

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105>ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПОБЕГОВ И ЛИСТЬЕВ
СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ

Научная статья

Яборова О.В.^{1,*}, Белоногова В.Д.², Алексеева И.В.³, Соснина С.А.⁴¹ ORCID : 0000-0002-9995-2989;² ORCID : 0000-0001-5193-3976;³ ORCID : 0000-0003-4357-5974;⁴ ORCID : 0000-0002-3277-4401;^{1,2,3,4} Пермская государственная фармацевтическая академия, Пермь, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (olyayaborova[at]mail.ru)

Аннотация

Интерес к растительным препаратам возрастает в связи с низкой токсичностью, низкой частотой побочных эффектов, доступностью, возможностью длительного применения, мягкостью фармакологического действия. Среди лекарственных растений смородина черная (*Ribes nigrum L.*) занимает одно из лидирующих мест по содержанию биологически активных веществ и отличается легкодоступностью, неприхотливостью к условиям произрастания, урожайностью и широкой сырьевой базой. В статье приведены результаты исследования флавоноидов, а также антиоксидантной активности перспективных видов сырья смородины черной побегов и листьев, экстракта листьев и побегов смородины сухого. Методом ТСХ в смородине черной листьях и побегах были идентифицированы флавоноиды: рутин, кемпферол, мирицетин, кверцетин. Методом дифференциальной спектрофотометрии установлено, что содержание флавоноидов в листьях и побегах смородины черной культивируемой больше, чем в сырье дикорастущих видов. Содержание флавоноидов в сырье: побеги смородины черной культивируемой составило от 1,98% до 2,38%, в листьях – от 1,56% до 1,97%. В сырье смородины черной дикорастущей содержание флавоноидов в побегах составило от 1,83% до 2,28%, в листьях – от 1,51% до 2,64%. Установлено, что период заготовки не влияет на накопление флавоноидов, как у смородины черной дикорастущей, так и культивируемой по изучаемым периодам соответственно. Проведенные исследования реакции сырья и экстракта смородины со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH) показали высокую антиоксидантную активность настоев побегов смородины черной и умеренную антиоксидантную активность экстракта сухого.

Ключевые слова: флавоноиды, антиоксидантная активность, смородины черной побеги, смородины черной листья, смородины листьев и побегов экстракт сухой.

A STUDY OF FLAVONOIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BLACKCURRANT SPROUTS AND LEAVES

Research article

Yaborova O.V.^{1,*}, Belonogova V.D.², Alekseeva I.V.³, Sosnina S.A.⁴¹ ORCID : 0000-0002-9995-2989;² ORCID : 0000-0001-5193-3976;³ ORCID : 0000-0003-4357-5974;⁴ ORCID : 0000-0002-3277-4401;^{1,2,3,4} Perm state pharmaceutical Academy, Perm, Russian Federation

* Corresponding author (olyayaborova[at]mail.ru)

Abstract

Interest in herbal drugs is increasing due to low toxicity, low incidence of side effects, availability, possibility of long-term use, mild pharmacological action. Among medicinal plants, blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) occupies one of the leading places in the content of biologically active substances and is characterized by easy availability, unpretentiousness to growing conditions, yield and a wide raw material base. The article presents the results of the study of flavonoids, as well as antioxidant activity of promising raw materials of black currant shoots and leaves, extract of leaves and shoots of currant dry. Flavonoids: rutin, kaempferol, myricetin, quercetin were identified in black currant leaves and shoots by TLC method. By the method of differential spectrophotometry, it was established that the content of flavonoids in leaves and shoots of cultivated black currant is higher than in raw materials of wild species. The content of flavonoids in raw materials: shoots of black currant cultivated was from 1.98% to 2.38%, in leaves – from 1.56% to 1.97%. In the raw material of black currant wild-growing the content of flavonoids in the shoots was from 1.83% to 2.28%, in the leaves - from 1.51% to 2.64%. It was found that the period of harvesting does not affect the accumulation of flavonoids, both in wild and cultivated blackcurrants, according to the studied periods, respectively. Studies of the reaction of raw materials and currant extract with the stable free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) showed high antioxidant activity of black currant sprouts infusions and moderate antioxidant activity of dry extract.

