляет интерес как компонент биологически активных добавок, косметических средств и функционального питания. Таким образом, создание сухого экстракта на основе данного растения является актуальной задачей современной фармацевтической технологии.

Ключевым этапом в производстве экстракта является экстракция, эффективность которой определяется выбором экстрагента, температурой, временем, гидромодулем и степенью измельчения сырья. От оптимизации этих параметров зависит как выход, так и качество конечного продукта.

Цель работы — оптимизация условий экстракции действующих веществ из травы *Aerva lanata* с оценкой влияния типа экстрагента, температуры и гидромодуля на выход и состав экстракта. Также исследуется влияние температуры сушки на сохранение качества и снижение гигроскопичности экстракта, что важно для его стабильности при хранении и дальнейшего применения.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки эффективных технологий экстракции и сушки, направленных на повышение качества экстрактов *Aerva lanata* и расширение их применения в фармацевтике и пищевой промышленности.

Материалы и методы. В качестве объекта использовали высушенную и измельченную надземную часть эрвы шерстистой, заготовленную в период

цветения (август) (Средне-Чирчикский район, Ташкентская область, Республика Узбекистан).

В ходе исследования получения сухого экстракта были использованы метод экстракции и следующие приборы: - весы РП-150 кг по ТУ25-06.1307-76 переносные платформенные, указательный прибор - коромысло школьного типа, материал - металл. Технические характеристики: диапазон измерений - 7,5-150,0 кг. Допустимая погрешность- до 0,1%. Габаритные размеры – 800×515×1300 см; вакуум–циркуляционный выпарной аппарат. Рабочий объем – 25 л. Производитель - фирма «Kavalier» (Чехия). Материал - бромсиликатное стекло марки 3,3 - Simax. Обогрев - паровой, температура пара - 125оС. Охлаждающий агент–вода. Рабочее давление внутри аппарата – не менее 10кПа. Производительность – 10 л/час; - экстрактор. Производитель-Фирма «Kavalier» (Чехия). Материал -бромсиликатное стекло марки 3,3-Simax. Рабочий объем - 65 л. Распылительная сушилка фирмы «Ангидро» (Дания). Параметры: температура теплоносителя на входе - 170-190оС, на выходе - 70-80оС. Расход концентрата - 4,0-4,5 л/час. При измельчении сырья использовалась дробилка КДУ-2.

Экспериментальная часть

Одним из важнейших этапов при выделении биологически активных соединений из растительного сырья является оптимизация процесса экстрагирования, от которой зависит как количественный выход, так и эффективность последующего выделения целевого продукта [4-13]. Экстракционный процесс определяется совокупностью факторов, включая выбор экстрагента, степень измельчения растительного материала, гидромодуль, температурный режим и другие параметры.

В рамках настоящей работы было проведено изучение влияния указанных факторов на выход сухого экстракта. На основе полученных данных были установлены оптимальные условия для проведения экстракции с целью повышения эффективности извлечения действующих веществ.

Выбор экстрагента и степени измельченности травы эрвы шерстистой

По данным литературы [1,2,3], а также результатам наших предварительных исследований, эрва шерстистая (лат. *Aerva lanata*) содержит широкий спектр биологически активных соединений, включая флавоноиды, оксикоричные кислоты и полисахариды. Учитывая разнообразие полярности этих веществ, для подбора оптимального экстрагента были апробированы этанол в различных концентрациях (96%, 70%, 50%, 30%) и вода. Это позволило оценить влияние полярности растворителя на эффективность извлечения целевых компонентов.

Для проведения экстракции использовали 50 г измельчённой воздушно-сухой травы эрвы шерстистой (*Aerva lanata*), соответствующей требованиям ФС 42-Уз-0025–2000. В качестве экстрагентов применяли этанол различных концентраций (96%, 70%, 50%, 30%), а также воду. Экстракцию проводили методом настаивания при температуре 22–30 °С в течение 24 часов, при соблюдении гидромодуля 1:10.

С целью удаления балластных веществ извлечения выдерживали в течение 2 суток при температуре 10 °С, после чего фильтровали через фильтровальную бумагу в заранее отвешенные фарфоровые чашки. Полученные экстракты упаривали досуха на водяной бане, после чего определяли выход суммы экстрактивных веществ весовым методом.

