

# Вопросы количественного определения биологически активных соединений корней солодки

В.А. Куркин, Т.К. Рязанова, М.В. Егоров, О.А. Белова  
Самарский государственный медицинский университет,  
443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Куркин Владимир Александрович** – заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ), доктор фармацевтических наук, профессор. Тел.: +7 (846) 374-10-04 (доб. 4578). E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-7513-9352

**Рязанова Татьяна Константиновна** – доцент кафедры управления и экономики фармации СамГМУ, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (846) 374-10-04 (доб. 4541). E-mail: t.k.ryazanova@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-4581-8610

**Егоров Максим Валерьевич** – доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии СамГМУ, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (846) 374-10-04 (доб. 4579). E-mail: m.v.egorov@samsmu.ru. ORCID: 0000-0001-9441-2628

**Белова Ольга Александровна** – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии СамГМУ. Тел.: +7 (846) 374-10-04 (доб. 4579). E-mail: belova\_oa@pranapharm.ru. ORCID: 0000-0002-4767-0824

## РЕЗЮМЕ

**Введение.** Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) и солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) широко используются в официальной медицине. Корни солодки применяются при производстве ряда лекарственных препаратов. Стандартизация сырья проводится по содержанию глицирризиновой кислоты. К основным биологически активным соединениям солодки также относят флавоноиды, основным из которых является ликуразид. Учитывая значимый вклад в биологическую активность сырья и препаратов солодки флавоноидов, целесообразно рассмотреть возможность определения как глицирризиновой кислоты, так и ликуразида.

**Цель исследования** – разработка методик количественного определения содержания глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

**Материал и методы.** Корни солодки голой и солодки уральской, заготовленные в 2018 и 2021 г. от растений, выращиваемых в Ботаническом саду СамГМУ; коммерческие образцы растительного сырья (АО «Красногорсклексредства», ООО «Фирма КИМА»); государственные стандартные образцы (ГСО) монозамещенной аммониевой соли глицирризиновой кислоты (глицирам) (ФС 42-0034-00) и ликуразида (ФС 42-2573-88); рабочий стандартный образец глицирризиновой кислоты. Из корней солодки получали водно-спиртовые извлечения, которые были использованы для количественного определения действующих компонентов методом ВЭЖХ.

**Результаты.** Разработаны методики количественного определения глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки методом ВЭЖХ. Ошибка определения среднего результата содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки с доверительной вероятностью 95% составляет  $\pm 4,11\%$ , ликуразида –  $\pm 4,76\%$ . Содержание глицирризиновой кислоты (в пересчете на глицирам) в корнях солодки варьировало от 3,24 до 4,49%; ликуразида – от 0,200 до 0,321%.

**Заключение.** Показана целесообразность стандартизации корней солодки по двум показателям – содержанию глицирризиновой кислоты и диагностически значимого флавоноида – ликуразида с использованием метода ВЭЖХ в изократическом режиме элюирования.

**Ключевые слова:** солодка голая, *Glycyrrhiza glabra* L., солодка уральская, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., стандартизация, ВЭЖХ, глицирризиновая кислота, флавоноиды, ликуразид.

**Для цитирования:** Куркин В.А., Рязанова Т.К., Егоров М.В., Белова О.А. Вопросы количественного определения биологически активных соединений корней солодки. Фармация, 2021; 70 (7): 24–31. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-07-04>

## QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF LICORICE (GLYCYRRHIZA) ROOTS

V.A. Kurkin, T.K. Ryazanova, M.V. Egorov, O.A. Belova

Samara State Medical University, 89, Chapayevskaya St., Samara 443099, Russian Federation

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Kurkin Vladimir Alexandrovich** – Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy of Samara State Medical University (SamSMU), Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor. Tel.: +7 (846) 374-10-04 (4579). E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-7513-9352

**Ryazanova Tatyana Konstantinovna** – Associate professor of the Department of Management and Economics in Pharmacy of SamSMU, PhD. Tel.: +7 (846) 374-10-04 (4541). E-mail: t.k.ryazanova@samsmu.ru. ORCID: 0000-0002-4581-8610

**Egorov Maksim Valerievich** – Associate professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Bases of Phytotherapy of SamSMU, PhD. Tel.: +7 (846) 374-10-04 (4579). E-mail: m.v.egorov@samsmu.ru. *ORCID: 0000-0001-9441-2628*

**Belova Olga Alexandrovna** – Post graduate student of Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Samara State Medical University. Tel.: +7 (846) 374-10-04 (4579). E-mail: belova\_oa@pranapharm.ru. *ORCID: 0000-0002-4767-0824*

**SUMMARY**

**Introduction.** Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) and Ural licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) are widely used in official medicine. Licorice roots are widely used in the production of a number of medicines. Licorice root raw materials are standardized in terms of the content of glycyrrhizic acid. The main biologically active compounds of licorice also include flavonoids, the major compound of which is licurazide. Given the significant contribution of flavonoids to the biological activity of raw materials and licorice preparations, it is advisable to consider the possibility of determining both glycyrrhizic acid and licurazide.

