

Оригинальная статья / Original article

УДК 54.061:54.062

<https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-14-1-175-191>

Анализ гликозидного состава экстракта календулы

К. Ф. Янкив^{1✉}, М. С. Евдокимова¹, М. И. Горелова¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: kari1508@mail.ru

Резюме

Цель исследования. Сравнительный анализ гликозидного (флавоноидного) состава жидких лекарственных форм, содержащих календулу лекарственную в качестве исходного сырья.

Методы. Для достижения поставленной цели были изучены методы экстрагирования лекарственного растительного сырья, проанализирована научная литература по теме исследования, проведен качественный и количественный анализ, рассмотрены полученные УФ-спектры. Получение жидких лекарственных форм из цветков календулы лекарственной осуществлено с помощью экстрактора Сокслета и методом мацерации. Определялись оптимальные условия экстрагирования гликозидов, варьируя соотношение сырья и экстрагента, а также концентрации экстрагента. Для количественной оценки рассчитывалось содержание экстрактивных веществ в полученных лекарственных формах. Подтверждение наличия флавоноидных соединений проводилось с помощью УФ-спектроскопии. Произведен сравнительный анализ содержания суммы флавоноидов в жидких лекарственных формах на основе календулы лекарственной.

Результаты. В результате получены жидкие лекарственные формы из цветков календулы лекарственной двумя разными методами, с применением различных рецептур, экстракция осуществлялась методом мацерации и циркуляционным экстрагированием в аппарате Сокслета в соотношениях 1:5 и 1:10, также использовались разные концентрации этилового спирта (40%, 70%, 96%). Определены оптимальные условия экстрагирования: для данного сырья наилучшие показатели были достигнуты при получении лекарственной формы с помощью экстрактора Сокслета, кроме того, по данным эксперимента, концентрация этилового спирта, которая извлекает больше целевых компонентов, составляет 70%, наиболее эффективным соотношением является 1:5.

Заключение. В ходе исследования изучены изменения гликозидного (флавоноидного) состава в лекарственных формах, приготовленных самостоятельно по различным рецептурам, и препаратах, полученных на фармацевтическом производстве. Использование методов экстракции флавоноидов дает большую возможность дальнейшего научного исследования извлечения биологически активных добавок с целью их производства.

Ключевые слова: гликозиды; флавоноиды; лекарственное растительное сырье; экстракция; мацерация; экстрактор Сокслета; календула лекарственная.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Янкив К. Ф., Евдокимова М. С., Горелова М. И. Анализ гликозидного состава экстракта календулы // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2024. Т. 14, № 1. С. 175–191. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-13-1-175-191>.

Поступила в редакцию 25.12.2023

Подписана в печать 15.02.2024

Опубликована 26.03.2024

Analysis of the Glycoside Composition of Calendula Extract

Karina F. Yankiv¹✉, Maria S. Evdokimova¹, Maria I. Gorelova¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: kari1508@mail.ru

Abstract

Purpose of research. The aim of the article is to comparatively analyse the glycoside (flavonoid) composition of liquid dosage forms containing calendula medicinalis as an initial raw material.

Methods. To achieve this goal, methods for extracting medicinal plant materials were studied, scientific literature on the research topic was analyzed, qualitative and quantitative analysis was carried out, and the obtained UV spectra were examined. Obtaining liquid dosage forms from Calendula officinalis flowers was carried out using a Soxhlet extractor and the maceration method. The optimal conditions for the extraction of glycosides were determined by varying the ratio of raw materials and extractant, as well as the concentration of the extractant. For quantitative assessment, the content of extractive substances in the resulting dosage forms was calculated. Confirmation of the presence of flavonoid compounds was carried out using UV spectroscopy. A comparative analysis of the content of flavonoids in liquid dosage forms based on calendula officinalis was carried out.

Results. As a result, liquid dosage forms were obtained from calendula officinalis flowers by two different methods, using different formulations, extraction was carried out by maceration and circulating extraction in a Soxlet apparatus, in ratios of 1:5 and 1:10, different concentrations of ethyl alcohol were also used (40%, 70%, 96%). Optimal extraction conditions were determined – for this raw material, the best indicators were achieved when obtaining the dosage form using the Soxlet extractor, in addition, according to the experiment, the concentration of ethyl alcohol, which extracts more target components, is 70%, the most effective ratio is 1:5.

Conclusion. The study examined changes in the glycosidic (flavonoid) composition in dosage forms prepared independently according to various recipes and drugs obtained in pharmaceutical production. The use of flavonoid extraction methods provides a great opportunity for further scientific research into the extraction of dietary supplements for the purpose of their production.

Keywords: glycosides; flavonoids; medicinal plant raw materials; extraction; maceration; Soxlet extractor; calendula officinalis.

Conflict of interest: The authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Yankiv K. F., Evdokimova M. S., Gorelova M. I. Analysis of the Glycoside Composition of Calendula Extract. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2024; 14(1): 175–191. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-14-1-175-191>

Received 25.12.2023

Accepted 15.02.2024

Published 26.03.2024

Введение

В настоящее время наблюдается значительное возрастание спроса на эффективные препараты растительного происхождения. Это обусловлено тем, что они обладают рядом неоспоримых преимуществ: низкой токсичностью, возможностью длительного применения без риска возникновения побочных явлений, мягкостью и надёжностью действия. Именно

поэтому лекарственные средства на основе растительного сырья находят всё большее применение в современной фармакотерапии [1]. Лекарственные растения, как правило, обладают целым комплексом биологически активных веществ. Они содержат различные флавоноиды, кариотиноиды, дубильные вещества, эфирные масла, алкалоиды [2; 3].

Календула лекарственная (*Calendula officinalis*) является растением, которое

массово культивируется на территории нашей страны [4]. Это недорогое и доступное сырье, к достоинствам которого также относится состав, насыщенный различными биологически активными веществами. Календула является высокоперспективным ресурсом для получения лекарственных препаратов [5; 6].

Эффективность лекарственных средств на основе календулы лекарственной определяется, прежде всего, флавоноидным составом, именно поэтому определение и сравнение содержания суммы флавоноидов в самостоятельно приготовленных лекарственных формах и препаратах фармацевтического производства является целесообразным и актуальным.