Аналогичные условия экстрагирования применялись и для опытов с использованием воды в качестве растворителя. Результаты количественного определения сухого остатка и суммы флавоноидов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние экстрагента на выход сухого экстракта

Выход	Этанол				Вода
	96%	70%	50%	30%	



Сухой экстракт	10,8±0,2*	12,1±0,1*	13,4±0,2*	16,8±0,2*	21,0±0,3
Сумма флавоноидов	0,87±0,01*	0,98±0,01*	1,23±0,02*	1,32±0,02	1,36±0,03

Примечание: * - достоверно по отношению к данным экстракции сырья водой ($P < 0,05$)

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что наибольший выход сухого экстракта наблюдается при экстрагировании сырья водой, достигая $21,0 \pm 0,3$ % от массы сырья. При этом содержание суммы флавоноидов составило $1,36 \pm 0,03$ %. Учитывая, что традиционной лекарственной формой применения травы эрвы шерстистой является водный настой в соотношении 1:10, а также полученные экспериментальные данные, вода была признана оптимальным экстрагентом. В связи с этим, в последующих опытах для экстрагирования биологически активных веществ из сырья использовали именно воду.

Одним из значимых факторов, влияющих на эффективность экстрагирования, является степень измельчённости растительного сырья. От неё зависят скорость диффузии экстрактивных веществ, гидравлическое сопротивление слоя, полнота извлечения, производительность и прозрачность полученного экстракта.

При использовании неизмельчённого или крупноизмельчённого сырья площадь контакта частиц с растворителем значительно ограничена, что замедляет процесс и требует большего расхода экстрагента. В то же время, при чрезмерно мелком измельчении (менее 1 мм) процесс экстрагирования ускоряется, однако полученные экстракты оказываются мутными и трудно поддающимися осветлению, что затрудняет их последующую переработку.

Согласно требованиям ФС 42-Уз-0025–2000, измельчённое сырьё представляет собой смесь частиц (стеблей, листьев, соцветий), проходящих через сито с диаметром отверстий 7 мм. С целью оптимизации степени

измельчённости нами было проведено исследование влияния этого параметра на выход сухого экстракта.

Экспериментальные условия включали использование 50 г сырья различных фракций (от 0,25 до 6 мм, а также неизмельчённого сырья), которое экстрагировали 500 мл воды в статических условиях при температуре 20–22 °С в течение 2 часов. Очистка полученного экстракта от балластных веществ проводилась путём выдерживания в течение 2 суток при 10 °С, после чего растворы фильтровали через ткань «белтинг». Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Зависимость выхода сухого экстракта от степени измельчения сырья

Размер частиц, мм	Выход сухого экстракта, в % от веса сырья
Не измельченное сырье	13,5±0,3
5-7	16,4±0,3
1-2	20,5±0,3
0,25-0,5	18,8±0,4

Анализ данных, представленных в таблице 2, показал, что наибольший выход сухого экстракта наблюдается при степени измельчения сырья до размеров частиц 1–2 мм. Такой размер частиц оказался оптимальным для нормального протекания процесса экстрагирования: обеспечивается достаточная площадь контакта сырья с экстрагентом и хорошая фильтруемость полученного извлечения.

Дополнительно установлено, что при использовании фракции 1–2 мм плотность укладки сырья в экстракционных аппаратах увеличивается примерно в два раза по сравнению с неизмельчённым материалом. Это способствует более рациональному использованию объёма экстрактора и увеличивает эффективность процесса. В таких условиях практически за 5–6 сливов обеспечивается полное извлечение суммы флавоноидов.

При дальнейшем уменьшении размера частиц (менее 1 мм) наблюдались трудности в фильтрации извлечений, связанный с их мутностью и повышенным содержанием взвешенных веществ. Это ухудшало технологичность процесса и препятствовало эффективной диффузии экстрагента.

В то же время, увеличение размера частиц (более 2 мм) приводило к снижению выхода суммы флавоноидов, что объясняется уменьшением доступной площади поверхности и ухудшением проникновения экстрагента в растительное сырьё.

Учитывая полученные результаты, в дальнейшем все эксперименты по изучению влияния гидромодуля, температуры, кратности и динамики экстрагирования проводились с использованием сырья, измельчённого до фракции 1–2 мм.

