Оригинальная исследовательская статья

Разработка технологии получения субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции

Ибрагимова Л.Н., Shybyray Y., Енсебаева Г.Б., Ибрагимова Р.З., Сәрсербекова Ж.А., Шарипова О.Ф., Курманалиева А.Р., Баигаипова Г.К.

Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Республика Казахстан
Білім-Инновация лицей для одаренных девочек имени Айша Биби, Тараз, Казахстан

Том 1 · Выпуск 1 · 2026 · e0005 · Первоначально опубликовано: 5 октября 2026 г. · Исправлено: 8 октября 2026 г.

Уведомление об исправлении

Исправленная окончательная версия включает утверждённый авторами скорректированный текст, точные количественные результаты и уточнённые идентификаторы авторов. Первоначальная версия, опубликованная 5 октября 2026 г., сохранена в публикационной записи.

Аннотация

Актуальность. Различия в физико-химических свойствах биологически активных веществ корней Glycyrrhiza glabra L., представленных тритерпеновыми сапонинами, флавоноидами и другими группами природных соединений, затрудняют их извлечение с использованием одной экстракционной системы. В связи с этим актуальна разработка технологического подхода, основанного на последовательном применении экстрагентов различного состава.

Цель. Разработать технологию и лабораторный регламент получения сухой субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции.

Материалы и методы. Корни Glycyrrhiza glabra L. после предварительной подготовки подвергали трехкратной экстракции 1% водным раствором аммиака при соотношении сырье:экстрагент 1:10, температуре 75-85 °C и продолжительности каждого цикла 1 ч. Объединённые извлечения охлаждали до 5 °C, центрифугировали при 8000 об/мин в течение 20 мин, декантировали и лиофилизировали. Полученный шрот последовательно подвергали трехкратной экстракции 50% и 90% этиловым спиртом при 50-60 °C. Этанол удаляли под вакуумом при температуре не выше 45 °C, полученные концентраты лиофилизировали.

Результаты. Разработана многостадийная технологическая схема и определены основные параметры процесса. Полученная субстанция представляла собой гигроскопичный порошок от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде и гидрофильных средах. Выход сухой субстанции составил 16,73 ± 0,42%; содержание глицирризиновой кислоты — 20,81 ± 0,17%, содержание флавоноидов в пересчёте на ликвиритин — 8,36 ± 0,21%.

Заключение. Разработаны технология и лабораторный регламент получения сухой субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции. Предложенный подход может служить основой для дальнейшей оценки воспроизводимости и масштабирования процесса.

Ключевые слова: Glycyrrhiza glabra L.; солодка голая; глицирризиновая кислота; ликвиритин; флавоноиды; последовательная экстракция; лабораторный регламент; этанольная экстракция; лиофилизация

Для цитирования: Ибрагимова Л.Н., Shybyray Y., Енсебаева Г.Б., Ибрагимова Р.З., Сәрсербекова Ж.А., Шарипова О.Ф., Курманалиева А.Р., Баигаипова Г.К.. Разработка технологии получения субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции. Pharmaceutical Sciences and Health Products. 2026;1(1):e0005.

Введение

Солодка голая (Glycyrrhiza glabra L.) является ценным лекарственным растительным сырьем и источником биологически активных веществ различных химических классов. В корнях растения содержатся тритерпеновые сапонины, флавоноиды и другие фенольные соединения, а также полисахариды, кумарины, фитостерины и другие природные компоненты [1–3]. Одним из основных маркерных соединений сырья является глицирризиновая кислота, наряду с которой значительный интерес представляют флавоноиды, включая ликвиритин, изоликвиритин, ликвиритигенин, изоликвиритигенин и глабридин [1–5]. Многокомпонентность состава корней G. glabra обусловливает необходимость обоснованного выбора условий их технологической переработки.

Экстракция является одним из ключевых этапов получения растительных субстанций, а ее эффективность определяется природой и полярностью экстрагента, соотношением сырье:экстрагент, температурой, продолжительностью и кратностью процесса, степенью измельчения сырья, а также последующими операциями разделения и концентрирования [6–8]. Для многокомпонентного растительного сырья применение одного экстрагента может ограничивать извлечение соединений, существенно различающихся по физико-химическим свойствам и растворимости.

