

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68>МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ МЯТЫ  
ПЕРЕЧНОЙ

Научная статья

Курдюков Е.Е.<sup>1,\*</sup>, Карасёва Е.В.<sup>2</sup>, Семенова Е.Ф.<sup>3</sup>, Неклюдова В.А.<sup>4</sup>, Тарасов М.С.<sup>5</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-9512-6770;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-7987-6886;<sup>1,2,4,5</sup> Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация<sup>3</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (e.e.kurdyukov[at]mail.ru)

**Аннотация**

Целью данной работы явилось качественное и количественное изучение флавоноидных соединений травы мяты перечной. Растительный материал был высушен воздушно-теневым способом. В качестве объектов исследования использовали высушенную траву мяты перечной (*Mentha piperita*, сем. Яснотковые - *Lamiaceae*). Исследовались 4 образца сырья мяты различного происхождения: №1 (Ажурная), №2 (Удайчанка), №3 (Заграва), №4 (Бергамотная). Выращенные в условиях Пензенской области. Цель настоящей работы – определение содержания суммы флавоноидов в траве мяты методом спектрофотометрии. Проведено количественное определение суммы флавоноидов в траве мяты методом дифференциальной спектрофотометрии. Для подтверждения наличия флавоноидов в траве мяты использовали тонкослойную хроматографию (ТСХ), обнаруживается зона адсорбции R<sub>f</sub> (фактор удерживания) около 0,77 на уровне стандартного образца лютеолина, а также зона адсорбции с R<sub>f</sub> (фактор удерживания) около 0,64 на уровне раствора стандартного образца (СО) цинарозида. Методом дифференциальной спектрофотометрии в экстрактах из травы мяты подтверждено наличие флавоноидов, определены аналитические максимумы исследуемых соединений 387±2 нм. Обоснованы оптимальные условия экстракции флавоноидов из сырья данного растения (экстрагент – спирт этиловый 70 %; соотношение «сырье – экстрагент» - 1:50; время экстракции – 60 минут; степень измельченности сырья – 1,0 мм). Определено, что средняя ошибка определения содержания флавоноидов в траве мяты с доверительной вероятностью 95% составляет ± 0,44 %. Выявлено, что содержание флавоноидов в сырье мяты варьирует в интервале 1,50-2,07%.

**Ключевые слова:** *Mentha piperita*, мята перечная, флавоноиды, спектрофотометрия.

## METHODOLOGY FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF FLAVONOIDS IN PEPPERMINT

Research article

Kurdyukov Y.Y.<sup>1,\*</sup>, Karasyova Y.V.<sup>2</sup>, Semenova E.F.<sup>3</sup>, Neklyudova V.A.<sup>4</sup>, Tarasov M.S.<sup>5</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-9512-6770;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0002-7987-6886;<sup>1,2,4,5</sup> Penza State University, Penza, Russian Federation<sup>3</sup> V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

\* Corresponding author (e.e.kurdyukov[at]mail.ru)

**Abstract**

The aim of this work was a qualitative and quantitative study of flavonoid compounds of peppermint. Plant material was air-shadow dried. Dried peppermint (*Mentha piperita*, *Lamiaceae*) was used as an object of study. Four samples of mint raw materials of different origin were examined: №1 (Azure), №2 (Udaychanka), №3 (Zagrava), №4 (Bergamotnaya). Cultivated in the Penza region. The purpose of this work is to determine the content of the sum of flavonoids in peppermint by spectrophotometry. The quantitative estimation of the sum of flavonoids in peppermint by differential spectrophotometry was carried out. Thin layer chromatography (TLC) was used to confirm the presence of flavonoids in peppermint herb, R<sub>f</sub> adsorption zone (retention factor) of about 0.77 at the standard luteolin sample level and R<sub>f</sub> adsorption zone (retention factor) of about 0.64 at the standard sample (CO) cinaroside solution level were detected. The method of differential spectrophotometry confirmed the presence of flavonoids in peppermint extracts, identifying the analytical maximums of the studied compounds at 387±2 nm. The optimum conditions of flavonoid extraction from the plant raw material were determined (the extractant - 70 % ethyl alcohol; the ratio "raw material - extractant" - 1:50; extraction time - 60 minutes; crushing degree of raw material - 1.0 mm). It was found that the average error in determining the content of flavonoids in peppermint with a confidence probability of 95% is ± 0.44%. It was revealed that the content of flavonoids in peppermint raw material varies in the range of 1,50-2,07%.