**Objective:** to develop procedures for quantification of the content of glycyrrhizic acid and licurazide in the licorice roots, using a HPLC method.

**Material and methods.** The materials were the *Glycyrrhiza glabra* L. and *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. roots harvested in 2018 and 2021 from the plants grown in the Botanical Garden of the Samara Medical University; the commercial samples of plant raw materials (АО «Krasnogorskleksredstva», ООО «Firma KIMA»); the state standard samples (SSSs) of glycyrrhizic acid monoammonium salt (glycyram) (PA 42-0034-00) and licurazide (PA 42-2573-88); a working standard sample of glycyrrhizic acid. Aqueous ethanol extracts were obtained from licorice roots, which were used to quantify the active components by a HPLC method.

**Results.** Procedures were developed to measure the count of glycyrrhizic acid and licurazide in the licorice roots by HPLC. The error in determining the mean levels of glycyrrhizic acid and licurazide in the licorice roots with a 95% confidence probability was ±4.11 and ±4.76%, respectively. The content of glycyrrhizic acid (in terms of glycyram) in the licorice roots ranged from 3.24 to 4.49%; that of licurazide did from 0.200 to 0.321%.

**Conclusion.** The investigation has shown that it is expedient to standardize licorice roots by two indicators: the content of glycyrrhizic acid and the diagnostically significant flavonoid licurazide by a HPLC method in the isocratic elution mode.

**Key words:** licorice, *Glycyrrhiza glabra* L., Ural licorice, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., standardization, HPLC, glycyrrhizic acid, flavonoids, licurazide.

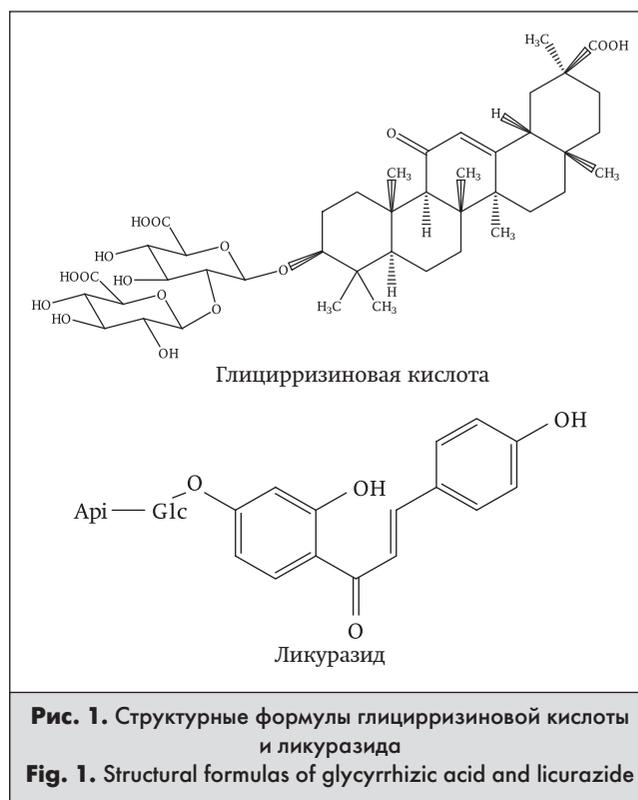
**For reference:** Kurkin V.A., Ryazanova T.K., Egorov M.V., Belova O.A. Quantitative determination of the biologically active compounds of licorice (*Glycyrrhiza*) roots. *Farmatsiya*, 2021; 70 (7): 24–31. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-07-04>

**Введение**

Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) и солодка сурральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) широко используются в официальной медицине [1–5]. Корни солодки применяются при производстве ряда лекарственных препаратов: экстракты густой и сухой, солодки сироп, многокомпонентные растительные сборы, бальзамы, «Грудной эликсир» и др. Лекарственные препараты на основе корней солодки обладают широким спектром биологической активности и применяются в качестве противовоспалительных, отхаркивающих, антигистаминных, иммуномодулирующих, противоязвенных средств [1–4]. Содержащаяся в корнях солодки глицирризиновая кислота обладает широким спектром биологической активности [1–4, 8, 9]. Помимо тритерпеновых гликозидов, к основным биологически активным соединениям солодки также относят флавоноиды, из которых доминирующим и диагностически значимым веществом является халкон ликуразид (рис. 1) [4].

В настоящее время качество корней солодки оценивается по содержанию глицирризиновой кислоты, для количественного определения которой в сырье и лекарственных препаратах в России традиционно используется метод спектрофотометрии. ГФ РФ XIV изд. для сырья солодки

нормирует нижний предел содержания глицирризиновой кислоты на уровне 6% [5].