Данная проблема особенно актуальна для корней G. glabra. Извлечение глицирризиновой кислоты зависит от состава экстрагента и pH среды; для ее экстракции применяются вода, водно-спиртовые системы и растворы с добавлением аммиака [4, 8, 9]. В то же время флавоноидные компоненты солодки неоднородны по полярности, вследствие чего состав экстрагента существенно влияет на профиль извлекаемых соединений [6, 10]. Экспериментальные исследования с использованием воды и водно-этанольных систем различной концентрации также демонстрируют различия в количестве и составе веществ, переходящих в извлечение [11].

Современные исследования переработки Glycyrrhiza направлены на интенсификацию экстракции с использованием ультразвукового, ферментативного и других видов воздействия, а также альтернативных экстракционных систем, включая глубокие эвтектические растворители [7, 10, 12–14]. Вместе с тем эффективность получения растительной субстанции определяется не только интенсивностью извлечения отдельных соединений, но и последовательностью технологических стадий, а также способами разделения, концентрирования и высушивания полученных извлечений [8].

В связи с различиями в растворимости компонентов корней солодки перспективным технологическим подходом является последовательная обработка одного и того же растительного сырья экстрагентами различного состава. Такой принцип позволяет осуществлять поэтапную переработку сырья, используя на последовательных стадиях экстракционные системы, различающиеся по физико-химическим свойствам, и тем самым расширять возможности извлечения различных групп биологически активных веществ.

Цель исследования — разработать технологию и лабораторный регламент получения сухой субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции.

Материалы и методы

Объектом исследования служили корни солодки голой (Glycyrrhiza glabra L.), заготовленные в сентябре 2024 г на территории Алматинской области Республики Казахстан.

Для проведения технологического процесса использовали 1 кг корней Glycyrrhiza glabra L.. Исходное сырье промывали проточной водой для удаления механических загрязнений, после чего корни фрагментировали на части размером 2–5 см [15].

Подготовленное сырье высушивали при температуре 45-55 °C до достижения остаточной влажности не более 10%. Высушенные корни измельчали на вальцовой дробилке до размера частиц 0,5–2,0 мм.

Технологическая схема получения сухого экстракта Glycyrrhiza glabra L представлена на рисунке 1 [15].

Технологический процесс представлен следующими стадиями:

Стадия 1. Подготовка сырья. Для проведения технологического процесса используют корни Glycyrrhiza glabra L., предварительно высушенные и измельченные до размера частиц 0,5–2,0 мм, спирт этиловый 96%, аммиак и воду очищенную. Все используемые исходное сырье и материалы должны соответствовать требованиям действующей нормативной документации [16-18]. Регламентированные количества компонентов взвешивают на весах.

Стадия 2. Приготовление экстрагента 1. Регламентируемое количество аммиака смешивают с водой очищенной до получения 1% водного раствора аммиака (NH_4OH). Экстрагент готовят в смесителе при скорости перемешивания 20–25 об/мин в течение 10–20 мин. Контролируют концентрацию приготовленного раствора.

Стадия 3. Получение извлечения 1. Подготовленное растительное сырье загружают в реактор и добавляют 1% водный раствор аммиака при соотношении сырье:экстрагент 1:10 (с учетом коэффициента поглощения сырьем экстрагента). Экстракцию проводят при температуре 75–85 °C в течение 1 ч. Процесс повторяют трехкратно с использованием свежей порции экстрагента в каждом цикле. После каждого цикла экстракции жидкую фазу отделяют от растительного сырья.

Стадия 4. Очистка извлечения 1. После каждого цикла экстракции шрот отжимают на прессе. Полученные извлечения объединяют и охлаждают в холодильнике до температуры 5 °C. Охлажденное объединенное извлечение центрифугируют при 8000 об/мин в течение 20 мин. Надосадочную жидкость отделяют декантацией. Шрот после завершения водно-аммиачной экстракции направляют на последующую экстракцию 50% этиловым спиртом.

Стадия 5. Сушка очищенного извлечения 1. Очищенное водно-аммиачное извлечение подвергают лиофильному высушиванию. Сушку проводят при температуре −40 °C и давлении не выше 0,1 мм рт. ст. в течение 24 ч. В результате получают сухой экстракт 1.

Стадия 6. Приготовление экстрагента 2. Регламентируемое количество спирта этилового 96% смешивают с водой очищенной до получения 50% водно-спиртового раствора. Экстрагент готовят в смесителе при скорости перемешивания 20–25 об/мин в течение 10–20 мин. Контролируют концентрацию этанола в приготовленном экстрагенте.