**Keywords:** *Mentha piperita*, peppermint, flavonoids, spectrophotometry.**Введение**

В настоящее время происходит активное развитие фармацевтической промышленности. Разрабатываются новые конкурентоспособные импортозамещающие лекарственные препараты, в том числе растительного происхождения. Лекарственные растения содержат большое количество биологически активных соединений, так как эфирные масла,

флавоноиды, дубильные вещества, полисахариды и т.д., проявляют различные фармакологические эффекты, что определяет их применение в фармацевтической промышленности, медицине, косметологии [1], [2].

Структурное разнообразие флавоноидов определяют фармакологические эффекты. Как известно, флавоноиды проявляют антиоксидантное, ангиопротекторное, гепатопротекторное, желчегонное и другие свойства. За последнее несколько лет увеличилось число фармакопейных растений, содержащих флавоноиды [3], [4], [5]. Актуален поиск и исследование лекарственных растений, как перспективных источников флавоноидов. Мята - лекарственное растение, богатое эфирными маслами, помимо эфирных масел листья мяты содержат флавоноиды в количестве от 1,2 до 1,8%. В последнее время появились новые сорта мяты перечной, такие как мята Ажурная, Удайчанка, Заграва, Бергамотная, которые можно рассматривать не только как источник эфирного масла, но и как источник флавоноидов [6], [9], [10], [12].

В настоящее время для идентификации и количественного определения флавоноидов в лекарственных растениях используют спектрофотометрические методы [13], [14], [15]. Они быстры, удобны и не требуют сложного оборудования.

Целью исследования: качественное и количественное изучение флавоноидных соединений травы мяты перечной.

### Методы и принципы исследования

В качестве объекта исследования использовали 4 образца высушенной травы мяты перечной, выращенной в условиях Пензенской области.

Извлечение флавоноидов из травы мяты перечной проводили путем однократной экстракции спиртом этиловым различной концентрацией при нагревании на кипящей водяной бане в течение 60 мин. Регистрировали спектры на спектрофотометре СФ-101 в кювете с толщиной слоя 10 мм (растворитель спирт этиловый).

Присутствие, в водно-спиртовых извлечениях из сырья, флавоноидов доказывали методом тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии [1], [3], [19]. На линию старта хроматографической пластинки «Сорбфил-ПТСХ-АФ-Ф-УФ», предварительно активированной в сушильном шкафу при температуре 100-105°C, микропипеткой наносили 0,02 мкл водно-спиртового извлечения из травы мяты. В качестве веществ-свидетелей на ту же пластинку наносили спиртовой раствор СО гиперозида, спиртовой раствор рутина, спиртовой раствор СО цинарозида, спиртовой раствор СО лютеолина. Качественный анализ флавоноидов проводили тонкослойной хроматографией восходящим способом в системе хлороформ – этиловый спирт 70 % – вода (26:16:3).

В полученном извлечении оценивали содержание суммы флавоноидов, в работе использовали метод дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на цинарозид [1], [3], [13]. В колбу помещали около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья, использовалась колба со шлифом вместимостью 100 мл, далее в колбу прибавляли 50 мл спирта в некоторых концентрациях (40%, 70% и 95%) и взвешивали с погрешностью  $\pm 0,01$  г. Полученное в ходе опыта извлечение фильтровали через бумажный фильтр, по методике фильтр смачивали тем же спиртом, что использовали для экстрагирования, отбрасывая первые 10 мл фильтрата (раствор А). После фильтрования, через 30 минут после приготовления, измеряли оптическую плотность раствора. 1 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 3 мл алюминия хлорида 3% в спирте 95% и через 10 мин 2 капли разведенной кислоты уксусной. После реакции с алюминия хлоридом, объем полученного раствора доводили такой же концентрацией этилового спирта (40%, 70% 95%) до метки, перемешивали и оставляли на 10 минут (раствор Б). Для определения оптической плотности, полученный раствор Б помещали в кварцевые кюветы с толщиной слоя 10 мм и измеряли полученный раствор на спектрофотометре при длине волны 385 нм, в качестве раствора сравнения использовали раствор полученный в нашей методике. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A \times 50 \times 25 \times 100}{361 \times a \times 1 \times (100 - W)}$$

где: А – оптическая плотность раствора;

361 – удельный показатель поглощения цинарозида с алюминия хлоридом при длине волны 385 нм;

а – навеска сырья, г;

W – влажность сырья, %.