Keywords: flavonoids, antioxidant activity, blackcurrant shoots, blackcurrant leaves, currant leaves and sprouts dry extract.

Введение

Среди лекарственных растений смородина черная (*Ribes nigrum L.*) занимает одно из лидирующих мест по содержанию биологически активных веществ и отличается легкодоступностью, неприхотливостью к условиям произрастания, урожайностью и широко представленной сырьевой базой. Смородина применяется как в научной, так и в народной медицине в качестве противовоспалительного, общетонизирующего, мочегонного, потогонного и противоопухолевого средства. Как дикорастущее растение смородина черная распространена в Европейской части России, на Урале, в Западной и Восточной Сибири. В культуру введена, как ягодное растение, еще в средние века. В настоящее время она широко культивируется в нашей стране, это одна из самых распространенных ягодных культур как в промышленных садах, так на приусадебных участках [1]. Плоды смородины используются в научной медицине в качестве витаминного средства. По литературным данным листья черной смородины содержат большое количество биологически активных веществ: флавоноиды, эфирные масла, полисахариды, дубильные вещества, микро- и макроэлементы [2], [3], [4], [6], [7], благодаря чему представляют интерес в качестве растительного сырья, обладающего выраженными фармакологическими свойствами. Побеги смородины черной, как легкодоступное к заготовке сырье, представляют интерес для изучения с целью установления возможности их применения в научной медицине, поэтому на кафедре фармакогнозии ФГБОУ ВО «ПГФА» Минздрава России ведутся исследования побегов и листьев смородины черной.

Цель работы – сравнительное изучение флавоноидов побегов и листьев смородины черной дикорастущей и культивируемой и определение антиоксидантной активности сырья побеги смородины черной «*Ribes nigrum L.*» и экстракта сухого.

Объекты и методы

Объектами исследования служили листья и побеги смородины черной дикорастущей и культивируемой. Сырье было заготовлено в два срока:

- 1) период цветения (июнь – июль) 2022г;
- 2) после плодоношения (август – сентябрь) 2022г.

Сырье высушено воздушно-теневым способом. Всего было проанализировано 40 образцов, данные о них представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Образцы исследуемого сырья

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.1>

№ образца	Место заготовки	Период	№ образца	Место заготовки	Период
Смородина черная дикорастущая - листья			Смородина черная дикорастущая - побеги		
1	Свердловская обл., г. Староуткинск, подлесок	1	11	Свердловская обл., г. Староуткинск, подлесок	1
1a	Свердловская обл., г. Староуткинск, подлесок	2	11a	Свердловская обл., г. Староуткинск, подлесок	2
2	Пермский край, г. Кунгур, подлесок	1	12	Пермский край, г. Кунгур, подлесок	1
2a	Пермский край, г. Кунгур, подлесок	2	12a	Пермский край, г. Кунгур, подлесок	2
3	Башкирия, г. Стерлитамак, подлесок	1	13	Башкирия, г. Стерлитамак, подлесок	1
3a	Башкирия, г. Стерлитамак, подлесок	2	13a	Башкирия, г. Стерлитамак, подлесок	2
4	Челябинская обл., г. Миасс, подлесок	1	14	Челябинская обл., г. Миасс, подлесок	1
4a	Челябинская обл., г. Миасс, подлесок	2	14a	Челябинская обл., г. Миасс, подлесок	2
5	Башкирия, с. Бакалы, подлесок	1	15	Башкирия, с. Бакалы, подлесок	1
5a	-	2	15a	-	2
Смородина черная культивируемая – листья			Смородина черная культивируемая - побеги		
6	Свердловская обл., г. Староуткинск, садовый кооператив	1	16	Свердловская обл., г. Староуткинск, садовый кооператив	1
6a	Свердловская обл., г. Староуткинск, садовый кооператив	2	16a	Свердловская обл., г. Староуткинск, садовый кооператив	2