Стадия 7. Получение извлечения 2. Шрот, оставшийся после водно-аммиачной экстракции, помещают в реактор и подвергают трехкратной экстракции 50% этиловым спиртом. Соотношение шрот:экстрагент составляет 1:10. Экстракцию проводят при температуре 50–60 °C в течение 72 ч каждого цикла. После каждого цикла жидкую фазу отделяют, а шрот обрабатывают свежей порцией экстрагента.

Стадия 8. Очистка извлечения 2. После каждого цикла экстракции шрот отжимают на прессе. Полученные спиртовые извлечения объединяют и охлаждают до температуры 5 °C. Объединенное извлечение центрифугируют при 8000 об/мин в течение 20 мин, после чего надосадочную жидкость отделяют декантацией. Шрот после завершения экстракции 50% этиловым спиртом направляют на следующую стадию последовательной экстракции.

Стадия 9. Сгущение извлечения 2. Очищенное спиртовое извлечение концентрируют на роторном вакуум-выпарном аппарате с использованием чиллера. Процесс проводят при температуре не выше 45 °C. В ходе концентрирования давление постепенно снижают от 200 до 60 мбар. Этиловый спирт удаляют до получения сгущенного извлечения.

Стадия 10. Сушка сгущенного извлечения 2. Полученное сгущенное извлечение подвергают лиофильному высушиванию. Сушку проводят при температуре −40 °C и давлении не выше 0,1 мм рт. ст. в течение 24 ч. В результате получают сухой экстракт 2.

Стадия 11. Приготовление экстрагента 3. Регламентируемое количество спирта этилового 96% смешивают с водой очищенной до получения 90% водно-спиртового раствора. Перемешивание проводят в смесителе при скорости 20–25 об/мин в течение 10–20 мин. Контролируют концентрацию этанола в приготовленном экстрагенте.

Стадия 12. Получение извлечения 3. Шрот, оставшийся после экстракции 50% этиловым спиртом, подвергают трехкратной экстракции 90% этиловым спиртом в реакторе. Экстракцию проводят при температуре 50–60 °C в течение 72 ч каждого цикла при соотношении шрот:экстрагент 1:5. После каждого цикла жидкую фазу отделяют от шрота.

Стадия 13. Очистка извлечения 3. После каждого цикла экстракции шрот отжимают на прессе. Полученные извлечения объединяют, охлаждают до температуры 5 °C и центрифугируют при 8000 об/мин в течение 20 мин. Надосадочную жидкость отделяют декантацией. Шрот после завершения экстракции направляют на утилизацию.

Стадия 14. Сгущение извлечения 3. Очищенное извлечение концентрируют на роторном вакуум-выпарном аппарате с использованием чиллера при температуре не выше 45 °C. В процессе удаления этилового спирта давление постепенно снижают от 200 до 60 мбар. Процесс продолжают до получения сгущенного извлечения.

Стадия 15. Сушка сгущенного извлечения 3. Сгущенное извлечение 3 подвергают лиофильному высушиванию при температуре −40 °C и давлении не выше 0,1 мм рт. ст. в течение 24 ч. В результате получают сухой экстракт 3.

Стадия 16. Смешивание и измельчение сухих экстрактов. Полученные сухие экстракты 1, 2 и 3 объединяют и перемешивают в смесителе при скорости 20–25 об/мин до получения однородной смеси. При необходимости полученную смесь дополнительно измельчают в мельнице. В результате получают сухую субстанцию из корней Glycyrrhiza glabra L.

Стадия 17. Фасовка и маркировка. Полученную сухую субстанцию фасуют в пакеты для вакуумной герметизации, герметизируют с использованием

вакууматора и маркируют этикеткой. Готовую субстанцию направляют на контроль качества. Контроль готовой продукции осуществляют в соответствии с утвержденным нормативным документом.

Для характеристики полученной сухой субстанции проводили количественное определение глицирризиновой кислоты и суммы флавоноидов. Глицирризиновую кислоту определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием [19], сумму флавоноидов — спектрофотометрическим методом в пересчёте на ликвиритин [20].

Выход сухой субстанции определяли гравиметрическим методом как отношение массы полученного после завершения технологического процесса сухого продукта к массе исходного воздушно-сухого растительного сырья.

Выход субстанции (Y, %) рассчитывали по формуле:

$Y = (m_1 / m_0) \times 100$,

где m_1 — масса полученной сухой субстанции, г;

m_0 — масса исходного растительного сырья, г.