### Основные результаты

Для подтверждения присутствия флавоноидов в изучаемом сырье использовали ТСХ-анализ (тонкослойная хроматография). Полученные хроматограммы просматривали при дневном свете, в УФ-свете детектировали при  $\lambda=366$  нм и  $\lambda=254$  нм, а также обрабатывали щелочным раствором ДСК и фосфорно-молибденовой кислоты (рис.2) [1], [3].

Результаты исследования водно-спиртового извлечения методом ТСХ (тонкослойная хроматография) свидетельствуют о том, что доминирующим флавоноидом травы мяты является цинарозид. На хроматограмме видно, что в извлечении из травы мяты обнаруживается пятно  $R_f$  (фактор удерживания) около 0,77 на уровне стандартного образца (СО) лютеолина, а также пятно с  $R_f$  (фактор удерживания) около 0,64 на уровне раствора стандартного образца (СО) цинарозида (рис.1). Таким образом, рациональным подходом при проведении качественного анализа травы мяты и ее препаратов методом тонкослойной хроматографии является использование в качестве вещества-стандарта цинарозида с последующим расчетом значений  $R_f$ .

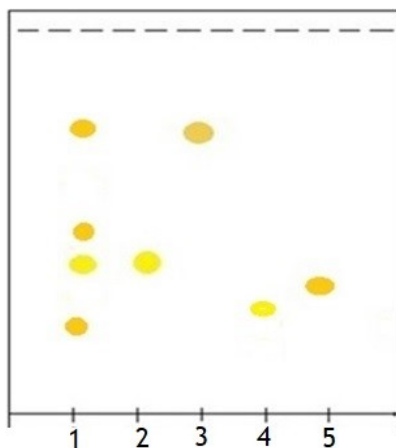


Рисунок 1 - Схема хроматограммы извлечения из травы мяты. Система хлороформ – этиловый спирт 70 % – вода (26:16:3):

1 – извлечение из травы мяты; 2- СО цинарозида; 3 - СО лютеолина; 4 - рутин; 5 - СО гиперозида

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68.1>

В результате количественного определения флавоноидов в траве мяты изучены УФ-спектры их комплексных соединений с хлоридом алюминия. Было установлено, что в присутствии алюминия хлорида, максимум поглощения комплексного соединения флавоноидов мяты находится в области  $385 \pm 2$  нм (рис. 3).

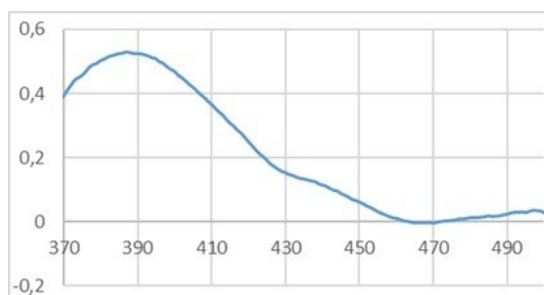


Рисунок 3 - УФ-спектр извлечения из мяты травы (1:1250) в присутствии  $AlCl_3$

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68.2>

Выбор оптимального экстрагента и параметров экстракции имеют непосредственное влияние на выход действующих веществ. При исследовании влияния, различных параметров экстракции на выход действующих веществ, нами были получены следующие результаты (таб. 1).

Таблица 1 - Влияние различных факторов на полноту извлечения флавоноидов

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68.3>

Экстрагент	Соотношение «сырье – экстрагент»	Степень измельченности, мм	Время экстракции, мин	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид
Влияние концентрации спирта				
Спирт 40%	1:50	2 мм	90 мин	$1,51 \pm 0,04$
Спирт 70%	1:50	2 мм	90 мин	$1,56 \pm 0,03$
Спирт 95%	1:50	2 мм	90 мин	$1,37 \pm 0,03$
Влияние соотношения «сырье – экстрагент»				
Спирт 70 %	1:25	2 мм	90 мин	$1,54 \pm 0,03$
Спирт 70 %	1:50	2 мм	90 мин	$1,56 \pm 0,04$
Спирт 70 %	1:100	2 мм	90 мин	$1,52 \pm 0,05$
Влияние степени измельченности				
Спирт 70 %	1:50	1 мм	90 мин	$1,60 \pm 0,03$
Спирт 70 %	1:50	2 мм	90 мин	$1,58 \pm 0,04$

