

**ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ФАРМАКОГНОЗИЯ/PHARMACEUTICAL CHEMISTRY,  
PHARMACOGNOSY**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40> EDN: NQWLAW**ИЗУЧЕНИЕ КИСЛОТЫ АСКОРБИНОВОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПОБЕГОВ И  
ЛИСТЬЕВ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ (*ARONIA MELANOCARPA L.*)**

Научная статья

**Яборова О.В.<sup>1,\*</sup>, Белоногова В.Д.<sup>2</sup>, Алексеева И.В.<sup>3</sup>, Каликина И.Ю.<sup>4</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-9995-2989;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-5193-3976;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0003-4357-5974;<sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-4495-0118;<sup>1,2,3,4</sup>Пермская государственная фармацевтическая академия, Пермь, Российская Федерация

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

**Аннотация**

Проведена сравнительная оценка наличия и количественного определения кислоты аскорбиновой в побегах и листьях аронии черноплодной. Проанализировано 20 образцов сырья, заготовленных в период цветения и после плодоношения. Идентификацию аскорбиновой кислоты в сырье проводили методом ТСХ. Наблюдала характерную зону белого цвета на розовом фоне. Определение содержания кислоты аскорбиновой проводили методом ВЭЖХ. Установили, что содержание кислоты аскорбиновой в побегах и листьях аронии черноплодной, заготовленных в разные периоды, практически не изменяется во всех исследуемых образцах. Определение антиоксидантной активности сырья проводили спектрофотометрическим методом с использованием реактива DPPH. В качестве препаратов сравнения использовали стандартные образцы рутина и гиперозида. В результате отмечено, что настой и отвар побегов аронии черноплодной проявляют антиоксидантную активность и по величине IC<sub>50</sub> соответствуют значениям известных антиоксидантов рутина и гиперозида.

**Ключевые слова:** кислота аскорбиновая, аронии черноплодной листья, аронии черноплодной побеги, антиоксидантная активность.

**STUDY OF ASCORBIC ACID AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF CORMUS AND FOLIA OF ARONIA  
MELANOCARPA L.**

Research article

**Yaborova O.V.<sup>1,\*</sup>, Belonogova V.D.<sup>2</sup>, Alekseeva I.V.<sup>3</sup>, Kalikina I.Y.<sup>4</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-9995-2989;<sup>2</sup>ORCID : 0000-0001-5193-3976;<sup>3</sup>ORCID : 0000-0003-4357-5974;<sup>4</sup>ORCID : 0000-0002-4495-0118;<sup>1,2,3,4</sup>Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, Russian Federation

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

**Abstract**

A comparative assessment of the presence and quantitative determination of ascorbic acid was carried out in the cormus and folia of *Aronia melanocarpa*. The 20 samples of raw materials, which were harvested during the flowering period and after fruiting, were analyzed. Identification of ascorbic acid in raw materials was carried out by TLC. We observed a white zone on a pink background. Determination of ascorbic acid content was carried out by using HPLC. It was found that the content of ascorbic acid in the cormus and folia of *Aronia melanocarpa*, which were harvested at different periods, does not change in all samples. The determination of the antioxidant activity of the raw materials was carried out by a spectrophotometric method with using DPPH. Standard samples of rutin and hyperoside were used as comparison drugs. As a result, the infusion and decoction of *Aroniae melanocarpaceae* cormus exhibit antioxidant activity and the IC<sub>50</sub> value corresponds to the values of known antioxidants such as rutin and hyperoside.

**Keywords:** ascorbic acid, *Aroniae melanocarpaceae* folia, *Aroniae melanocarpaceae* cormus, antioxidant activity.

**Введение**

Интерес к препаратам, содержащим кислоту аскорбиновую, возрастает в связи с ее уникальными свойствами. Кислота аскорбиновая является компонентом эндогенной антиоксидантной системы организма человека и участвует в регуляции окислительных процессов [1], [2]. Антиоксидантная активность кислоты аскорбиновой облегчает течение инфекционных заболеваний, нейтрализуя свободные радикалы и регулируя окислительно-восстановительные процессы. Кислота аскорбиновая активизирует процессы фагоцитоза, а также синтез антител, интерферона и С3-компонента комплемента [3]. Вещество принимает активное участие в регуляции иммунологических реакций и повышении устойчивости организма человека к инфекционным заболеваниям.