В то же время внедрение тонкослойной хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), ЯМР-спектроскопии и других методов в фармацевтический анализ открыло новые возможности для совершенствования стандартизации лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов, а также обоснования ресурсосберегающих технологий получения лекарственных средств корней солодки, в том числе на основе сапонинов и флавоноидов [1, 2, 4]. В научной литературе опубликованы нефармакопейные методики определения глицирризиновой кислоты в сырье и препаратах солодки с использованием методов ВЭЖХ, капиллярного электрофореза [3, 6–12]. Однако с учетом значимого вклада в биологическую активность сырья и препаратов солодки флавоноидов, целесообразно рассмотреть возможность включения в фармакопейную статью на корни солодки ВЭЖХ-анализа для определения как глицирризиновой кислоты, так и диагностически значимого флавоноида – ликуразида.

Целью настоящего исследования явилась разработка методик количественного определения содержания глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки методом ВЭЖХ.

### Материал и методы

Материалом исследования являлись корни солодки голой и солодки уральской, заготовленные в 2018 и 2021 г. в Ботаническом саду СамГМУ; коммерческие образцы растительного сырья (АО «Красногорсклексредства», ООО «АЛСУ»); государственные стандартные образцы (ГСО) монозамещенной аммониевой соли глицирризиновой кислоты (глицирам) (ФС 42-0034-00) и ликуразида (ФС 42-2573-88); рабочий стандартный образец глицирризиновой кислоты. Использование в качестве ГСО глицирама обусловлено тем обстоятельством, что глицирризиновая кислота – нестабильное вещество, требующее многоэтапной процедуры очистки, которая в конечном итоге не обеспечивает высокой степени чистоты выделяемого соединения.

Пробоподготовка осуществлялась следующим образом: около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещали в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляли 30 мл 40% этилового спирта. Колбу закрывали пробкой и взвешивали на тарированных весах с точностью до  $\pm 0,01$ . Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. Затем колбу охлаждали в

течение 30 мин, закрывали той же пробкой, снова взвешивали и восполняли недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение фильтровали через бумажный фильтр (красная полоса) и затем дополнительно фильтровали через мембранный фильтр Milipore (0,45 мкм) (испытываемый раствор).

*Приготовление стандартного раствора глицирама.* Около 0,03 г глицирама (ФС 42-0034-00) (точная навеска) переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл, растворяли в 40% этиловом спирте и доводили объем раствора до метки тем же растворителем.

*Приготовление стандартного раствора ликуразида.* Около 0,03 г ликуразида (ФС 42-2573-88) (точная навеска) переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл, растворяли в 70% этиловом спирте и доводили объем раствора до метки тем же растворителем.

Хроматографический анализ осуществляли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ на микроколоночном жидкостном хроматографе «Милихром-6» (НПАО «Научприбор») в следующих условиях: изократический режим, стальная колонка «КАХ-6-80-4» (2×80 мм; Сепарон-С18 7 мкм), подвижная фаза: ацетонитрил-1% раствор уксусной кислоты в воде в соотношении 4:6 (при определении содержания глицирризиновой кислоты) или 2:8 (при определении содержания ликуразида), скорость элюирования – 100 мкл/мин, объем элюента – 2500 мкл. Детектирование веществ осуществляли при длинах волны 256 нм (глицирризиновая кислота) и 360 нм (ликуразид). Объемы инжестируемых проб извлечений из корней солодки и стандартных образцов составили 3 мкл (глицирризиновая кислота) и 5 мкл (ликуразид).

Валидационная оценка разработанной методики проводилась по показателям: специфичность, линейность, правильность (открываемость), прецизионность. Специфичность методики определялась по соответствию времен удерживания стандартных образцов глицирама и ликуразида и пиков, соответствующих этим стандартам на ВЭЖХ-хроматограмме испытываемых растворов, а также по разрешению между наиболее близкими пиками и фактору асимметрии пиков глицирама и ликуразида.

Определение линейности проводили на пяти уровнях концентраций растворов стандартных образцов (с концентрациями в диапазоне от 0,1424 до 0,7120 мг/мл – для ликуразида и от 0,1840 до 1,4720 мг/мл – для глицирама). На ос-

новании полученных данных строили график в координатах «концентрация, мг/мл – площадь пика» и рассчитывали уравнение линейной регрессии ( $Y=aX+b$ ), значение коэффициента детерминации ( $r^2$ ), стандартное отклонение с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2013.

Правильность методики тестировали путем введения в аликвоту извлечения из корней солодки навески стандартных образцов глицирама и ликуразида в количестве от 80 до 120% от исходного содержания.

### Результаты и обсуждение

С целью проверки пригодности хроматографической системы проводили 5-кратное хроматографирование 4 мкл раствора извлечения корней солодки. В дальнейшем рассчитывали следующие показатели: эффективность колонки, разрешение между пиками, фактор асимметрии.

Полученные результаты (табл. 1) позволяют оценить пригодность данной хроматографической системы, а также сделать заключение о том, что данная система может быть использована для количественного определения глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки.