Полученное значение выражали в процентах.

Результаты количественных определений представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение (M ± SD, n = 3).

Результаты

В результате проведенного исследования разработана последовательная технологическая схема получения субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L., основанная на поэтапной обработке одного и того же растительного сырья экстрагентами различного состава. Технологический процесс включает трехкратную водно-аммиачную экстракцию с последующей трехкратной экстракцией образующегося шрота 50% и 90% этиловым спиртом.

Особенностью разработанной технологии является последовательное использование шрота после каждой стадии экстракции. После водно-аммиачной экстракции полученный шрот не выводится из технологического процесса, а направляется на экстракцию 50% этиловым спиртом; образующийся после этой стадии шрот, в свою очередь, подвергается экстракции 90% этиловым спиртом. Таким образом, разработанная схема обеспечивает последовательную переработку одного и того же лекарственного растительного сырья экстрагентами различного состава.

Основные параметры разработанного процесса последовательной экстракции представлены в таблице 1.

Представленные технологические параметры были положены в основу разработанной схемы последовательной переработки корней Glycyrrhiza glabra L. В результате проведения трех стадий экстракции с последующей обработкой полученных извлечений были получены три сухих экстракта, которые после объединения и перемешивания формировали конечную сухую субстанцию.

Полученная сухая субстанция представляла собой гигроскопичный порошок от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде и гидрофильных средах.

Основные показатели полученной сухой субстанции представлены в таблице 2.

Представленные результаты характеризуют основные физические свойства полученной сухой субстанции и количественное содержание определяемых биологически активных веществ.

Обсуждение

Выбор 1% водного раствора аммиака на первой стадии технологического процесса согласуется с литературными данными, свидетельствующими о применении разбавленных растворов аммиака для извлечения глицирризиновой кислоты из корней солодки. Наличие карбоксильных групп в структуре глицирризиновой кислоты обусловливает зависимость ее растворимости от pH среды, поэтому применение щелочной водной системы способствует переходу соединения в более растворимую ионизированную форму. Так, Пан и соавт. при исследовании микроволновой экстракции использовали аммиачные растворы в диапазоне 1–2% при соотношении экстрагент:сырье 10:1 [22]. Ляо и соавт. при ультразвуковом извлечении глицирризиновой кислоты из Glycyrrhiza uralensis применяли экстракционную систему, содержащую 1% аммиака [23]. В работе Столяровой и соавт., посвященной оптимизации получения моноаммонийной соли глицирризиновой кислоты из корней Glycyrrhiza uralensis, на стадии первичной экстракции использовали 0,5% раствор NH_4OH [24]. Таким образом, выбранная в настоящем исследовании концентрация 1% находится в диапазоне разбавленных аммиачных растворов, ранее применявшихся при извлечении глицирризиновой кислоты из корней солодки [9, 22–24].

Температурный режим водно-аммиачной экстракции также является существенным технологическим фактором. Повышение температуры способствует интенсификации массообмена между растительным

сырьем и экстрагентом и увеличению интенсивности извлечения компонентов солодки, что подтверждается результатами ранее проведенных исследований [13, 23, 25]. С учетом данного фактора в разработанной технологии экстракцию проводили при температуре 75–85 °С в течение 1 ч. Выбранный режим сочетали с трехкратной обработкой сырья свежими порциями экстрагента, что обеспечивало последовательное извлечение экстрактивных веществ на первой стадии технологического процесса.

Состав водно-спиртового экстрагента является одним из факторов, определяющих профиль соединений, извлекаемых из корней солодки. Изменение концентрации этилового спирта сопровождается изменением полярности экстракционной среды и, соответственно, соотношения переходящих в извлечение биологически активных веществ. Бойко и соавт. при исследовании водно-этанольных растворов различной концентрации показали зависимость извлечения отдельных групп соединений Glycyrrhizae radix от состава растворителя. Максимальное извлечение исследованных флавоноидов наблюдалось при использовании 50% этилового спирта, тогда как для халконов максимальные значения отмечались при более высокой концентрации этанола — около 71% [26].

Различия в экстракционном поведении отдельных компонентов солодки подтверждаются также результатами Тиан и соавт. При увеличении концентрации этилового спирта от 10 до 90% количество извлекаемой глицирризиновой кислоты снижалось, тогда как извлечение менее полярного глабридина сохранялось на относительно высоком уровне в широком диапазоне концентраций этанола [27]. Эти результаты показывают, что изменение соотношения воды и этилового спирта позволяет варьировать профиль извлекаемых соединений и использовать растворители различной полярности для последовательной переработки растительного сырья.