Наибольшее количество флавоноидов накапливается у многих растений в фазе цветения [7; 8].

Лекарственные средства на основе календулы активно используются в медицине, т. к. данное растение содержит целый комплекс биологически активных веществ. В качестве лекарственного растительного сырья используют цветки календулы, которые содержат флавоноиды, каротиноиды, эфирные масла, дубильные вещества, органические кислоты. Благодаря уникальному химическому составу препараты календулы лекарственной обладают антисептическим, антимикробным, противовоспалительным и успокаивающим действием [9; 10].

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели были изучены методы экстрагирования лекарственного растительного сырья, проанализирована научная литература по теме исследования, проведен качественный и количественный анализ, рассмотрены полученные УФ-спектры [11–12].

1. Определение массовой доли влаги в лекарственном растительном сырье

Влажность или массовая доля влаги является важнейшим для оценки качества сырья. Под влажностью понимают потерю в массе при высушивании за счет удаления гигроскопической влаги и летучих веществ. Данный показатель определяется методом гравиметрии путем высушивания до постоянной массы лекарственного растительного сырья [13; 14]. Определение массовой доли влаги в лекарственном растительном сырье проводилось в соответствии с ОФС.1.5.3.0007.15.

Аналитическую пробу сухого лекарственного растительного сырья измельчали до размера частиц не более 10 мм. Затем с помощью взвешивания отбирали точную навеску 2–3 г и помещали ее в предварительно высушенный до постоянной массы, взвешенный бюкс, ставили в сушильный шкаф, нагретый до 100–105°C. Высушивание проводили в открытых бюксах со снятыми крышками.

Первое взвешивание анализируемых образцов, представленных листьями, травами или цветками лекарственного растительного сырья, проводили через 2 часа. Перед взвешиванием бюкс с навеской охлаждали в эксикаторе в течение 30 минут. Высушивание лекарственного растительного сырья проводили до достижения постоянной массы. Она считается достигнутой, если разница между двумя последовательными взвешиваниями после дополнительного высушивания и охлаждения в эксикаторе не превышает 0,01 г.

Расчет массовой доли влаги проводили по формуле

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_1 , m_2 – масса бюксы с навеской до и после высушивания, г; m – масса навески до высушивания, г.

В качестве исходного сырья были использованы высушенные цветки календулы лекарственной. После проведения соответствующего эксперимента вычисляли влажность сухого сырья календулы лекарственной. В результате проведенного опыта и расчета установили, что массовая доля влаги в сухих цветках календулы лекарственной составляет 11%.

В соответствии с фармакопейной статьей на данный вид сырья (ОФС.2.5.0030.15) показатель массовой доли влаги находится в пределах нормы [15].

2. Получение жидких лекарственных форм из сухого лекарственного растительного сырья

Получение жидких лекарственных форм из лекарственного растительного сырья проводили методом экстракции. В

качестве сырья использовались сухие цветки календулы лекарственной. Экстрагент – спирт этиловый [16].

Исходное сырье, содержащее экстрагируемое соединение, помещали внутрь так называемой гильзы, которую делали из бумаги. Гильзу загружали в основную камеру экстрактора Сокслета. Используемый экстрагент помещали в круглодонную дистилляционную колбу. Колбу устанавливали на нагревательный элемент (плитку). Экстрактор Сокслета помещали поверх колбы. Сверху на экстрактор закрепляли обратный холодильник.

При получении спиртовых настоек из сухого лекарственного растительного сырья применили различные способы экстракции, использовали разные параметры, влияющие на полноту экстракции. Результаты представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1. Параметры экстрагирования

Table 1. Extraction parameters

Метод экстракции	Время экстрагирования, ч	Температура, °C	Соотношение сырье:экстрагент	Концентрация спирта этилового, %
Мацерация	72 (3-е суток)	20	1:5; 1:10	40, 70, 96
Циркуляция	6	80	1:5; 1:10	40, 70, 96

Таблица 2. Рецептуры приготовления настоек календулы лекарственной

Table 2. Recipes for the preparation of calendula medicinal tinctures

Лекарственная форма (наименование настойки)	Экстрагент	Соотношение сырье:экстрагент	Способ получения
Настойка календулы лекарственной 40%	Спирт этиловый 40%	1:5	Мацерация
		1:10	Мацерация
		1:10	Сокслет
Настойка календулы лекарственной 70%	Спирт этиловый 70%	1:5	Мацерация
		1:10	Мацерация
		1:10	Сокслет
Настойка календулы лекарственной 96%	Спирт этиловый 96%	1:5	Мацерация
		1:10	Мацерация

В результате получили восемь спиртовых настоек из сухих цветков календулы лекарственной по различным рецептурам.

Экстрагирование методом мацерации проводили в течение трех суток в прохладном, защищенном от света месте.

Кроме того, для получения жидких лекарственных форм применили метод циклической экстракции, его осуществляли с помощью аппарата Сокслета в течение 6 часов – 2 последовательных цикла по 3 часа каждый. Результаты представлены в таблицах 3–4.

Таблица 3. Материальный баланс экстрагирования сухого лекарственного сырья календулы лекарственной в экстракторе Сокслета 40%-ным этиловым спиртом

Table 3. Material balance of extraction of dry medicinal raw materials of calendula officinalis in the Soxhlet extractor with 40% ethyl alcohol

Компоненты	Загружено	Получено
Сырьё	25 г	25 г
Этиловый спирт	250 мл	0
Пар	0	15
Экстракт	0	235 мл
Всего	275	275

Таблица 4. Материальный баланс экстрагирования сухого лекарственного сырья календулы лекарственной в экстракторе Сокслета 70%-ным этиловым спиртом

Table 4. Material balance of extraction of dry medicinal raw materials of calendula officinalis in the Soxhlet extractor with 70% ethyl alcohol

Компоненты	Загружено	Получено
Сырьё	30 г	30 г
Этиловый спирт	300 мл	0
Пар	0	20
Экстракт	0	280
Всего	330	330

3. Содержание экстрактивных веществ

Качество приготовленных жидких лекарственных форм устанавливали по

сумме экстрактивных веществ. Результаты определения содержания экстрактивных веществ занесли в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты определения экстрактивных веществ

Table 5. Results of determination of extractive substances

Наименование лекарственной формы	Экстрактивные вещества, %
1. Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	72,3
2. Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	33,7
3. Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	18,0
4. Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	81,2
5. Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	44,8
6. Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	21,8
7. Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	22,9
8. Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	14,6

Из данных таблицы 5 следует, что наибольшей экстрактивностью обладают жидкие лекарственные формы, полученные методом циклической экстракции с

помощью аппарата Сокслета – 81,2% и 72,3% соответственно, это хорошо видно на диаграмме (рис. 1).