ВЭЖХ-хроматограммы СО глицирама (глицирризиновой кислоты), СО ликуразида и извлечения из корней солодки представлены на рис. 2, 3. Добавление растворов глицирама и ликуразида

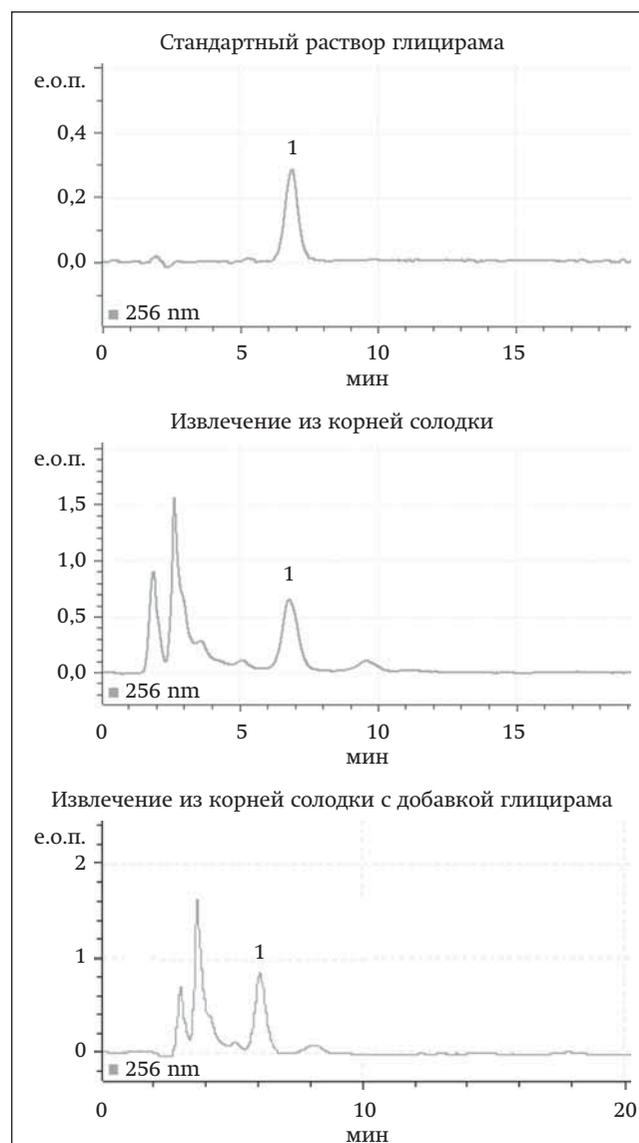
в извлечение из корней проявляется на хроматограмме увеличением интенсивности соответствующих пиков по сравнению с исходными растворами.

Времена удерживания пиков веществ на хроматограммах стандартных образцов, а также извлечения из корней солодки представлены в табл. 2.

Зависимость высоты и площади хроматографического пика от концентрации глицирама описывалась линейной регрессией в диапазоне концентраций от 0,1840 до 1,4720 мг/мл, для ликуразида – в диапазоне концентраций от 0,1424 до

**Таблица 1**  
**Определение пригодности хроматографической колонки**  
**Table 1**  
**Determination of the suitability of a chromatographic column**

Параметр хроматографической колонки	Значение	Нормативный показатель
<i>Глицирам</i>		
Эффективность колонки	5477	Не менее 5000 теоретических тарелок
Разрешение между пиками	2,89	Не менее 1,5
Фактор асимметрии	1,11	Не более 1,5
<i>Ликсурицид</i>		
Эффективность колонки	5577	Не менее 5000 теоретических тарелок
Разрешение между пиками	2,19	Не менее 1,5
Фактор асимметрии	1,26	Не более 1,5



**Рис. 2.** ВЭЖХ-хроматограммы стандартного образца и извлечений из корней солодки:  
1 – глицирризиновая кислота  
**Fig. 2.** HPLC chromatograms of the standard sample and extracts from licorice roots: 1 – glycyrrhizic acid

0,7120 мг/мл (рис. 4). Указанные диапазоны концентраций можно рассматривать как аналитические области методик.

Метрологические характеристики предлагаемых ВЭЖХ-методик свидетельствуют о том, что ошибка определения в корнях солодки среднего результата содержания с доверительной вероятностью 95% для глицирризиновой кислоты составляет  $\pm 4,11\%$ , ликуразида –  $\pm 4,76\%$  (табл. 3). Правильность методики определяли методом добавок путем добавления растворов глицирама и ликуразида с известной концентрацией (80, 100 и 120%) к испытуемому раствору. При этом средний процент восстановления составил 97,2 и 96,5% со-

ответственно. Ошибки определения глицирризиновой кислоты и ликуразида в пробах с добавками стандартных образцов находились в пределах ошибки единичного определения, что свидетельствует об отсутствии систематической ошибки.