7	Пермский край, г. Кунгур, садовый кооператив	1	17	Пермский край, г. Кунгур, садовый кооператив	1
7a		2	17a		2
8	Башкирия, г. Стерлитамак садовый кооператив	1	18	Башкирия, г. Стерлитамак садовый кооператив	1
8a		2	18a		2
9	Челябинская обл., г. Миасс, садовый кооператив	1	19	Челябинская обл., г. Миасс, садовый кооператив	1
9a		2	19a		2
10	Башкирия, с. Бакалы садовый кооператив	1	20	Башкирия, с. Бакалы садовый кооператив	1
10a		2	20a		2

Также объектом исследования служил экстракт листьев и побегов смородины черной – сухой порошок от желтовато-коричневого до бронзового цвета со специфическим запахом, горьковатым, слегка вяжущим вкусом (срок годности – 2 года, ОАО «Биохиммаш» г. Москва).

С целью обнаружения флавоноидов в растительном материале был использован метод ТСХ [8].

На пластинку «Сорбфил» наносили по 0,01 мл растворы стандартных образцов – СО кверцетина, СО мирицетина, СО кемпферола, СО рутина и исследуемые извлечения смородины черной побегов и листьев. Затем пластинку помещали в камеру со смесью системы растворителей н-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:2), и хроматографировали восходящим способом. После прохождения растворителя до линии фронта, пластинку вынимали из камеры, сушили на воздухе в течение 10 мин, обрабатывали 2% спиртовым раствором алюминия хлорида и прогревали в сушильном шкафу при температуре 100-105°C в течение 5 мин. На хроматограмме испытуемых растворов должны появиться пятна желтого цвета.

Количественное определение флавоноидов в листьях и побегах смородины черной дикорастущей и культивируемой проводили методом дифференциальной спектрофотометрии по методике, описанной Поповой Т.С. [8], модифицированной и валидируемой нами для побегов смородины черной.

Для получения извлечения (раствор А) применяли двух кратную экстракцию по 45 и 15 минут точной навески сырья листьев / побегов смородины 2,0 г, измельченных до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 3 мм в колбе вместимостью 250 мл. В качестве экстрагента использовали этиловый спирт 70%. 2 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, добавляли 5 мл 2% спиртового раствора алюминия хлорида, 0,1 мл раствора уксусной кислоты и объем раствора в колбе доводили спиртом этиловым 95% до метки. Через 30 мин измеряли оптическую плотность раствора с помощью спектрофотометра при длине волны 409 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствором сравнения служил раствор, состоящий из 2 мл раствора А, 0,1 мл раствора уксусной кислоты, доведенного 95% этанолом до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл. Параллельно в тех же условиях измеряли оптическую плотность раствора, содержащего 1 мл раствора СО рутина, 5 мл 2 % спиртового раствора алюминия хлорида, 0,1 мл раствора уксусной кислоты, доведенного спиртом этиловым 95 % до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A \times a_0 \times 1 \times 100 \times 25 \times 100 \times 100}{A_0 \times 100 \times 25 \times a \times 2 \times (100 - W)} = \frac{A \times a_0 \times 5000}{A_0 \times a \times (100 - W)},$$

где: А– оптическая плотность испытуемого раствора;

A_0 – оптическая плотность СО рутина;

a_0 – масса рутина для приготовления СО;

a – навеска сырья, граммы;

W – потеря в массе при высушивании, проценты.

Для определения антиоксидантной активности использовали реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH) (Sigma-Aldrich, США, CAS номер: 1898-66-4).

К 1 мл разведения настоя листьев или побегов смородины черной культивируемой, разведения смородины листьев и побегов экстракта сухого добавляли 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл. В качестве контрольного образца измеряли оптическую плотность 3 мл раствора DPPH в 95% спирте этиловом с концентрацией 5 мг/100 мл и 1 мл воды очищенной. Измерение проводили на спектрофотометре марки СФ-2000 при длине волны 517 нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм. Далее вычисляли антиоксидантную активность, поглощение радикала по формуле:

$$\% \text{ связывания радикала DPPH} = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100, \text{ где}$$

A_0 – оптическая плотность контрольного образца при 517 нм;

A_x – оптическая плотность исследуемого образца при 517 нм.