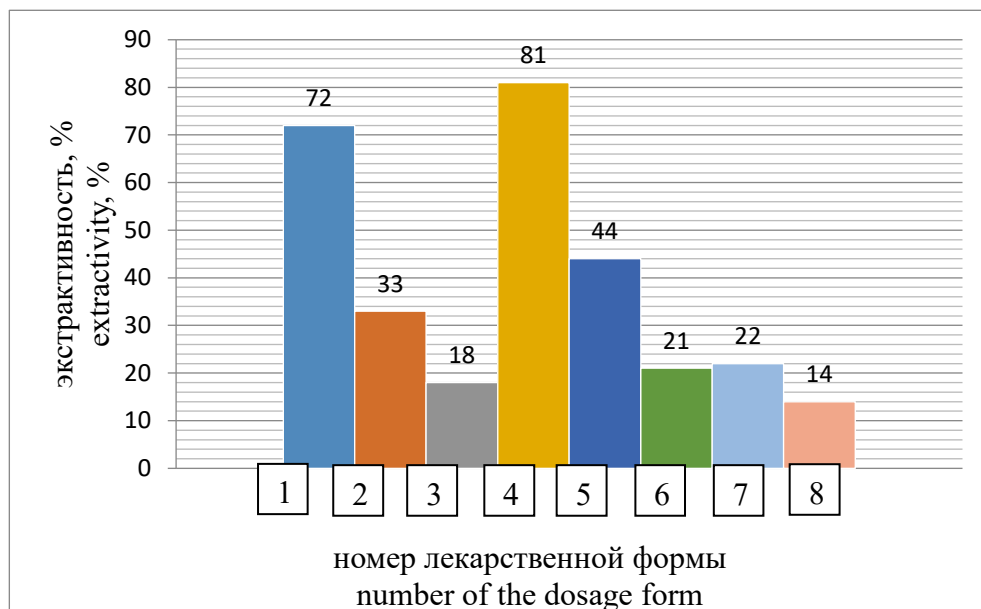


Рис. 1. Экстрактивность

Fig. 1. Extractivity

4. Определение экстрактивных веществ в жидких лекарственных формах

Под экстрактивными веществами понимают массу сухого остатка, полученного после упаривания вытяжки из лекарственного растительного сырья, экстрагированной растворителем, указанным в нормативной документации на данный вид сырья [17]. Определение экстрактивных веществ осуществлялось в соответствии с ОФС.1.5.3.0007.15.

Определение содержания экстрактивных веществ проводили гравиметрическим методом. Различают однократную и многократную экстракцию, поэтому расчет вели исходя из того, как именно получали лекарственный растительный препарат.

При однократной экстракции (сырьё однократно обрабатывали экстрагентом) 25 мл полученного экстракта перенесли в предварительно высушенную до постоянной массы и точно взвешенную фарфоро-

вую чашку, выпарили содержимое на водяной либо песчаной бане досуха. Затем чашку с сухим остатком сушили при температуре 100–105°C в сушильном шкафу до постоянной массы и охлаждали в эксикаторе в течение 30 минут, после чего взвесили.

Содержание экстрактивных веществ в лекарственном растительном препарате, полученном с помощью однократной экстракции, рассчитывали по формуле

$$X = \frac{m \cdot 100 \cdot 100 \cdot V}{a(100 - W) \cdot 25}, \quad (2)$$

где m – масса сухого остатка, г; a – навеска лекарственного растительного сырья, г; V – объем экстрагента, мл; W – влажность лекарственного растительного сырья, %.

Многократная экстракция предполагает последовательную обработку сырья одним и тем же экстрагентом с последующим получением суммарного экстракта.

Получение вытяжки из лекарственного растительного сырья в экстракторе Сокслета является наглядным примером многократной экстракции. Методика проведения эксперимента идентична первому способу, различается расчет, т. к. при получении вытяжки сырье несколько раз подвергается воздействию экстрагента.

Содержание экстрактивных веществ в лекарственном растительном препарате, полученном с помощью многократной экстракции, рассчитывали по формуле

$$X = \frac{m \cdot 100 \cdot 100(V \cdot n)}{a(100 - W) \cdot 25}, \quad (3)$$

где m – масса сухого остатка, г; a – навеска лекарственного растительного сырья, г; W – влажность лекарственного растительного сырья, %; n – число экстракций (циклов); V – объем экстрагента, мл.

Результаты эксперимента представлены в таблице 11.

Результаты и их обсуждение

Результаты качественных реакций

Для качественного анализа использовали жидкие лекарственные формы, изготовленные самостоятельно, а также лекарственные растительные препараты – экстракт «Ротокан» и календулы лекарственной настойка спиртовая (1:10) [18].

В результате проведения качественных реакций получены характерные результаты реакций во всех анализируемых образцах, подтверждающие присутствие флавоноидов. Результаты представлены в таблицах 6–9.

Изменение окраски в пробирке под действием различных реактивов характерно для всех флавоноидных соединений.