Спирт 70 %	1:50	3 мм	90 мин	1,53 ± 0,02
Влияние времени экстрагирования				
Спирт 70%	1:50	1 мм	30 мин	1,48±0,06
Спирт 70 %	1:50	1 мм	60 мин	1,61 ± 0,03
Спирт 70 %	1:50	1 мм	90 мин	1,59 ± 0,05

С целью разработки проекта методики количественного определения суммы флавоноидов мы определили оптимальные условия экстракции при которых осуществляется наибольший выход действующих веществ:

- экстрагент – спирт этиловый 70%;
- соотношение «сырье – экстрагент» - 1:50;
- время экстракции – 60 минут;
- степень измельченности сырья – 1 мм.

В ходе проделанного исследования определили, что степень измельчения от 1 до 3 мм не оказывает влияния на выход веществ при экстрагировании. В качестве оптимальной нами выбрана степень измельчения 1 мм.

Следует отметить, что положение максимумов не меняется при использовании разных концентраций этанола и травы мяты различного происхождения. Таким образом, при реакции с хлоридом алюминия флавоноиды мяты образуют комплексное соединение с максимумом поглощения 385 нм.

В результате использования данной методики определения флавоноидов были проанализированы образцы мяты различного региона произрастания. Установлено, что содержание флавоноидов в траве мяты (по СО цинарозида) варьирует от 1,50 до 2,07 % (табл.2).

Таблица 2 - Содержание суммы фенилпропаноидов в траве мяты

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68.4>

№ п/п	Сорт мяты	Этанол, %	Содержание флавоноидов, % (по удельному показателю цинарозида при $\lambda=385$ нм)
1	Ажурная	70	1,61± 0,03
2	Удайчанка	70	1,27± 0,04
3	Заграва	70	1,50± 0,04
4	Бергамотная	70	2,07± 0,05

Результаты статистической обработки полученных результатов исследования показывают, что ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет не более ± 1,67 % при определении суммы флавоноидов методом дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на цинарозид (табл.3).

Таблица 3 - Метрологические характеристики методики количественного определения суммы флавоноидов в траве мяты

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.68.5>

ЛРС	N	F	X	S <sup>2</sup>	S	P, %	t (P, f)	$\Delta X$	E, %
Трава мяты (сорт Бергамотная)	5	4	2,07	0,00077	0,02774 9	95	2,776	±0,099	±1,67

### Заключение

Установлены оптимальные условия методики экстракции травы мяты:

- экстрагент – 70% спирт этиловый;
- соотношение «сырье и экстрагент» – 1:50;
- степень измельченности сырья – 1 мм;
- время экстракции – 60 мин.