Затем определяли величину IC_{50} – концентрацию вещества, способную связать половинную концентрацию радикала DPPH, мкг/мл. Величина IC_{50} определяется по кривой, получаемой при построении графиков ингибирования в процентах от концентрации вещества [9].

Основные результаты и их обсуждение

Хроматографический анализ водно-спиртовых извлечений из сырья: «листья», «побеги» проводили методом ТСХ. В анализе использовали систему растворителей – бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2). В качестве сорбента использовали пластинки «Сорбфил». Раствор для детектирования – 2% спиртовой раствор алюминия хлорида.

В ходе анализа в смородине черной листьях и побегах, нами были идентифицированы флавоноиды: рутин - R_f 0,55, кемпферол – R_f 0,57, мирицетин R_f 0,64, кверцетин – R_f 0,74. Пятно с R_f 0,37 нами не было идентифицировано.

Количественное определение флавоноидов в листьях и побегах смородины черной дикорастущей и культивируемой проводили методом дифференциальной спектрофотометрии. Были проанализированы все образцы в трехкратной повторности. Результаты эксперимента обработаны статистически, различия считали достоверными при $p < 0,05$ [10]. Полученные данные представлены на рисунках 1, 2, 3, 4.

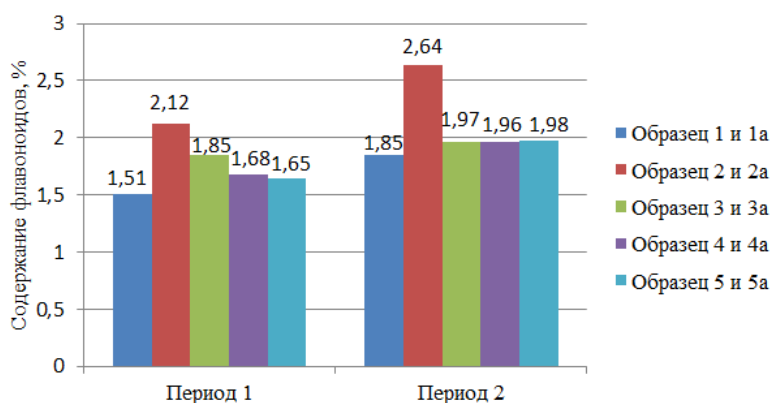


Рисунок 1 - Содержание флавоноидов в листьях смородины черной дикорастущей

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.2>

Полученные данные показали, что содержание флавоноидов в листьях смородины черной дикорастущей находится в пределах от $1,51 \pm 0,55$ % до $2,12 \pm 0,22$ %, и от $1,85 \pm 0,24$ % до $2,64 \pm 0,35$ %, заготовленных в период цветения и после плодоношения соответственно и практически не изменяется ко второму периоду заготовки во всех исследуемых образцах.