Таблица 6. Результаты цианидиновой пробы

Table 6. Cyanidin test results

Наименование лекарственной формы	Результат протекания реакции (+/–)	Изменение окраски в пробирке
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	+	Интенсивное красное окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	+	Красное окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	+	Красное окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	+	Интенсивное красное окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	+	Красно-оранжевое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	+	Красное окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	+	Розовое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	+	Розовое окрашивание
Аптечная настойка 70%	+	Красное окрашивание
Ротокан 40%	+	Красно-коричневое окрашивание

Таблица 7. Результаты качественных реакций с 2%-ным раствором щелочи**Table 7.** Results of qualitative reactions with 2% alkali solution

Наименование лекарственной формы	Результат протекания реакции (+/–)	Изменение окраски в пробирке
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	+	Насыщенное желтое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	+	Насыщенное желтое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	+	Насыщенное желтое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	+	Желтая окраска
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	+	Желтая окраска
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	+	Желтая окраска
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	+	Светло-желтое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	+	Светло-желтое окрашивание
Аптечная настойка 70%	+	Желтое окрашивание
Ротокан 40%	+	Оранжевое окрашивание

Таблица 8. Результаты качественных реакций с треххлорным железом**Table 8.** Results of qualitative reactions with iron trichloride

Наименование лекарственной формы	Результат протекания реакции (+/–)	Изменение окраски в пробирке
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	+	Зеленое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	+	Зеленое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	+	Зеленое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	+	Зеленоватое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	+	Зеленоватое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	+	Зеленоватое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	+	Светло-зеленое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	+	Светло-зеленое окрашивание
Аптечная настойка 70%	+	Насыщенное зеленое окрашивание
Ротокан 40%	+	Темное зелено-коричневое окрашивание

Таблица 9. Реакция с ацетатом свинца (свинец уксуснокислый средний)**Table 9.** Reaction with lead acetate (lead acetic acid medium)

Наименование лекарственной формы	Результат протекания реакции (+/–)	Изменение окраски в пробирке
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	+	Желтая окраска
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	+	Желтая окраска
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	+	Выпадение желтого осадка
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	+	Выпадение желтого осадка
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	+	Выпадение желтого осадка
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	+	Выпадение желтого осадка
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	+	Желтое окрашивание
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	+	Желтая окраска
Аптечная настойка 70%	+	Ярко-желтое окрашивание
Ротокан 40%	+	Желто-коричневое окрашивание

Результаты тонкослойной хроматографии

Тонкослойную хроматографию проводили на хроматографической пластине

в системе хлороформ-метанол-вода (26:14:3) [19; 20]. Результаты приведены в таблице 10.

Таблица 10. Результаты тонкослойной хроматографии**Table 10.** Results of thin – layer chromatography

Наименование лекарственной формы	Значение Rf	Окраска в видимом свете	Свечение в УФ	
			окраска до проявления	окраска после проявления AlCl ₃
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	0,47±0,01	Желтая	Желто-коричневая	Ярко-желтая
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	0,45±0,01	Желтая	Желто-коричневая	Ярко-желтая

Окончание табл. 10

Ending table 10

Наименование лекарственной формы	Значение Rf	Окраска в видимом свете	Свечение в УФ	
			окраска до проявления	окраска после проявления $AlCl_3$
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	$0,46 \pm 0,01$	Желтая	Коричневая	Желто-зеленая
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	$0,46 \pm 0,01$	Желтая	Желто-коричневая	Ярко-желтая
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	$0,47 \pm 0,01$	Желтая	Желто-коричневая	Желтая
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	$0,47 \pm 0,01$	Желтая	Желтая	Ярко-желтая
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	$0,46 \pm 0,01$	Желтая	Желтая	Желтая
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	$0,46 \pm 0,01$	Желтая	Желтая	Желтая
Аптечная настойка 70%	$0,47 \pm 0,01$	Желтая	Желто-коричневая	Желто-зеленая
Ротокан 40%	$0,48 \pm 0,01$	Желтая	Коричневая	Желтая

При сравнении полученных значений со значением Rf рутина $0,45 \pm 0,01$ можно сделать вывод, что данное флавоноидное соединение содержится во всех анализируемых образцах. На хроматограммах даже до их проявления можно наблюдать отчетливые желтые пятна, что является характерным для флавоноидов. При проявлении полученных хроматограмм 2%-ным спиртовым раствором $AlCl_3$ окраска пятен усиливается, в УФ-свете наблюдается флуоресценция.

Результаты спектрофотометрического анализа

Наличие флавоноидных соединений во всех анализируемых образцах подтверждается результатами УФ-спектроскопии. Большинство флавоноидов на УФ-спектрах имеют интенсивный максимум поглощения при 289 нм.

Полученные УФ-спектры всех анализируемых образцов представлены ниже (рис. 2).