Динамика и кинетика извлечения экстрактивных веществ

В ходе исследования было определено фазовое равновесие и кинетика извлечения экстрактивных веществ из травы эрвы шерстистой. Для изучения кинетики экстракционного процесса было проведено исследование фазового равновесия при трехкратном контакте фаз.

Для установления фазового равновесия при первом контакте фаз, в экстракторах общей ёмкостью по 10 л каждый, было загружено 0,5 кг измельчённого воздушно-сухого сырья (с размером частиц 1–2 мм). В качестве экстрагента использовалась очищенная вода при гидромодуле 1:6. Процесс экстракции проводился при температуре 22–30 °С.

Экстракция проводилась в пять экстракторов с разным временем экстракции:

В первом экстракторе экстракция длилась 1 час, во втором — 2 часа, в третьем — 3 часа, в четвёртом — 4 часа, в пятом — 5 часов.

После истечения времени экстракции экстракты сливали, фильтровали через ткань «белтинг», затем концентрировали в вакууме и сушили до

постоянной массы при температуре 60 °С. Было установлено, что фазовое равновесие при первом контакте фаз наступает через 5 часов.

Для установления фазового равновесия при втором контакте фаз экстрагирование проводили в трёх экстракторах. В каждом экстракторе использовалось 0,5 кг измельчённого сырья, и процесс экстракции длился 3 часа. После этого экстракты сливали, а в экстракторы заливали свежие порции экстрагента.

Экстракция проводилась следующим образом: из первого экстрактора экстракт сливали через 1 час, из второго — через 2 часа, из третьего — через 3 часа.

Определение содержания экстрактивных веществ проводилось путём концентрирования и сушки экстрактов до постоянной массы. Было установлено, что фазовое равновесие при втором контакте фаз достигается через 3 часа. При этом основное количество экстрактивных веществ, около 83%, извлекается за первые 3 слива.

Для исследования фазового равновесия при третьем контакте фаз экстракцию проводили следующим образом: по 0,5 кг измельчённого сырья экстрагировали в течение 3 часов, затем сливали экстракт и заливая свежий экстрагент, продолжали экстракцию в течение 2,5 часов. После этого экстракты снова сливали и проводили третий слив, продолжая процесс в аналогичных условиях.

При третьем контакте фаз было установлено, что равновесие наступает через 2 часа. Результаты, полученные в ходе эксперимента, приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Динамика и кинетика извлечения сухого экстракта травы эрвы шерстистой

Экстракторы	Содержание сухого экстракта от их содержания в сырье, %	Время экстрагирования, ч
-------------	---	--------------------------

1	49,87±0,73	5
2	19,13±0,27	3
3	13,92±0,18	2
4	5,21±0,08	1
5	3,47±0,06	1
6	2,59±0,03	1
Итого:	93,85	13

Результаты изучения динамики извлечения сухого экстракта приведены в таблице 3. Из данных таблицы видно, что при шестикратной экстракции из сырья извлекается около 94% сухого экстракта. При этом основное количество экстрактивных веществ, примерно 83%, извлекается за первые 3 слива. Увеличение количества сливов после этого момента является нецелесообразным, поскольку не приводит к значительному увеличению выхода экстракта.

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что фазовое равновесие при трехкратном контакте фаз между сырьем и экстрагентом достигается оптимально. Этот результат был использован в дальнейшем для получения сухого экстракта.

Далее приводятся результаты исследования, направленного на изучение влияния гидромодуля и температуры на эффективность экстракции. Результаты этих экспериментов позволили уточнить условия, при которых процесс экстракции будет наиболее эффективным.

Влияние гидромодуля и температуры на процесс экстракции

Для достижения наибольшего выхода экстрактивных веществ было проведено исследование влияния гидромодуля и температуры на процесс экстракции. Для этого экстрагировали 0,5 кг измельчённого воздушно-сухого сырья (с размером частиц 1–2 мм) в шести сливах с использованием воды при

различных гидромодулях: 1:5, 1:10 и 1:15. Экстракцию проводили при температурных режимах, варьирующих от 20 до 70°C.