Выявлено, что содержание флавоноидов в сырье мяты варьирует в интервале 1,50-2,07%. Полученные результаты позволяют поставить траву мяты, по содержанию флавоноидов, в один ряд с известными лекарственными растениями – источниками флавоноидов (Зверобой продырявленный, бессмертник песчаный, эрва шерстистая). Целесообразными являются дальнейшие исследования по изучению травы мяты.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Куркина А.В. Актуальные вопросы химической стандартизации лекарственных растений, содержащих флавоноиды. / А.В. Куркина // Фармация. – 2012. – № 7. – с. 44-48.
2. Иванов В.В. Полифенольные соединения горца (рейноутрии) сахалинского. / В.В. Иванов, О.Н. Денисенко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – с. 374-377.
3. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений / А.В. Куркина – Самара: Офорт, 2012. – 290 с.
4. Куркин В.А. Изучение флавоноидов и антидепрессантной активности листьев и жидкого экстракта боярышника полумягкого. / В.А. Куркин, Е.Н. Зайцева, Т.А. Морозова и др. // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – с. 105–112.
5. Лобанова А.А. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья. / А.А. Лобанова, В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – № 1. – с. 47–52.
6. Журтова З.Х. Мята перечная - лекарственное растение. / З.Х. Журтова // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука - агропромышленному комплексу»; – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – с. 144-145.
7. Чуркина Л.А. Фармакогностический анализ сырья семейства Губоцветные (мята перечная, Melissa лекарственная). / Л.А. Чуркина // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – № 5. – с. 906.
8. Жученко Е.В. Микроскопический анализ листьев современных сортов мяты. / Е.В. Жученко, Е.Ф. Семенова // Современные проблемы фармакогнозии : IV Межвузовская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 100-летию Самарского государственного медицинского университета. – Самара: Самарский государственный медицинский университет, 2019. – с. 112-118.
9. Жученко Е.В. Антимикробная активность эфирных масел современных сортов мяты. / Е.В. Жученко, Н.Н. Маркелова, Е.Ф. Семенова и др. // Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства; – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2019. – с. 284-292.
10. Икрами М.Б. Полифенольные соединения мяты. / М.Б. Икрами, Г.Н. Тураева // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2013. – № 1. – с. 5-8.
11. Икрами М.Б. Изучение УФ-спектров экстрактов мяты. / М.Б. Икрами, Г.Н. Тураева, К.К. Мирзорахимов // Достижения вузовской науки. – 2014. – № 13. – с. 137-140.
12. Жученко Е.В. Разработка фармацевтической субстанции «Мятное масло» антимикробного действия. / Е.В. Жученко, Е.Ф. Семенова, И.Я. Моисеева и др. // Актуальные проблемы медицинской науки и образования: сборник статей V Международной научной конференции. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2015. – с. 260.
13. Курдюков Е.Е. К вопросу стандартизации по содержанию флавоноидов листьев стевии как перспективного лекарственного растительного сырья. / Е.Е. Курдюков, А.В. Кузнецова, Е.Ф. Семенова и др. // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – с. 217–224. – DOI: 10.14258/jcprm.2019014067
14. Курдюков Е.Е. Методика количественного определения суммы флавоноидов в листьях моринги масличной (*Moringa oleifera*). / Е.Е. Курдюков, О.А. Водопьянова, И.Я. Моисеева и др. // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. – 2021. – № 4. – с. 380-382.
15. Гаврилова Н.А. Новая методика количественного определения флавоноидов в цветках липы. / Н.А. Гаврилова, М.С. Шурыгина, Е.Е. Курдюков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – № 2. – с. 5-13. – DOI: 10.21685/2307-9150-2020-2-1

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Kurkina A.V. Aktual'ny'e voprosy' ximicheskoy standartizacii lekarstvenny'x rastenij, soderzhashhix flavonoidy' [Topical issues of chemical standardization of medicinal plants containing flavonoids]. / A.V. Kurkina // Farmaciya [Pharmacy]. – 2012. – № 7. – p. 44-48. [in Russian]
2. Ivanov V.V. Polifenol'ny'e soedineniya gorca (reynoutrii) saxalinskogo [Polyphenolic compounds of the mountaineer (reynoutria) of Sakhalin]. / V.V. Ivanov, O.N. Denisenko // Fundamental'ny'e issledovaniya [Fundamental research]. – 2013. – № 10. – p. 374-377. [in Russian]
3. Kurkina A.V. Flavonoidy' farmakopejny'x rastenij [Flavonoids of pharmacopoeia plants] / A.V. Kurkina – Samara: Ofort, 2012. – 290 p. [in Russian]
4. Kurkin V.A. Izuchenie flavonoidov i antidepressantnoj aktivnosti list'ev i zhidkogo e'kstrakta boyaryshnika polumyagkogo [Study of flavonoids and antidepressant activity of leaves and liquid extract of semi-soft hawthorn]. / V.A. Kurkin, E.N. Zajceva, T.A. Morozova et al. // Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya [Chemistry of plant raw materials]. – 2018. – № 4. – p. 105–112. [in Russian]