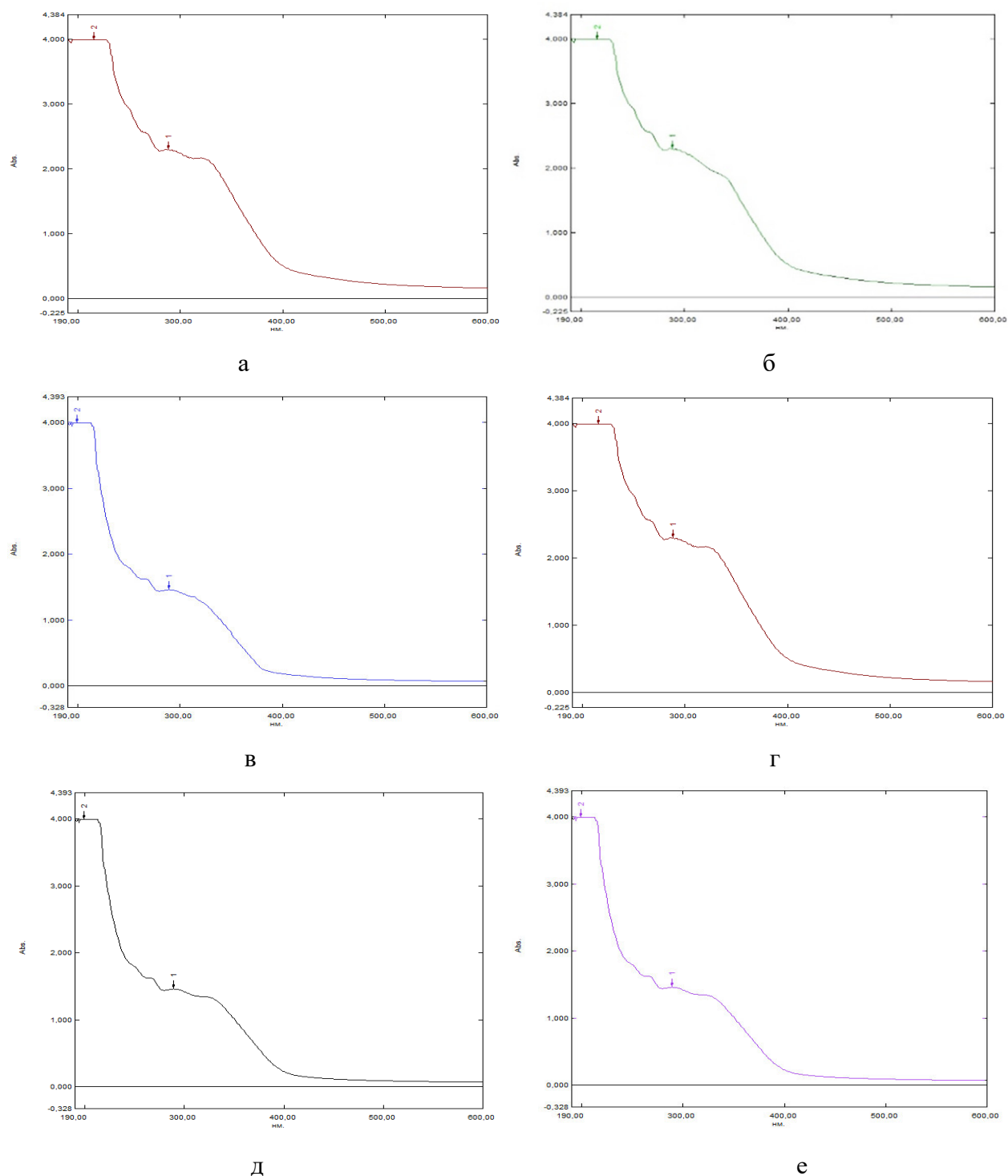


Рис. 2. УФ-спектр: а – настойки календулы лекарственной 70% (Сокслет); б – настойки календулы лекарственной 40% (Сокслет); в – настойки календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация); г – настойки календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация); д – настойки календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация); е – настойки календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)

Fig. 2. UV spectrum: а – of calendula medicinal tincture 70% (Soxlet); б – of calendula off icinalis tincture 40% (Soxlet); в – calendula medicinal tincture 70% 1:5 (maceration); г – calendula medicinal tincture 40% 1:5 (maceration); д – calendula medicinal tincture 70% 1:10 (maceration); е – calendula medicinal tincture 40% 1:10 (maceration)

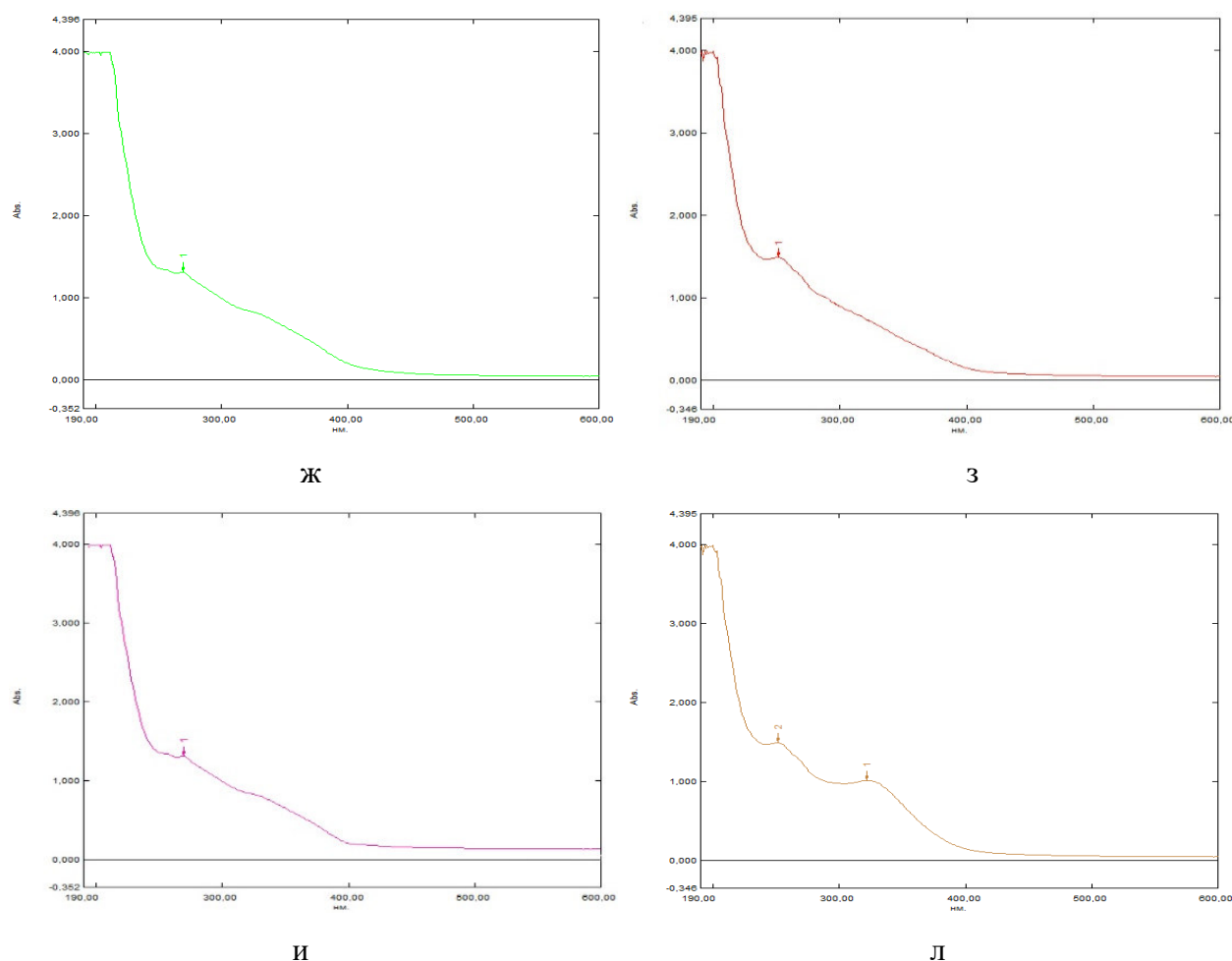


Рис. 2. УФ-спектр: ж – настойки календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация); з – аптечной спиртовой настойки календулы лекарственной 96% 1: 5 (мацерация); и – настойки календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация); к – экстракта «Ротокан»