Таблица 2

**Времена удерживания пиков биологически активных веществ корней солодки**

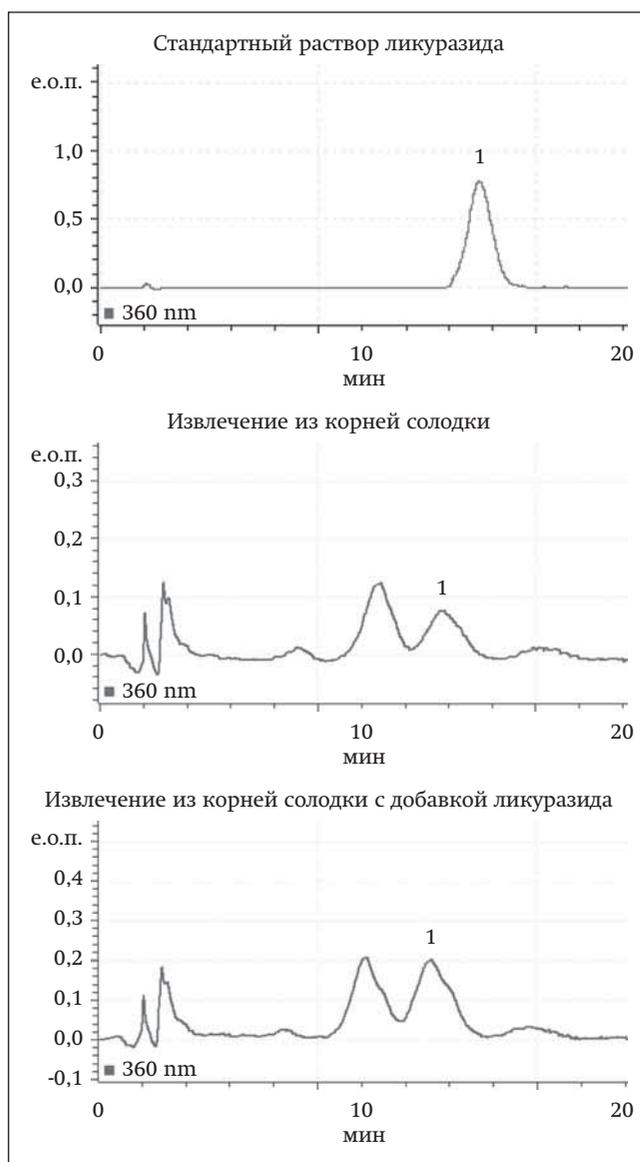
Table 2

**Retention times of peaks of biologically active substances in licorice roots**

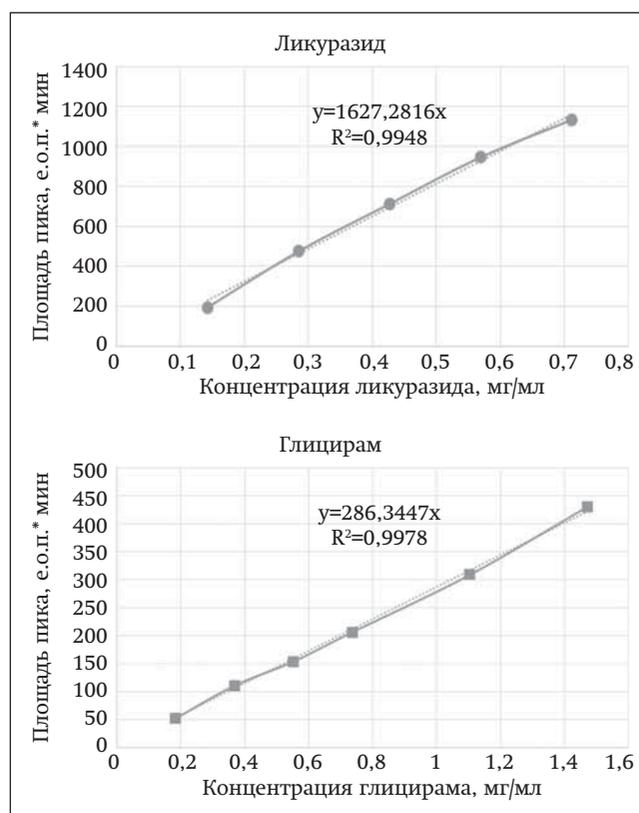
Биологически активное соединение	Время удерживания, мин	
	стандартный образец	извлечение из корней
Глицирам (глицирризиновая кислота)*	6,555±0,120	6,661±0,129
Ликурозид**	15,811±0,090	15,827±0,101

Примечания: \* – подвижная фаза: ацетонитрил – 1% водный раствор уксусной кислоты 4:6; \*\* – подвижная фаза: ацетонитрил – 1% водный раствор уксусной кислоты 2:8.

Notes: \* – mobile phase: acetonitrile – 1% aqueous solution of acetic acid 4:6; \*\* – mobile phase: acetonitrile – 1% aqueous solution of acetic acid 2:8.