В исследовании Журинова и соавт. при сравнении воды, 50, 70 и 90% этилового спирта содержание экстрактивных веществ из корней Glycyrrhiza glabra L. составило 46, 45, 38 и 43% соответственно [11]. Таким образом, как 50%, так и 90% этиловый спирт обеспечивали извлечение значительного количества экстрактивных веществ. В совокупности с данными о различиях в экстракционном поведении отдельных компонентов солодки [26, 27] это обосновывает последовательное применение в разработанной технологии 50% и 90% этилового спирта для дальнейшей переработки шрота после предшествующей стадии экстракции.

Охлаждение растительных извлечений перед последующей обработкой способствует снижению растворимости части сопутствующих компонентов и их переходу в осадок, который может быть отделен центрифугированием. Применение низкотемпературной выдержки с последующим отделением образовавшегося осадка описано также при технологической переработке экстрактов солодки [28]. В разработанной технологии охлаждение извлечений до 5 °С с последующим центрифугированием и декантацией использовано как стадия предварительного осветления, обеспечивающая отделение выпавших в осадок сопутствующих компонентов перед дальнейшим концентрированием или высушиванием.

Для спиртовых извлечений важным этапом является удаление этанола в условиях пониженного давления. Вакуумное концентрирование позволяет снизить температуру удаления растворителя и тем самым ограничить тепловое воздействие на компоненты растительного извлечения. Применение роторного вакуумного испарения при пониженной температуре описано и при получении экстрактов Glycyrrhiza glabra L.; в частности, концентрирование экстрактов проводили при 40 °С с последующим лиофильным высушиванием [29]. В разработанной технологии удаление этанола проводили при температуре не выше 45 °С с постепенным снижением давления от 200 до 60 мбар. Отогнанный этанол направляли на ректификацию с последующим повторным использованием, что позволяет включить регенерацию органического растворителя в общий технологический цикл.

Лиофильное высушивание является завершающим этапом получения сухих экстрактов и позволяет проводить удаление воды при низкотемпературном режиме. Применение лиофилизации при получении сухих экстрактов Glycyrrhiza glabra L. ранее описано в литературе; после вакуумного концентрирования экстракты подвергали замораживанию и последующему лиофильному высушиванию [29, 30]. В разработанной технологии лиофилизацию проводили при температуре −40 °С и давлении не выше 0,1 мм рт. ст. в течение 24 ч. Полученные сухие экстракты объединяли и перемешивали с формированием конечной сухой субстанции.

Выход сухой субстанции составил 16,73 ± 0,42% от массы исходного воздушно-сухого сырья. Содержание глицирризиновой кислоты в полученной субстанции составило 20,81 ± 0,17%, суммы флавоноидов в пересчете на ликвиритин — 8,36 ± 0,21%. Полученные результаты характеризуют конечную объединенную субстанцию, сформированную из трех последовательно полученных сухих экстрактов.

Отличительной особенностью разработанного подхода является последовательная переработка одного и того же растительного сырья экстрагентами различной полярности с последующим объединением полученных сухих экстрактов. В отличие от подходов, основанных преимущественно на интенсификации одной стадии экстракции, разработанная схема предусматривает последовательное использование образующегося шрота и получение единой сухой субстанции, содержащей глицирризиновую кислоту и флавоноиды.

Научная новизна разработанного подхода заключается в последовательной переработке одного и того же растительного сырья экстрагентами различного состава — 1% водным раствором аммиака, 50% и 90% этиловым спиртом — с последующим объединением полученных сухих экстрактов в единую субстанцию. В отличие от технологий, ориентированных преимущественно на интенсификацию отдельной стадии экстракции, предложенная схема предусматривает последовательное использование образующегося шрота и изменение состава экстракционной среды на каждом последующем этапе технологического процесса.

Заключение

В результате проведенного исследования разработана технология и сформирован лабораторный регламент получения сухой субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции. Разработанный технологический подход основан на поэтапной переработке одного и того же растительного сырья с последовательным применением 1% водного раствора аммиака, 50% и 90% этилового спирта и последующим объединением полученных сухих экстрактов.