5. Lobanova A.A. Issledovanie biologicheski aktivny'x flavonoidov v e'kstraktax iz rastitel'nogo sy'r'ya [Research of biologically active flavonoids in extracts from plant raw materials]. / A.A. Lobanova, V.V. Budaeva, G.V. Sakovich // *Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya* [Chemistry of plant raw materials]. – 2004. – № 1. – p. 47–52. [in Russian]
6. Zhurtova Z.Kh. Myata perechnaya - lekarstvennoe rastenie [Mentha piperita is a medicinal plant]. / Z.Kh. Zhurtova // *Scientific works of students of the Gorsky State Agrarian University "Student science - agro-industrial complex"*; – Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2020. – p. 144-145. [in Russian]
7. Churkina L.A. Farmakognosticheskiy analiz sy'r'ya semejstva Guboczvetny'e (myata perechnaya, melissa lekarstvennaya) [Pharmacognostic analysis of raw materials of the Lipocolor family (Mentha piperita, melissa officinalis)]. / L.A. Churkina // *Byulleten' medicinskix internet-konferencij* [Bulletin of medical Internet conferences]. – 2016. – № 5. – p. 906. [in Russian]
8. Zhuchenko Ye.V. Mikroskopicheskiy analiz listev sovremennikh sortov myati [Microscopic analysis of the leaves of modern mint varieties]. / Ye.V. Zhuchenko, Ye.F. Semenova // *Modern problems of pharmacognosy : IV Interuniversity scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of Samara State Medical University*. – Samara: Samara State Medical University, 2019. – p. 112-118. [in Russian]
9. Zhuchenko Ye.V. Antimikrobnaya aktivnost efirnykh masel sovremennikh sortov myati [Antimicrobial activity of essential oils of modern mint varieties]. / Ye.V. Zhuchenko, N.N. Markelova, Ye.F. Semenova et al. // *Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotekhnologicheskikh sredstv proizvodstva* [The role of metabolomics in the improvement of biotechnological means of production]. – M.: All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, 2019. – p. 284-292. [in Russian]
10. Ikrami M.B. Polifenol'ny'e soedineniya myaty' [Polyphenolic compounds of mint]. / M.B. Ikrami, G.N. Turaeva // *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta Tadzhikistana* [Bulletin of the Technological University of Tajikistan]. – 2013. – № 1. – p. 5-8. [in Russian]
11. Ikrami M.B. Izuchenie UF-spektrov e'kstraktov myaty' [Studying the UV spectra of mint extracts]. / M.B. Ikrami, G.N. Turaeva, K.K. Mirzoraximov // *Dostizheniya vuzovskoy nauki* [Achievements of university science]. – 2014. – № 13. – p. 137-140. [in Russian]
12. Zhuchenko Ye.V. Razrabotka farmatsevticheskoi substantsii "Myatnoe maslo" antimikrobnogo deistviya [Development of antimicrobial pharmaceutical substance "Mint oil"]. / Ye.V. Zhuchenko, Ye.F. Semenova, I.Ya. Moiseeva et al. // *Aktual'nye problemy medicinskoj nauki i obrazovaniya: sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [Actual problems of medical science and education: collection of articles of the V International Scientific Conference]. – Penza: Penza State University, 2015. – p. 260. [in Russian]
13. Kurdyukov E.E. K voprosu standartizatsii po sodержaniyu flavonoidov list'ev stevii kak perspektivnogo lekarstvennogo rastitel'nogo sy'r'ya [On the issue of standardization on the content of flavonoids of stevia leaves as a promising medicinal plant raw material]. / E.E. Kurdyukov, A.V. Kuznecova, E.F. Semenova et al. // *Ximiya rastitel'nogo sy'r'ya* [Chemistry of plant raw materials]. – 2019. – № 1. – p. 217–224. – DOI: 10.14258/jcprm.2019014067 [in Russian]
14. Kurdyukov E.E. Metodika kolichestvennogo opredeleniya summy' flavonoidov v list'yax moringi maslichnoj (Moringa oleifera) [Method of quantitative determination of the amount of flavonoids in the leaves of Moringa oleifera (Moringa oleifera)]. / E.E. Kurdyukov, O.A. Vodop'yanova, I.Ya. Moiseeva et al. // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Ximiya* [Bulletin of the Moscow University. Series 2: Chemistry]. – 2021. – № 4. – p. 380-382. [in Russian]
15. Gavrilova N.A. Novaya metodika kolichestvennogo opredeleniya flavonoidov v cvetkax lipy' [A new technique for the quantitative determination of flavonoids in linden flowers]. / N.A. Gavrilova, M.S. Shury'gina, E.E. Kurdyukov // *Izvestiya vy'sshix uchebny'x zavedenij. Povolzhskij region. Estestvenny'e nauki* [News of higher educational institutions. Volga region. Natural sciences]. – 2020. – № 2. – p. 5-13. – DOI: 10.21685/2307-9150-2020-2-1 [in Russian]