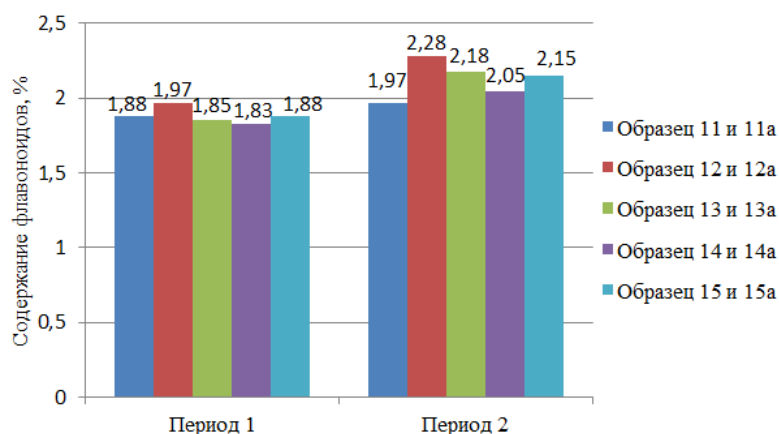


Рисунок 2 - Содержание флавоноидов в побегах смородины черной дикорастущей

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.3>

Содержание флавоноидов в побегах смородины черной дикорастущей находится в пределах от $1,83 \pm 0,54$ % до $1,97 \pm 0,43$ %, и от $1,97 \pm 0,44$ % до $2,28 \pm 0,35$ %, заготовленных в период цветения и после плодоношения соответственно и практически не изменяется ко второму периоду заготовки во всех исследуемых образцах.

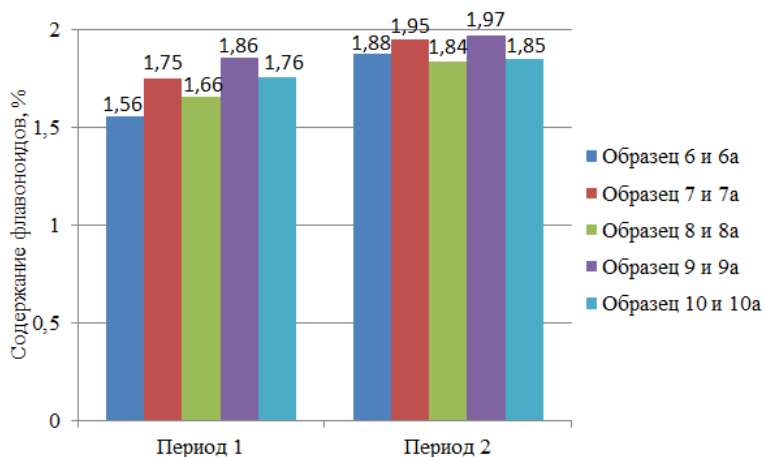


Рисунок 3 - Содержание флавоноидов в листьях смородины черной культивируемой
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.4>

Содержание флавоноидов в листьях смородины черной культивируемой находится в пределах от $1,56 \pm 0,65$ % до $1,86 \pm 0,65$ %, и от $1,84 \pm 0,43$ % до $1,97 \pm 0,85$ %, заготовленных в период цветения и после плодоношения соответственно и практически не изменяется ко второму периоду заготовки во всех исследуемых образцах.

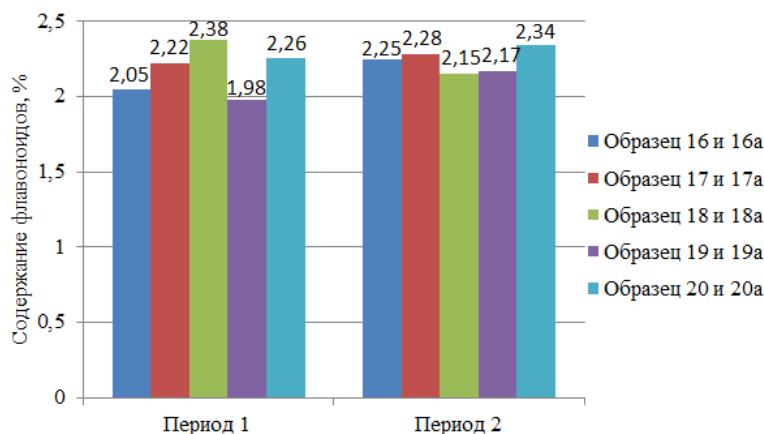


Рисунок 4 - Содержание флавоноидов в побегах смородины черной культивируемой
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.5>

Содержание флавоноидов в побегах смородины черной культивируемой находится в пределах от $1,98 \pm 0,75$ % до $2,38 \pm 0,64$ %, и от $2,15 \pm 0,48$ до $2,28 \pm 0,35$ %, заготовленных в период цветения и после плодоношения соответственно и не изменяется ко второму периоду заготовки во всех исследуемых образцах.