Определены основные технологические параметры процесса, включающие состав и концентрацию экстрагентов, соотношение сырье/шрот:экстрагент, температурно-временные режимы и кратность экстракции, низкотемпературное осветление извлечений, вакуумное концентрирование спиртовых извлечений и лиофильное высушивание. В технологическую схему также включена регенерация отогнанного этанола путем ректификации с возможностью его повторного использования в технологическом процессе.

Реализация разработанного лабораторного регламента позволила получить сухую субстанцию в виде гигроскопичного порошка от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимого в воде и гидрофильных средах. Выход сухой субстанции составил 16,73 ± 0,42% от массы исходного воздушно-сухого сырья. Содержание глицирризиновой кислоты составило 20,81 ± 0,17%, суммы флавоноидов в пересчете на ликвиритин — 8,36 ± 0,21%.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Ибрагимова Л. Н. — концепция и дизайн исследования, разработка методологии, научное руководство исследованием, анализ и интерпретация полученных результатов, подготовка и редактирование рукописи.

Енсебаева Г. Б. — проведение экспериментальных исследований, участие в разработке технологической схемы, обработка и анализ полученных результатов.

Ибрагимова Р. З. — участие в проведении экспериментальных исследований, систематизация полученных данных и подготовка материалов рукописи.

Сәрсербекова Ж. А. — участие в экспериментальных исследованиях, анализе и интерпретации полученных результатов.

Шарипова О. Ф. — участие в проведении исследований, аналитическом контроле и обработке экспериментальных данных.

Курманалиева А. Р. — участие в методологическом сопровождении исследования, анализе и интерпретации результатов, редактировании рукописи.

Баигаипова Г. К. — участие в проведении экспериментальных исследований, подготовке растительного сырья и выполнении технологических операций.

Все авторы прочитали и согласились с окончательной версией рукописи. Авторы заявляют, что данный материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении у других издателей.

Финансирование

Исследование выполнено без внешнего финансирования.

Литература

1. Wahab S., Annadurai S., Abullais S.S., Das G., Ahmad W., Ahmad M.F., Kandasamy G., Vasudevan R., Ali M.S., Amir M. Glycyrrhiza glabra (Licorice): A Comprehensive Review on Its Phytochemistry, Biological Activities, Clinical Evidence and Toxicology. Plants. 2021;10(12):2751. doi:10.3390/plants10122751.

2. Sharifi-Rad J., Quispe C., Herrera-Bravo J. et al. Glycyrrhiza Genus: Enlightening Phytochemical Components for Pharmacological and Health-Promoting Abilities. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2021;2021:7571132. doi:10.1155/2021/7571132.

3. Hasan M.K., Ara I., Mondal M.S.A., Kabir Y. Phytochemistry, pharmacological activity, and potential health benefits of Glycyrrhiza glabra. Heliyon. 2021;7(6). doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07240.

4. Bakr A.F., Shao P., Farag M.A. Recent advances in glycyrrhizin metabolism, health benefits, clinical effects and drug delivery systems for efficacy improvement: a comprehensive review. Phytomedicine. 2022;99:153999. doi:10.1016/j.phymed.2022.153999.

5. Chen R.Y., Shi J.J., Liu Y.J., Yu J., Li C.Y., Tao F., Cao J.F., Yang G.J., Chen J. The State-of-the-Art Antibacterial Activities of Glycyrrhizin: A Comprehensive Review. Microorganisms. 2024;12(6):1155. doi:10.3390/microorganisms12061155.

6. Nedilko O.V., Yanitskaya A.V. Development and validation of method of quantitative determination of flavonoids from the above-ground part of Glycyrrhiza glabra L. Fundamental and Experimental Biology. 2024;(1):87–92. doi:10.31489/2024bmg1/87-92.

7. Zhurynov M.Zh., Miftakhova A.F., Khalykberbiyev M.K., Solodova E.V., Murat A., Ryskulbekova A. Obtaining dry extracts from licorice roots (Glycyrrhiza glabra) and its standardization. Фармация Казахстана. 2023;(3). doi:10.53511/pharmkaz.2023.38.14.040.

8. Zhao M., Wang Q., Yang Y., Sun L., Gu X.S., Lai C.J.S. Isolating and Purification Technologies for Glycyrrhizic Acid. Journal of Separation Science. 2025;48(5). doi:10.1002/jssc.70165.

9. Habibi M., Dehghan H., Rahimi M. et al. Optimized ultrasound-assisted extraction of glycyrrhizic acid from Glycyrrhiza glabra followed by one-pot hydrolysis to and nanoemulsified separation of glycyrrhetinic acid for food applications. Journal of Food Science and Technology. 2025;62(8):1513–1524. doi:10.1007/s13197-024-06123-9.