Результаты экстракции представлены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние температуры на процесс экстракции

Температура экстракции, °C	Выход сухого экстракта от содержания в сырье, %
22-30	20,5±0,4
50	21,7±0,3
70	18,3±0,3

Результаты проведённых исследований, представленные в таблице 5, показывают, что при экстракции сухого экстракта водой при различных температурных режимах повышение температуры оказывает незначительное влияние на полноту выделения сухого экстракта. Поэтому, в дальнейшем, процесс экстракции проводился в температурном диапазоне 22–30°C.

При этом выход сухого экстракта без специального подогрева составил $20,5 \pm 0,4\%$ от массы сырья.

Изучение влияния гидромодуля показало следующее:

При соотношении сырьё: экстрагент 1:5 извлекается 12% сухого экстракта от массы сырья.

При гидромодуле 1:10 и 1:15 выход экстракта составляет $20,5 \pm 0,4\%$ и $21,7 \pm 0,3\%$, соответственно.

Таким образом, оптимальным соотношением сырья и экстрагента является 1:15, и все дальнейшие эксперименты проводились при этом соотношении.

Условия сушки сухого экстракта

В промышленной технологии производства лекарственных препаратов сушка, являющаяся завершающим этапом, существенно влияет на качество конечного продукта. Предварительные экспериментальные данные показали, что экстрактивные вещества травы эрвы шерстистой содержат флавоноиды и полисахариды, которые при высокой температуре сушки быстро разрушаются. Это обуславливает необходимость использования щадящих температурных режимов сушки для сохранения качества экстракта.

Для выявления оптимальных условий сушки экстрактивных веществ экстрагировали 1 кг воздушно-сухой измельчённой травы эрвы шерстистой с использованием воды в шести экстракторах при температуре 22–30°C, с соотношением сырья: экстрагент 1:15 в течение 3 часов. Далее экстракт фильтровали через фильтр «бельтинг», извлекая экстракт из осадка на фильтре, концентрировали в вакууме при температуре 60°C до половины объема и сушили на распылительной сушилке марки «Ангидро» (Дания) при различных температурных режимах.

Исследования показали, что максимальный выход целевого продукта был достигнут при следующем режиме сушки: температура на входе: 190–195°C, температура на выходе: 70–75°C.

В результате сушки при этом режиме выход конечного продукта оказался незначительным, однако влажность составляла 5%, что является оптимальным значением.

Для улучшения качества продукта, в случае сушки при более высоких температурах (входная температура 205°C), выход целевого продукта был выше, но влажность конечного экстракта составляла 9,2%, что не является желаемым показателем. Кроме того, экстракт, содержащий свободные сахара и водорастворимые полисахариды (6,80% и 7,52%, соответственно), обладал высокой гигроскопичностью и осмаливался при хранении.

Чтобы устранить проблему гигроскопичности, в сгущённый экстракт добавляли декстрин в соотношении 1:1 по отношению к содержанию сухих веществ, что позволило добиться более стабильных характеристик продукта.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5

Влияние температуры на процесс условий сушки

номер экстракта	Температура сушки, °C		Производительность сушки, л/ч	Влажность конечного продукта, %
	на входе	на выходе		
1	205	60	10,1±0,2	Осмоляется
2	205	70	8,2±0,2	9,2±0,2
3	205	80	7,4±0,1	7,3±0,1
4	205	90	6,0±0,1	7,3±0,1
5	190	75	5,1±0,1	5,2±0,1
6	195	70	5,5±0,1	5,0±0,1

Таким образом, оптимальный режим сушки для получения целевого продукта с наилучшими качественными характеристиками — это температура на входе 190–195°C, на выходе 70–75°C.

Способ получения сухого экстракта надземной части эрвы шерстистой

Для получения сухого экстракта измельченную воздушно-сухую траву эрвы шерстистой (размером частиц 1-2 мм) экстрагировали очищенной водой путем трехкратного настаивания при температуре 22-30°C с общим временем экстракции 10 часов и гидромодулем 1:15. Очистку полученного экстракта от балластных веществ проводили путем выдерживания объединенных извлечений, фильтровали через фильтр «бельтинг» с вытеснением экстракта из осадка на фильтре (1:5). Далее экстракт концентрировали в вакуум выпарном аппарате при температуре 60 °C до половины первоначального объема и сушили на распылительной сушилке в следующем режиме сушки: температура на входе – 190÷195 °C, на выходе – 70÷75°C. Гигроскопичность целевого продукта

устраняли добавлением декстрина в сгущенный экстракт в соотношении 1:1 по отношению к содержанию сухих веществ в экстракте.