**Рис. 3.** ВЭЖХ-хроматограммы стандартного образца и извлечений из корней солодки: 1 – ликуразид  
**Fig. 3.** HPLC chromatograms of the standard sample and extracts from licorice roots: 1 – licurazide



**Рис. 4.** Графики зависимости площади пиков от концентрации вещества в пробе и уравнения линейной регрессии  
**Fig. 4.** Plots of the relationship between the peak area and the substance concentration in the sample and linear regression equations

Таблица 3

**Метрологические характеристики методики количественного определения глицирама и ликуразида в корнях солодки**

Table 3

**Metrological characteristics of the procedure for quantification of glycyram and licurazide in licorice roots**

Анализируемое вещество	f	$\bar{X}$ , %	S	P, %	t (P, f)	$\Delta\bar{X}$	$\bar{\epsilon}$ , %
Глицирризиновая кислота	10	4,44	0,27131	95	2,23	$\pm 0,18$	$\pm 4,11$
Ликуразид	10	0,340	0,02408	95	2,23	$\pm 0,016$	$\pm 4,76$

В предлагаемых условиях ВЭЖХ-анализа было проведено сравнительное изучение экстракционной способности спиртов разных концентраций (30, 40, 60, 70, 80%). Из исследованных концентраций для включения в методику был выбран 40% этиловый спирт, который показал более высокие значения в отношении степени извлечения глицирризиновой кислоты без достоверных различий по степени экстракции ликуразида (табл. 4).

Ниже представлены методики количественного определения глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки.

**Методика количественного определения глицирризиновой кислоты в корнях солодки.** Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 3 мм. Около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещают в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 30 мл 40% этилового спирта. Колбу закрывают пробкой и взвешивают на тарированных весах с точностью до 0,01. Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. Затем колбу охлаждают в течение 30 мин, закрывают той же пробкой, снова взвешивают и восполняют недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение фильтруют через бумажный фильтр (испытываемый раствор).

В жидкостной хроматограф «Милихром-6» (НПАО «Научприбор») с УФ-детектором вводят 3 мкл полученного раствора. Хроматографируют в условиях обращенно-фазовой хроматографии в изократическом режиме на стальной колонке «КАХ-6-80-4» (2×80 мм; Сепарон-С18 7 мкм), подвижная фаза: ацетонитрил-1% водный раствор уксусной кислоты в соотношении 4:6, скорость элюирования – 100 мкл/мин, объем элюента – 2000 мкл. УФ-детектирование осуществляют при длине волны 256 нм, диапазон чувствительности 0,5. Проводят  $\geq 3$  параллельных определений.

Параллельно 3 мкл стандартного раствора глицирама вводят в хроматограф и хроматографируют как описано выше. Проводят определение площади пика глицирама и рассчитывают среднюю площадь пика по результатам 3 определений.

Определяют время удерживания и идентифицируют пик глицирризиновой кислоты на хроматограмме испытуемого раствора. Вычисляют площадь пика глицирризиновой кислоты на хроматограмме и рассчитывают среднюю площадь пика по 3 параллельным определениям. Содержание глицирризиновой кислоты в корнях солодки в пересчете на глицирам и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X, \% = \frac{S \cdot m_0 \cdot V \cdot V_2 \cdot 100 \cdot 100}{S_0 \cdot m \cdot V_0 \cdot V_1 \cdot (100 - W)}$$

где S – среднее значение площади пика глицирризиновой кислоты на хроматограмме испытуемого раствора;  $S_0$  – среднее значение площади пика глицирама, вычисленное из хроматограмм стандартного раствора глицирама; V – объем извлечения, мл;  $V_1$  – объем вводимой пробы раствора ис-

Таблица 4

**Экстракционная способность водно-спиртовых смесей с различной концентрацией этилового спирта, %**

Table 4

**Extractability of aqueous ethanol mixtures with different ethanol concentrations**

№	Концентрация экстрагента (этилового спирта)	Содержание глицирризиновой кислоты	Содержание ликуразида
1.	30	3,86 $\pm$ 0,17	0,230 $\pm$ 0,009
2.	40	4,50 $\pm$ 0,16	0,331 $\pm$ 0,011
3.	60	4,49 $\pm$ 0,17	0,322 $\pm$ 0,012
4.	70	4,21 $\pm$ 0,15	0,368 $\pm$ 0,015
5.	80	3,48 $\pm$ 0,14	0,323 $\pm$ 0,013