10. Hu Y., Zheng Z., Zhai D. et al. Exploring the molecular mechanism of targeted extraction of novel flavonoid components in licorice using natural deep eutectic solvent. Journal of Molecular Liquids. 2024;402:124797. doi:10.1016/j.molliq.2024.124797.

11. Zhurinov M.Zh., Miftakhova A.F., Keyer V. et al. Glycyrrhiza glabra L. Extracts and Other Therapeutics against SARS-CoV-2 in Central Eurasia: Available but Overlooked. Molecules. 2023;28(16):6142. doi:10.3390/molecules28166142.

12. Li M.Y., Jia Z.P., Li D.M., Luo M.P., Meng Y.Y., Wang K.X., Wang B., Liu B., Zhang X.G., Li Q. Enhanced co-extraction of glycyrrhizic acid and glabridin from Glycyrrhiza glabra L. through enzyme-focused techniques. Industrial Crops and Products. 2024;210:118145. doi:10.1016/j.indcrop.2024.118145.

13. Ultrasound- and heat-assisted extraction of glycyrrhizin from licorice by two glycerol-based DESs — Modeling and optimization as per response surface methodology. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2023;31:100910. doi:10.1016/j.scp.2022.100910.

14. Hosseinzadeh Samani B., Sharifi A., Jamshidi-Kia F., Ghaterehsamani S., Taki K. Advanced extraction of Glycyrrhiza glabra root extract using a combined ultrasonic and cold plasma reactor. Scientific Reports. 2025;15:9994. doi:10.1038/s41598-025-94781-w.

15. Патент Республики Казахстан KZ 11316 U. 24.10.2025. Бюл. №43.

16. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т. 1.

17. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т. 2.

18. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Т. 3.

19. Hennell J.R., Lee S., Khoo C.S., Gray M.J., Bensoussan A. The determination of glycyrrhizic acid in Glycyrrhiza uralensis Fisch. ex DC. (Zhi Gan Cao) root and the dried aqueous extract by LC–DAD. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2008;47(3):494–500. doi:10.1016/j.jpba.2008.01.037.

20. Jiang Y.X., Dai Y.Y., Pan Y.F., Wu X.M., Yang Y., Bian K., Zhang D.D. Total Flavonoids from Radix Glycyrrhiza Exert Anti-Inflammatory and Antitumorigenic Effects by Inactivating iNOS Signaling Pathways. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2018;2018:6714282. doi:10.1155/2018/6714282.

21. Gupta D.K., Verma M.K., Anand R., Khajuria R.K. Development of a validated UPLC–qTOF-MS/MS method for determination of bioactive constituent from Glycyrrhiza glabra. Journal of Pharmaceutical Analysis. 2013;3(3):205–210. doi:10.1016/j.jpha.2013.01.001.

22. Pan X., Liu H., Jia G., Shu Y.Y. Microwave-assisted extraction of glycyrrhizic acid from licorice root. Biochemical Engineering Journal. 2000;5(3):173–177. doi:10.1016/S1369-703X(00)00057-7.

23. Liao J., Qu B., Zheng N. Extraction of Glycyrrhizic Acid from Glycyrrhiza uralensis Using Ultrasound and Its Process Extraction Model. Applied Sciences. 2016;6(11):319. doi:10.3390/app6110319.

24. Stolyarova O.V., Baltina L.A. Jr., Mikhailova L.R., Gabbasov T.M., Baltina L.A., Tolstikov G.A. Optimisation of the Method of Obtaining the Monoammonium Salt of Glycyrrhizic Acid from the Roots of the Ural Licorice (Fisher) of Siberian Populations. P. 571–576.

25. Shabkhiz M.A., Eikani M.H., Bashiri Sadr Z., Golmohammad F. Superheated water extraction of glycyrrhizic acid from licorice root. Food Chemistry. 2016;210:396–401. doi:10.1016/j.foodchem.2016.05.006.

26. Boyko N.N., Pisarev D., Zhilyakova E., Novikov O., Kuznietsova V., Sushchuk N. Modeling of solvent effects on phytocompounds' extraction from Glycyrrhizae radix. Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research. 2018;9(3):66–72. doi:10.4103/japtr.JAPTR_267_18.