Fig. 2. UV spectrum: ж – calendula officinalis tincture 96% 1:5 (maceration); з –pharmacy alcohol tincture of calendula officinalis 96% 1:5 (maceration); и – calendula officinalis tincture 96% 1:10 (maceration); к – Rotokan extract

Результаты определения суммы флавоноидов

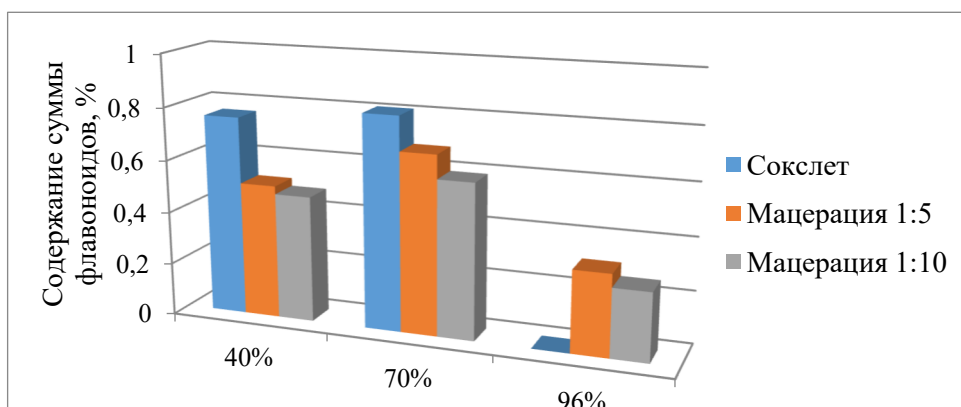
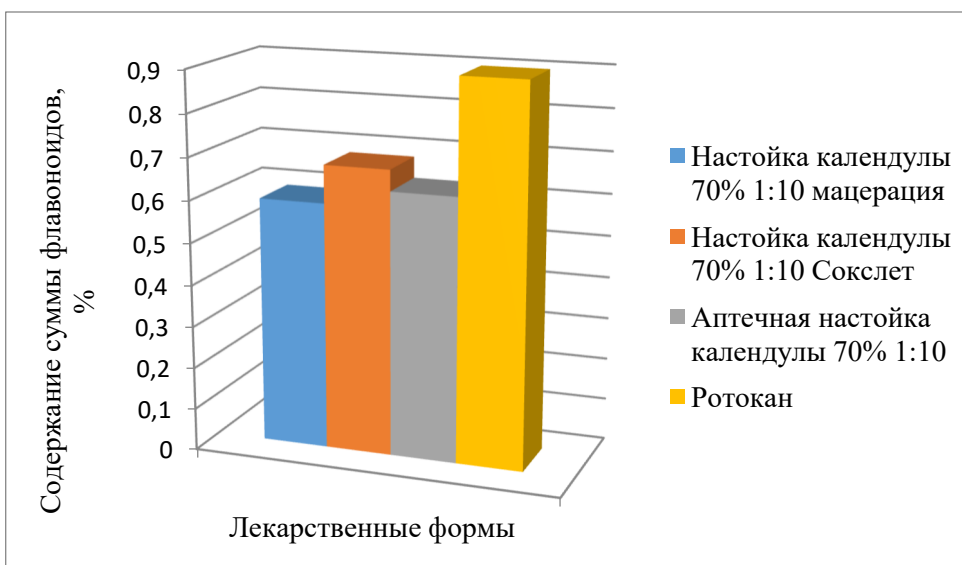
В ходе проведения эксперимента анализируемые растворы фотометрировали, после чего вычислили суммарное содержание флавоноидов в каждой лекарственной форме, результаты приведены в таблице 11.

Из данных, представленных в таблице 11 и на рисунках 3–4, следует, что наибольшее количество флавоноидов извлекается с помощью экстрактора Сокслета.

Кроме того, наиболее оптимальная концентрация спирта составляет 70%, т. к. при ней значения суммы флавоноидов достаточно высокие результаты при всех соотношениях сырья и экстрагента. Самостоятельно изготовленная спиртовая настойка календулы лекарственной на 70%-ном этиловом спирте 1:10 (мацерация) практически не уступает аптечной лекарственной форме по содержанию суммы флавоноидов.

Таблица 11. Результаты определения суммы флавоноидов**Table 11.** Results of determining the amount of flavonoids

Наименование лекарственной формы	Сумма флавоноидов, %
Настойка календулы лекарственной 70% (Сокслет)	0,81
Настойка календулы лекарственной 70% 1:10 (мацерация)	0,59
Настойка календулы лекарственной 70% 1:5 (мацерация)	0,68
Настойка календулы лекарственной 40% (Сокслет)	0,76
Настойка календулы лекарственной 40% 1:10 (мацерация)	0,48
Настойка календулы лекарственной 40% 1:5 (мацерация)	0,51
Настойка календулы лекарственной 96% 1:10 (мацерация)	0,26
Настойка календулы лекарственной 96% 1:5 (мацерация)	0,31
Аптечная настойка 70%	0,63
Ротокан 40 %	0,90

**Рис. 3.** Содержание суммы флавоноидов в жидких лекарственных формах, полученных различными способами**Fig. 3.** The content of the sum of flavonoids in liquid dosage forms obtained by various methods**Рис. 4.** Сравнение содержания суммы флавоноидов в некоторых лекарственных формах**Fig. 4.** Comparison of the amount of flavonoids in some dosage forms

Во всех анализируемых растворах при соотношении сырье / экстрагент 1:5 были получены хорошие результаты, поэтому использование данного соотношения при изготовлении жидких лекарственных форм календулы лекарственной целесообразно.