Таким образом, в результате проведенных исследований был определен оптимальное условие процесса получения сухого экстракта. Установлен наилучший результат сушки сухого экстракта при использовании распылительной сушилки из предварительно сгущенного экстракта. Гигроскопичность целевого продукта устраняли добавлением декстрина в сгущенный экстракт в соотношении 1:1. Выход сухого экстракта при установленных режимах составил 21% без добавления декстрина.

Вывод. В результате проведенного исследования установлены оптимальные условия экстракции биологически активных веществ из травы *Aerva lanata*, обеспечивающие наибольший выход и сохранение фармакологически значимых компонентов. Показано, что выбор экстрагента, температуры экстракции, гидромодуля и параметров сушки оказывает существенное влияние на качество конечного продукта. Наиболее эффективными оказались следующие условия: экстрагент - вода; экстракция при температуре 22–30°C и гидромодуле 1:15; распылительная сушка при температуре на входе 190–195°C и на выходе 70–75°C. Выход сухого экстракта составил $21,7 \pm 0,3\%$ с влажностью конечного продукта до 5%. Найденное условие обеспечивает сохранность термолабильных соединений и снижение гигроскопичности сухого экстракта, что важно для его стабильного хранения и дальнейшего использования в составе лекарственных средств. Полученные данные создают научную основу для разработки стандартизированных фитопрепаратов и расширения применения *Aerva lanata* в фармацевтической промышленности.

Список литературы

1. Prajapati M. G., Kadam R. S., and Ghuge D. R. "Aerva Lanata: A Comprehensive Profile in the Pharmaceutical and Food Industries". International Journal of Pharmacognosy and Chemistry, Vol. 3, no. 2, May 2022, pp. 72-82, doi:10.46796/ijpc. v3i2.321.



2. Юлдашев А.А. Лекарственная форма эрвы шерстистой. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. фарм. наук. Ташкент, 2005, 20 с.
3. Yuldashev A.A., Yuldashev M.P and Abdullabekova V.N. Components of Aerva Lanata// Chemistry of natural compounds. №3. P.294-295
4. Kallio, H., & Yang, B. (2020). Extraction methods for bioactive compounds from plants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(11), 1812–1829. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1689493>
5. Vongsak B. & Rojan J. (2022). Optimization of extraction conditions for bioactive compounds from medicinal plants. *Journal of Herbal Medicine*, 14(3), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2021.100139>
6. Zorzi F. B., & Ferrão M. F. (2021). Application of spray drying in the stabilization of plant bioactives: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(5), 2802–2814. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14609>
7. Chaves L. A., Silva D. F. & Maia D. L. Flavonoids and polysaccharides from medicinal plants: Extraction and potential applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 2023. 293, 115229. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115229>
8. Kaur S. & Bansal M. (2019). Optimization of extraction conditions for polyphenols and flavonoids from medicinal plants: A review. *Phytochemistry Reviews*, 18(3), 693–710. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9560-0>
9. Zhang X. & Chen L. (2020). Thermal degradation and preservation of bioactive compounds in plant extracts. *Food Science and Human Wellness*, 9(2), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.02.002>
10. Ghafoor K. & Choi Y. H. (2021). Effect of drying techniques on the extraction of bioactive compounds from medicinal plants. *Food Engineering Reviews*, 13(3), 202–220. <https://doi.org/10.1007/s12393-021-09147-w>
11. Tasic T. & Stojanovic J. (2022). Spray drying for the production of stable plant-based extracts: A review. *Journal of Food Science*, 87(4), 1465–1477. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16959>



12. Gonzalez A. M. & Martinez G. (2021). Influence of drying and extraction methods on the phytochemical content and bioactivity of medicinal plants. *Antioxidants*, 10(9), 1412. <https://doi.org/10.3390/antiox10091412>

13. Sarker M. Z. I. & Oba S. (2021). Impact of extraction techniques on bioactive compounds of medicinal plants and their pharmaceutical applications. *Scientific Reports*, 11(1), 11004. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90271-6>