## Содержание глицирризиновой кислоты и ликуразида в корнях солодки

Table 5

## The content of glycyrrhizic acid and licurazide in licorice roots

№	Образец сырья		Содержание, %	
			глицирризиновая кислота	ликуразид
1	Ботанический сад СамГМУ	Корни солодки голой август 2018 г.	3,44±0,16	0,210 ± 0,008
2		Корни солодки голой август 2021 г.	3,24±0,16	0,200 ± 0,007
3		Корни солодки уральской август 2021 г.	4,00±0,16	0,220 ± 0,008
1	Солодки корни (АО «Красногорсклексредства», серия 90420)		4,00 ± 0,17	0,321±0,011
2	Солодки корни (АО «Красногорсклексредства», серия 181219)		4,49 ± 0,15	0,252±0,010
3	Солодки корни (БАД «Травы Алтая», ООО «Фирма КИМА», серия 1019)		4,01 ± 0,16	0,311±0,012

пытуемого образца, мкл;  $V_0$  – объем раствора ГСО глицирама, мл;  $V_2$  – объем вводимой пробы раствора ГСО глицирама, мкл;  $m$  – масса сырья, г;  $m_0$  – масса ГСО глицирама, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья, %.

**Методика количественного определения ликуразида в корнях солодки.** Пробоподготовка проводится аналогично описанию в «Методике количественного определения глицирризиновой кислоты в корнях солодки».

В жидкостной хроматограф «Миличром-6» (НПАО «Научприбор») с УФ-детектором вводят 5 мкл полученного раствора. Хроматографируют в условиях обращенно-фазовой хроматографии в изократическом режиме на стальной колонке «КАХ-6-80-4» (2×80 мм; Сепарон-С18 7 мкм), подвижная фаза: ацетонитрил – 1% водный раствор уксусной кислоты в соотношении 2:8, скорость элюирования – 100 мкл/мин, объем элюента – 2500 мкл. УФ-детектирование осуществляют при длине волны 360 нм, диапазон чувствительности 0,5. Проводят ≥3 параллельных определений.

Параллельно 5 мкл стандартного раствора ликуразида вводят в хроматограф и хроматографируют как описано выше. Проводят определение площади пика ликуразида и рассчитывают среднюю площадь пика по результатам 3 определений.

Определяют время удерживания и идентифицируют пик ликуразида на хроматограмме испытуемого раствора. Вычисляют площадь пика ликуразида на хроматограмме и рассчитывают среднюю площадь пика по 3 параллельным определениям. Содержание ликуразида в корнях солодки в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X, \% = \frac{S \cdot m_0 \cdot V \cdot V_2 \cdot 100 \cdot 100}{S_0 \cdot m \cdot V_0 \cdot V_1 \cdot (100 - W)},$$

где  $S$  – среднее значение площади пика ликуразида на хроматограмме испытуемого раствора;  $S_0$  – среднее значение площади пика ликуразида, вычисленное из хроматограмм стандартного раствора ликуразида;  $V$  – объем извлечения, мл;  $V_1$  – объем вводимой пробы раствора испытуемого образца, мкл;  $V_0$  – объем раствора ГСО ликуразида, мл;  $V_2$  – объем вводимой пробы раствора ГСО ликуразида, мкл;  $m$  – масса сырья, г;  $m_0$  – масса ГСО ликуразида, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья, %.

С использованием разработанных методик проанализирован ряд образцов корней солодки (табл. 5). Содержание глицирризиновой кислоты (в пересчете на глицирам) в корнях солодки варьировало от 3,24 до 4,49%; ликуразида – от 0,200 до 0,321%.

### Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности стандартизации корней солодки путем определения содержания глицирризиновой кислоты и диагностически значимого флавоноида – ликуразида с использованием метода ВЭЖХ в изократическом режиме элюирования.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Егоров М.В., Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Быков В.А. Качественный и количественный анализ сырья и препаратов солодки. Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005; 1: 175–80.
2. Куркин В.А., Егоров М.В. Стандартизация корней солодки голой и лекарственного препарата «Солодки экстракт жидкий». Фундаментальные исследования. 2014; 6 (часть 6): 1232–6.
3. Оленников Д.Н., Зилфикаров И.Н., Vennos С. Применение микроколлонной ВЭЖХ-УФ для анализа *Glycyrrhiza uralensis* и препаратов солодки. Химико-фармацевтический журнал. 2018; 52 (12): 24–9.
4. Егоров М.В., Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Быков В.А. Валидация методик качественного анализа сырья и препаратов солодки. Фармация. 2005; 53 (1): 9–12.
5. Ермакова В.А., Самылина И.А., Ковалева Т.Ю. и др. Корни солодки: анализ фармакопейных требований. Фармация. 2019; 68 (6): 16–9. DOI:10.29296/25419218-2019-06-03
6. Гаврилин М.В., Сенченко С.П., Тамирян А.М., Печенова А.В. Совершенствование способов оценки качества корней и сиропа солодки. Химия растительного сырья. 2009; 4: 147–50.
7. Павлова Л.В., Платонов И.А., Куркин В.А. и др. Определение глицирризиновой кислоты в корнях солодки методом ВЭЖХ с субкритической экстракцией. Аналитика и контроль. 2018; 22 (3): 229–35. DOI: 10.15826/analitika.2018.22.3.004
8. Xie J., Zhang Y., Wang W. HPLC analysis of glycyrrhizin and licochalcone in *Glycyrrhiza inflata* from Xinjiang (China). Chem. Nat. Compd. 2010; 46: 148–51. DOI:10.1007/s10600-010-9552-2
9. Lauren D.R., Jensen D.J., Douglas J.A., Follett J.M. Efficient method for determining the glycyrrhizin content of fresh and dried roots, and root extracts, of *Glycyrrhiza* species. Phytochem. Anal. 2001; 12 (5): 332–5. DOI:10.1002/pca.597
10. Sabbioni C., Ferranti A., Bugamelli F. et al. Simultaneous HPLC Analysis, with Isocratic Elution, of Glycyrrhizin and Glycyrrhetic Acid in Licorice Roots and Confectionery Products. Phytochem. Anal. 2006; 17: 25–31. DOI: 10.1002.pca
11. Yongqian Z., Jin C., Yingping W., Shengyuan X. Simultaneous Determination of Glycyrrhizin and 15 Flavonoids in Licorice and Blood by High Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detector. International Scholarly Research Notices. 2013; Article ID 786151. DOI:10.1155/2013/786151
12. De A.K., Datta S., Mukherjee A. Quantitative analysis of Glycyrrhizic acid from a polyherbal preparation using liquid chromatographic technique. J. of advanced pharmaceutical technology & research. 2012; 3 (4): 210–5. DOI:10.4103/2231-4040.104711