Наибольшее количество флавоноидных соединений наблюдается в экстракте «Ротокан», это объясняется тем, что данный лекарственный растительный препарат является суммарным, т. е. содержит, кроме календулы лекарственной, еще ромашку и тысячелистник, что влияет на его свойства и увеличивает содержание флавоноидов. Данный экстракт получают в соотношении 1:1, что, безусловно, влияет на результат – это более концентрированная лекарственная форма.

Выводы

Таким образом, изучены изменения гликозидного (флавоноидного состава) в лекарственных формах, приготовленных самостоятельно по различным рецептурам, и препаратах, полученных на фармацевтическом производстве, определены оптимальные условия экстрагирования – для данного сырья наилучшие показатели были достигнуты при получении лекарственной формы с помощью экстрактора Сокслета, кроме того, по данным эксперимента, концентрация этилового спирта, которая извлекает больше целевых компонентов, составляет 70%, наиболее эффективным соотношением является 1:5.

Список литературы

1. Flavones and sesquiterpene lactones from *Achillea atrata* subsp. *multifida*: antimicrobial activity / I. Aljancic, V. Vajs, N. Menkovic, I. Karadzic, N. Juranic, S. Milosavljevic, S. Macura // J. Nat. Prod. 1999. Vol. 62(6). P. 909–11.
2. Береснева А. В., Янкив К. Ф. Экстракция флавоноидов, сапонинов и дубильных веществ из семян конского каштана и их качественное определение // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии – 2022: сборник научных статей Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Ф. Ф. Ниязи. Курск: Университетская книга, 2022. С. 40–43.
3. Экстракт из цветков ромашки на масле горького миндаля и получение стабильных эмульсий на его основе / Х. Р. Тухтаев, О. Ж. Хамидов, Р. Х. Султанова, Н. К. Чинибекова // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2021. Т. 64, вып. 7. С. 61–67.
4. Казуб В. Т., Кошелева М. К., Рудобашта С. П. Кинетика измельчения растительного сырья при электроразрядном экстрагировании // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2021. Т. 64, вып. 6. С. 76–82.
5. Горелова М. И., Янкив К. Ф. Флавоноиды как биологически активные соединения экстракта маклюры // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии – 2022: сборник научных статей Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Ф. Ф. Ниязи. Курск, Университетская книга, 2022. С. 51–54.
6. Исследование флавоноидов некоторых видов растений семейства сложноцветных, бурачниковых и бересклетовых / В. А. Бандюкова, С. Ф. Джумырко, Н. В. Сергеева, А. Л. Шинкаренко // Труды первого всесоюзного съезда фармацевтов. М., 1970. С. 253–258.
7. Ладыгина Е. Я. Календула лекарственная // Фармация. 1992. Т. 40, № 4. С. 84–86.
8. Омельчук М. А. Календула лекарственная – источник сырья для новых лекарственных препаратов // Современные методы исследования лекарственных растений: научные труды. Т. XX. М., 1983. С. 188–192.

9. Фадеева О. В. Исследование некоторых представителей семейства Астровых (сложноцветных) на содержание флавоноидов // III Всесоюзный съезд фармацевтов: тезисы докладов. Кишнев: Тимпул, 1980. С. 194–195.
10. Шарова О. В., Куркин В. А. Флавоноиды цветков календулы лекарственной // Химия растительного сырья. 2007. № 1. С. 65–68.
11. Государственная фармакопея РФ. XIII издание. М.: ФЭМБ, 2015. Т. 1. 1470 с.
12. Евдокимова М. С., Янкив К. Ф. Основные технологические стадии получения экстрактов // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии – 2021: сборник научных статей Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск: Университетская книга, 2021. С. 83–86.
13. Кузнецова М. А. Лекарственное растительное сырье и препараты. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2004. 191 с.
14. Пономарев В. Д. Экстрагирование лекарственного сырья. М.: Медицина, 1976. 238 с.
15. Салова Т. Ю., Громова Н. Ю. Теоретические основы получения биологически активных веществ из растительного и животного сырья // Успехи современного естествознания. 2016. № 3. С. 39–43.
16. Леонова М. В., Климочкин Ю. Н. Экстракционные методы изготовления лекарственных средств из растительного сырья. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. 111 с.
17. Тырков А. Г. Выделение и анализ биологически активных веществ. М.: КНОРУС; Астрахань: АГУ, 2016. С. 69–83.
18. Минович В. М., Привалова Е. Г. Биологически активные вещества растений (полисахариды, эфирные масла, фенологликозиды, кумарины, флавоноиды). Иркутск: ИГМУ, 2018. 70 с.
19. Методы исследования природных флавоноидов / Пятигор. фармац. ин-т; сост. А. Б. Шинкаренко, В. А. Бандюкова, А. Л. Казаков. Пятигорск, 1977. 177 с.
20. Использование ТСХ для идентификации биологически активных веществ в некоторых видах лекарственного сырья / А. С. Саушкина, В. А. Карпенко, Л. Н. Савченко, Д. А. Муравьева // Сорбционные и хроматографические процессы. 2001. Т. 1, вып. 5. С. 902–905.

References

1. Aljancic I., Vajs V., Menkovic N., Karadzic I., Juranic N., Milosavljevic S., Macura S. Flavones and sesquiterpene lactones from *Achillea atrata* subsp. *multifida*: antimicrobial activity. *J. Nat. Prod.*, 1999. vol. 62(6), pp. 909–111.
2. Beresneva A. V., Yankiv K. F. [Extraction of flavonoids, saponins and tannins from horse chestnut seeds and their qualitative determination]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti khimii i ekologii – 2022. Sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu so dnya rozhdeniya professora F. F. Niyazi* [Fundamental and applied research in the field of chemistry and ecology - 2022. Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, dedicated to the 80th anniversary of birth of Professor F. F. Niyazi]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2022, pp. 40–43. (In Russ.)
3. Tukhtayev Kh. R., Khamidov O. Zh., Sultanova R. Kh., Chinibekova N. K. Ekstrakt iz tsvetkov romashki na masle gor'kogo mindalya i poluchenie stabil'nykh emul'sii na ego osnove I [Extract from chamomile flowers in bitter almond oil and obtaining stable emulsions based on it]. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya = Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology*, 2021, vol. 64, is. 7, pp. 61–67.
4. Kazub V. T., Kosheleva M. K., Rudobashta S. P. Kinetika izmel'cheniya rastitel'nogo syr'ya pri elektrorazryadnom ekstragirovanii [Kinetics of grinding of vegetable raw materials during electric discharge extraction]. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya = Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology*, 2021, vol. 64, no. 6, no. 76–82.