Для определения *антиоксидантной активности* применяли реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. В качестве препаратов сравнения использовали стандартные образцы – СО рутина и СО гиперозида, поскольку они являются общепризнанными антиоксидантами. Также в качестве препарата сравнения использовали водное извлечение плодов шиповника – отвар, поскольку оно богато природными антиоксидантами. Определяли величину IC_{50} – концентрация вещества, способная связать половинную концентрацию радикала DPPH, определяемая по кривой ингибирования, получаемой при построении графиков ингибирования в процентах от концентрации вещества. В качестве вещества сравнения использовали аскорбиновую кислоту и отвар плодов шиповника, поскольку шиповник является витаминным сырьем и накапливает аскорбиновую кислоту и другие антиоксиданты. Результаты определения антиоксидантной активности представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Антиоксидантная активность побегов и экстракта листьев и побегов смородины черной сухого

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.105.6>

Образец	Антиоксидантная активность, IC_{50} мкг/мл
Настой побегов смородины черной дикорастущей	20,15
Настой побегов смородины черной культивируемой	18,84

СО рутина	12,63
СО гиперозида	10,6
Отвар плодов шиповника	81,32
Листьев и побегов смородины экстракт сухой	50,12

В результате исследования установлено, что настои побегов смородины черной дикорастущей и культивируемой обладают выраженной антиоксидантной активностью. Величина IC_{50} для настоя побегов смородины черной дикорастущей и культивируемой оказалась близкой – 20,15 и 18,84 к значениям СО флавоноидов (СО рутина – 12,63 и СО гиперозида – 10,6). Величина IC_{50} для экстракта листьев и побегов смородины сухого составила 50,12 и оказалась большей по значению, чем у отвара плодов шиповника. Таким образом, проведенные исследования показали высокую антиоксидантную активность настоев побегов смородины черной дикорастущей и культивируемой и умеренную антиоксидантную активность экстракта сухого.

Заклучение

В ходе эксперимента установлено, что содержание флавоноидов в листьях и побегах смородины черной культивируемой больше, чем в сырье дикорастущих видов. Наблюдали небольшое увеличение абсолютных значений содержания флавоноидов ко второму сроку заготовки. Корреляционный анализ показал, что период заготовки не влияет на их накопление, как у смородины черной дикорастущей, так и культивируемой по изучаемым периодам соответственно. Также нами впервые изучена антиоксидантная активность сырья – смородины черной побегов (*Ribes nigri cormus*). Доказано, что настои побегов смородины черной дикорастущей и культивируемой обладают выраженной антиоксидантной активностью, близкой по значению к СО рутина и гиперозида. Экстракт листьев и побегов смородины черной сухой обладает умеренной антиоксидантной активностью, большей по значению, чем у отвара плодов шиповника.

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. Чеботок Е.М. Результаты сортоизучения смородины черной на Среднем Урале / Е.М. Чеботок // Селекция и сорторазведение садовых культур. — 2018. — Т.5. — №.1. — С. 147-150.
2. Петрова С.Н. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes nigrum* L.(Обзор) / С.Н. Петрова, А.А. Кузнецова // Химия растительного сырья. — 2014. — №4. — С. 43-50.
3. Karjalainen R.A. Review on bioactive compounds in black currants (*Ribes Nigrum* L.) and their potential health-promoting properties / R.A. Karjalainen, M. Anttonen, N. Saviranta [et al.] // I International Symposium on Biotechnology of Fruit Species: Biotechfruit. — 2009. — Vol.839. — P. 301-307.
4. Михайлова И.В. Смородина черная как перспективный источник полифенольных антиоксидантов / И.В. Михайлова, Ю.В. Филиппова, Н.А. Кузьмичева [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 7(109). — С. 28-32.
5. Петрова С.Н. Получение и свойства густых экстрактов листьев черной смородины / С.Н. Петрова, А.Д. Кантан, Ю.В. Яргунова // Химия растительного сырья. — 2018. — №2. — С. 168-174.
6. Петрова С.Н. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes nigrum* (обзор) / С.Н. Петрова, А.А. Кузнецова // Химия растительного сырья. — 2014. — № 4. — С. 43-50.
7. Аджахметова С.Л. Изучение суммарного содержания антиоксидантов, полисахаридов, элементного состава и аминокислот растительного сырья смородины черной / С.Л. Аджахметова, Н.М. Червонная, Д.И. Поздняков [и др.] // Химия растительного сырья. — 2021. — № 3. — С. 265-274.
8. Попова Т.С. Флавоноиды листьев и почек черной смородины / Т.С. Попова, О.Г. Потанина // Фармация. — 2011. — № 6 — С. 19-21.
9. Гуляев Д.К. Состав и антиоксидантная активность экстракта корней ели обыкновенной / Д.К. Гуляев, В.Д. Белоногова, Д.О. Боков [и др.] // Химия растительного сырья. — 2020. — №4. — С. 195-202.
10. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. — М., Практика, 1998. — 459 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Chebotok E.M. Rezul'taty sortoizuchenija smorodiny chernoj na Srednem Urale [The results of the variety study of black currant in the Middle Urals] / E.M. Chebotok // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur [Breeding and variety breeding of garden crops]. — 2018. — Vol. 5. — №.1. — P. 147-150. [in Russian]