References

1. Egorov M.V., Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G., Bykov V.A. The qualitative and quantitative analysis of *Glycyrrhiza* drugs and preparations. Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo

- Universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya. 2005; 1: 175–80 (In Russian)
2. Kurkin V.A., Egorov M.V. Standardization of *Glycyrrhiza glabra* L. roots and pharmaceutical «Glycyrrhizae liquid extract». Fundamental'nye issledovaniya. 2014; 6 (part 6): 1232–6. (In Russian)
3. Olennikov D.N., Zilfikarov I.N., Vennos C. Microcolumn HPLC-UV analysis of *Glycyrrhiza uralensis* plant material and preparations based on licorice. Khimiko-Farmatsevticheskiy Zhurnal. 2018; 52 (12): 24–9 (In Russian)
4. Egorov M.V., Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G., Bykov V.A. Validation of assay of licorice (*Glycyrrhiza*) drugs and preparations. Farmatsiya. 2005; 53 (1): 9–12 (In Russian).
5. Ermakova V.A., Samylina I.A., Kovaleva T.Yu. et al. Licorice (*Glycyrrhiza*) roots: analysis of the requirements of the Pharmacopoeia. Farmatsiya. 2019; 68 (6): 16–9. DOI:10.29296/25419218-2019-06-03 (In Russian)
6. Gavrilin M.V., Senchenko S.P., Tamiryan A.M., Pechenova A.V. Improvement of methods for assessing the quality of roots and licorice syrup. Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2009; 4: 147–50 (In Russian)
7. Pavlova L.V., Platonov I.A., Kurkin V.A. et al. Determination of glycyrrhizic acid in roots of licorice by HPLC method with subcritical dynamic extraction. Analytics and control. 2018; 22 (3): 229–35. DOI: 10.15826/analitika.2018.22.3.004 (In Russian)
8. Xie J., Zhang Y., Wang W. HPLC analysis of glycyrrhizin and licochalcone in *Glycyrrhiza inflata* from Xinjiang (China). Chem. Nat. Compd. 2010; 46: 148–51. DOI: 10.1007/s10600-010-9552-2
9. Lauren D.R., Jensen D.J., Douglas J.A., Follett J.M. Efficient method for determining the glycyrrhizin content of fresh and dried roots, and root extracts, of *Glycyrrhiza* species. Phytochem. Anal. 2001; 12 (5): 332–5. DOI:10.1002/pca.597
10. Sabbioni C., Ferranti A., Bugamelli F. et al. Simultaneous HPLC Analysis, with Isocratic Elution, of Glycyrrhizin and Glycyrrhetic Acid in Licorice Roots and Confectionery Products. Phytochem. Anal. 2006; 17: 25–31. DOI: 10.1002.pca
11. Yongqian Z., Jin C., Yingping W., Shengyuan X. Simultaneous Determination of Glycyrrhizin and 15 Flavonoids in Licorice and Blood by High Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detector. International Scholarly Research Notices. 2013; Article ID 786151. DOI:10.1155/2013/786151
12. De A. K., Datta S., Mukherjee A. Quantitative analysis of Glycyrrhizic acid from a polyherbal preparation using liquid chromatographic technique. Journal of advanced pharmaceutical technology & research. 2012; 3 (4): 210–5. DOI:10.4103/2231-4040.104711

Поступила 10 сентября 2021 г.

Received 10 September 2021

Принята к публикации 18 октября 2021 г.

Accepted 18 October 2021