27. Tian M., Yan H., Row K.H. Extraction of Glycyrrhizic Acid and Glabridin from Licorice. International Journal of Molecular Sciences. 2008;9(4):571–577. doi:10.3390/ijms9040571.

28. Терновой А.П., Дмитриенко Н.В., Михалев В.Ю. Способ получения экстракта корня солодки: патент RU2000800C1. Заявл. 13.10.1992; опубл. 15.10.1993.

29. Jan R., Gani A., Dar M.M., Bhat N.A. Bioactive characterization of ultrasonicated ginger (Zingiber officinale) and licorice (Glycyrrhiza glabra) freeze dried extracts. Ultrasonics Sonochemistry. 2022;88:106048. doi:10.1016/j.ultsonch.2022.106048.

30. Tolma H.S., Gülçin İ. Antioxidant and Radical Scavenging Activity of Aerial Parts and Roots of Turkish Liquorice (Glycyrrhiza glabra L.). International Journal of Food Properties. 2011;14(3):657–671. doi:10.1080/10942911003773916.

Сведения об авторе

Ибрагимова Лилия Николаевна — кандидат фармацевтических наук, ассоциированный профессор, руководитель Центра фармации и фармакологии Научно-технологического парка КазНМУ; e-mail: ibragimova.l@kaznmu.kz; ORCID: 0000-0002-8381-5330.

Шыбырай Ерғазы — Центр фармации и фармакологии Научно-технологического парка КазНМУ; e-mail: shybyrayyergazy@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9716-2417.

Енсебаева Гульмира Бектемировна — научный сотрудник Центра фармации и фармакологии Научно-технологического парка КазНМУ; e-mail: yensebayeva.g@kaznmu.kz; ORCID: 0009-0009-0466-9768.

Ибрагимова Розалия Зайнуллаевна — ученица 10 класса Білім-Инновация лицея для одарённых девочек имени Айша Биби, Тараз; ORCID: 0009-0007-8947-6281.

Сәрсербекова Жанерке Аманбековна — учитель Білім-Инновация лицея для одарённых девочек имени Айша Биби, Тараз; ORCID: 0009-0009-0542-8165.

Шарипова Ольга Фридовна — научный сотрудник Центра фармации и фармакологии КазНМУ; ORCID: 0009-0006-9829-0991.

Курманалиева Асель Рахимовна — научный сотрудник Центра фармации и фармакологии КазНМУ; ORCID: 0000-0002-1949-099X.

Баигаипова Гулшат Куанбековна — научный сотрудник Центра фармации и фармакологии КазНМУ; ORCID: 0009-0009-3605-9905.

Рисунок 1. Технологическая схема получения сухой субстанции из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции.



Таблица 1 — Основные технологические параметры последовательной экстракции корней Glycyrrhiza glabra L.

Параметр	I стадия	II стадия	III стадия
Экстрагент	Водный раствор NH_4OH	Этиловый спирт	Этиловый спирт
Концентрация экстрагента, %	1	50	90
Температура экстракции, °C	80	55	55
Соотношение сырье/шрот:экстрагент	1:10	1:10	1:5
Продолжительность одного цикла, ч	1	72	72
Кратность экстракции	3	3	3
Обработка после экстракции	Отжим, объединение извлечений	Отжим, объединение извлечений	Отжим, объединение извлечений
Температура охлаждения, °C	5	5	5
Скорость центрифугирования, об/мин	8000	8000	8000
Время центрифугирования, мин	20	20	20
Концентрирование	Концентрирование	Концентрирование	Концентрирование
Температура бани при вакуумном удалении этанола, °C	-	≤45	≤45
Давление, мбар	-	200→60	200→60
Регенерация экстрагента	-	Ректификация отогнанного этанола с повторным использованием	Ректификация отогнанного этанола с повторным использованием
Лиофильное высушивание	Лиофильное высушивание	Лиофильное высушивание	Лиофильное высушивание
Температура замораживания, °C	−40	−40	−40
Давление, мм рт. ст.	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Продолжительность, ч	24	24	24

Таблица 2 — Характеристика субстанции, полученной из корней Glycyrrhiza glabra L. методом последовательной экстракции

Исследуемый показатель	Полученное значение / характеристика
Внешний вид	Гигроскопичный порошок
Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого
Растворимость	Хорошо растворим в воде и гидрофильных средах
Выход субстанции	16,73 ± 0,42
Содержание глицирризиновой кислоты	20,81 ±0,17 %
Содержание флавоноидов в пересчете на ликвиритин	8,36±021 %