5. Gorelova M. I., Yankiv K. F. [Flavonoids as biologically active compounds of maclura extract]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti khimii i ekologii – 2022. Sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu so dnya rozhdeniya professora F. F. Niyazi* [Fundamental and applied research in the field of chemistry and ecology - 2022. Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists, dedicated to the 80th anniversary of the birth of Professor F. F. Niyazi]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2022, pp. 51–54. (In Russ.)
6. Bandyukova V. A., Dzhumyrko S. F., Sergeeva N. V., Shinkarenko A. L. [Study of flavonoids of some plant species of the Asteraceae, borage and euonymus families]. *Trudy pervogo vsesoyuznogo s"ezda farmatsevtov* [Proceedings of the First All-Union Congress of Pharmacists]. Moscow, 1970, pp. 253–258. (In Russ.)
7. Ladygina E. Ya. *Kalendula lekarstvennaya* [Calendula officinalis]. *Farmatsiya = Pharmacy*, 1992, vol. 40, no. 4, pp. 84–86.
8. Omelchuk M. A. [Calendula officinalis - a source of raw materials for new drugs]. *Sovremennye metody issledovaniya lekarstvennykh rastenii. Nauchnye trudy* [Modern methods of researching medicinal plants. Scientific works]. Moscow, 1983, vol. XX, pp. 188–192. (In Russ.)
9. Fadeeva O. V. [Study of some representatives of the Asteraceae (Asteraceae) family for flavonoid content]. *III Vsesoyuznyi s"ezd farmatsevtov. Tezisy dokladov* [III All-Union Congress of Pharmacists: Proc. Report]. Kishinev, Timpul Publ., 1980, pp. 194–195.
10. Sharova O. V., Kurkin V. A. Flavonoidy tsvetkov kalenduly lekarstvennoi [Flavonoids of Calendula officinalis flowers]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw materials*, 2007, no. 1, pp. 65–68.
11. Gosudarstvennaya farmakopeya RF [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. XIII ed. Moscow, FEMB Publ., 2015, vol. 1. 1470 p.
12. Evdokimova M. S., Yankiv K. F. [The main technological stages of obtaining extracts]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti khimii i ekologii – 2021. Sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Fundamental and applied research in the field of chemistry and ecology – 2021. Collection of scientific articles of the International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2021, pp. 83–86. (In Russ.)
13. Kuznetsova M. A. *Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e i preparaty* [Medicinal plant raw materials and preparations]. 2nd ed., reworked and additional. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2004. 191 p.
14. Ponomarev V. D. *Ekstragirovanie lekarstvennogo syr'ya* [Extraction of medicinal raw materials]. Moscow, Medicine Publ., 1976. 238 p.
15. Salova T. Yu., Gromova N. Yu. Teoreticheskie osnovy polucheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz rastitel'nogo i zhivotnogo syr'ya [Theoretical basis for obtaining biologically active substances from plant and animal raw materials]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya = Advances of modern natural science*, 2016, no. 3, pp. 39–43.
16. Leonova M. V., Klimochkin Yu. N. *Ekstraktsionnye metody izgotovleniya lekarstvennykh sredstv iz rastitel'nogo syr'ya* [Extraction methods for the production of medicines from plant materials]. Samara, Samara St. Technical Univ. Publ., 2012. 111 p.
17. Tyrkov A. G. *Vydelenie i analiz biologicheskii aktivnykh veshchestv* [Isolation and analysis of biologically active substances]. Moscow, KNORUS Publ., Astrakhan, ASU Publ., 2016, pp. 69–83.
18. Mirovich V. M., Privalova E. G. *Biologicheskii aktivnye veshchestva rastenii (polisakharidy, efirnye masla, fenologlikozidy, kumariny, flavonoidy)* [Biologically active substances of plants (polysaccharides, essential oils, phenologlycosides, coumarins, flavonoids)]. Irkutsk, IGMU Publ., 2018. 70 p.
19. Shinkarenko A. B., Bandyukova V. A., Kazakov A. L. *Metody issledovaniya prirodnnykh flavonoidov* [Methods for studying natural flavonoids]. Pyatigorsk, Pyatigorsk farmac. Univ. Publ., 1977. 177 p.
20. Saushkina A. S., Karpenko V. A., Savchenko L. N., Muravyova D. A. *Ispol'zovanie TSKh dlya identifikatsii biologicheskii aktivnykh veshchestv v nekotorykh vidakh lekarstvennogo syr'ya* [The use of

TLC for the identification of biologically active substances in some types of medicinal raw materials]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy = Sorption and chromatographic processes*, 2001, vol. 1, is. 5, pp. 902–905.

Информация об авторах / Information about the Authors

Янкив Карине Феликсовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: kari1508@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6756-8130

Karine F. Yankiv, Candidate of Sciences (Pedagogical), Associate Professor of the Department of Physical Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: kari1508@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6756-8130

Евдокимова Мария Сергеевна, студент естественно-научного факультета, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: lebedevamasa648@gmail.com, ORCID: 0009-0006-4257-0644

Maria S. Evdokimova, Student of the Faculty of Natural Sciences, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: lebedevamasa648@gmail.com, ORCID: 0009-0006-4257-0644

Горелова Мария Игоревна, студент естественно-научного факультета, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: bumblebeezish@yandex.ru, ORCID: 0009-0009-2629-643X, Researcher ID: JOJ-6406-2023

Maria I. Gorelova, Student of the Faculty of Natural Sciences, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: bumblebeezish@yandex.ru, ORCID: 0009-0009-2629-643X, Researcher ID: JOJ-6406-2023