2. Petrova S.N. Sostav plodov i list'ev smorodiny chernoj Ribes nigrum L.(Obzor) [Composition of fruits and leaves of black currant Ribes nigrum L.(Review)] / S.N. Petrova, A.A. Kuznecova // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2014. — №4. — P. 43-50. [in Russian]
3. Karjalainen R.A. Review on bioactive compounds in black currants (Ribes Nigrum L.) and their potential health-promoting properties / R.A. Karjalainen, M. Anttonen, N. Saviranta [et al.] // I International Symposium on Biotechnology of Fruit Species: Biotechfruit. — 2009. — Vol.839. — P. 301-307.
4. Mihajlova I.V. Smorodina chernaja kak perspektivnyj istochnik polifenol'nyh antioksidantov [Black currant as a promising source of polyphenolic antioxidants] / I.V. Mihajlova, Ju.V. Filippova, N.A. Kuz'micheva [et al.] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific Research Journal]. — 2021. — № 7(109). — P. 28-32. [in Russian]
5. Petrova S.N. Poluchenie i svoystva gustyh jekstraktov list'ev chernoj smorodiny [Obtaining and properties of thick extracts of black currant leaves] / S.N. Petrova, A.D. Kantan, Ju.V. Jargunova // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2018. — №2. — P. 168-174. [in Russian]
6. Petrova S.N. Sostav plodov i list'ev smorodiny chernoj Ribes nigrum (obzor) [Composition of fruits and leaves of black currant Ribes nigrum (review)] / S.N. Petrova, A.A. Kuznecova // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2014. — № 4. — P. 43-50. [in Russian]
7. Adzhiahmetova S.L. Izuchenie summarnogo sodержaniya antioksidantov, polisaharidov, jelementnogo sostava i aminokislot rastitel'nogo syr'ja smorodiny chernoj [Study of the total content of antioxidants, polysaccharides, elemental composition and amino acids of vegetable raw materials of black currant] / S.L. Adzhiahmetova, N.M. Chervonnaja, D.I. Pozdnjakov [et al.] // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2021. — № 3. — P. 265-274. [in Russian]
8. Popova T.S. Flavonoidy list'ev i pochek chernoj smorodiny [Flavonoids of leaves and buds of black currant] / T.S. Popova, O.G. Potanina // Farmacija [Pharmacy]. — 2011. — № 6 — P. 19-21. [in Russian]
9. Guljaev D.K. Sostav i antioksidantnaja aktivnost' jekstrakta kornej eli obyknovnojj [Composition and antioxidant activity of the extract of the roots of the common spruce] / D.K. Guljaev, V.D. Belonogova, D.O. Bokov [et al.] // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2020. — №4. — P. 195-202. [in Russian]
10. Glanc S. Mediko-biologicheskaja statistika [Biomedical statistics] / S. Glanc. — M., Praktika, 1998. — 459 p. [in Russian]