*Aronia melanocarpa* L. (арония черноплодная, рябина черноплодная) является перспективным лекарственным растением за счет высокого содержания полезных биологически активных веществ в составе [4]. Свежие плоды

аронии активно используются в официальной медицине и включены Государственную фармакопею (ГФ) XV издания [5]. В связи с тем, что растение активно культивируется, сырьевая база аронии черноплодной на территории Российской Федерации может обеспечивать заготовку не только плодов, а также других частей растения, в частности, побегов и листьев. При успешных исследованиях качественного и количественного состава побегов и листьев *Aronia melanocarpa* L. и положительных результатах исследований активности данные виды сырья аронии в перспективе могут быть использованы в медицинской и терапевтической практике и впоследствии внедрены в производство лекарственных растительных препаратов (ЛРП) в промышленных масштабах [6]. Таким образом, актуальной задачей является изучение побегов и листьев аронии черноплодной, как нового перспективного источника растительных биологически активных веществ (БАВ) [7].

Целью настоящей работы была сравнительная оценка наличия и количественное определение кислоты аскорбиновой в побегах и листьях аронии черноплодной, а также определение антиоксидантной активности сырья.

#### Объекты и методы

Объектами исследования служили 20 образцов сырья — побеги и листья аронии черноплодной, заготовленные в соответствии с требованиями инструкции по сбору и сушке сырья, а именно — в период цветения (период 1) и после плодоношения (период 2). Сбор сырья проводился в 2023 году. Данные о местах заготовки сырья представлены в таблице 1. Сырье обрабатывали и сушили воздушно-теневым способом.

Таблица 1 - Места заготовки листьев и побегов аронии черноплодной

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40.1>

№ образца	Место заготовки	Период	№ образца	Место заготовки	Период
листья			побеги		
1	Кировская обл., п. Лянгасово, садовый участок	1	6	Кировская обл., п. Лянгасово, садовый участок	1
1a		2	6a		2
2	Удмуртия, с. Факел, садовый участок	1	7	Удмуртия, с. Факел, садовый участок	1
2a		2	7a		2
3	Башкирия, г. Учалы, садовый участок	1	8	Башкирия, г. Учалы, садовый участок	1
3a		2	8a		2
4	Свердловская обл., г. Качканар, садовый участок	1	9	Свердловская обл., г. Качканар, садовый участок	1
4a		2	9a		2
5	Челябинская обл., г. Кыштым, садовый участок	1	10	Челябинская обл., г. Кыштым, садовый участок	1
5a		2	10a		2

Наличие кислоты аскорбиновой доказали методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) по ФС.2.5.0106.18 ГФ РФ XV в системе растворителей этилацетат — уксусная кислота ледяная (80:20) на сорбирующей пластинке «Сорбфил». Для идентификации кислоты аскорбиновой использовали детектор 0,044% раствор 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия [5].

Количественное определение проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) согласно ОФС.1.2.1.2.0005 [8] по методике ФС.2.5.0106 «Шиповника плоды» ГФ XV [5]. Определение проводили на хроматографе «Миллихром А-02», результаты анализа обрабатывали в программе «Альфа Хром 1.0» на персональных компьютерах с системой Windows 2007. Условия анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Условия хроматографирования

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40.2>

Колонка	Колонка с обращенно-фазовым сорбентом «Pronto Sil- 120-5-C18 AQ» №0001 (2 мм × 75 мм × 5 мкм)
Детектор	Спектрофотометрический

Колонка	Колонка с обращенно-фазовым сорбентом «Pronto Sil- 120-5-C18 AQ» №0001 (2 мм × 75 мм × 5 мкм)
Длина волны	244 нм
Скорость потока	1,0 мл/мин;
Температура термостата	4 °С
Элюент А	База данных «БД-2003»: система 4.0M LiClO <sub>4</sub> – 0.1V HClO <sub>4</sub>
Элюент Б	Ацетонитрил (сорт 0)
Полное время цикла	12 минут

Определение антиоксидантной активности проводили спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-2000 при длине волны 517 нм [9]. Для определения использовали настой и отвар побегов аронии черноплодной, приготовленные согласно ОФС 1.4.1.0018 ГФ РФ XV [5]. Для исследования готовили водные разведения с концентрациями (40, 80, 120, 160 и 200 мкл в мерной колбе на 100 мл). Оценку антиоксидантной активности сырья проводили по реакции со свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (DPPH) (Sigma-Aldrich, США, CAS номер: 1898-66-4). В качестве препаратов сравнения использовали стандартные образцы (СО) рутин, гиперозида. К 1 мл разведения извлечений побегов аронии черноплодной 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. Результаты оценивали в трехкратной повторности в пересчете на сухой остаток.

Значение антиоксидантной активности (поглощение радикала) вычисляли по формуле: % связывания радикала DPPH =  $\frac{A_0 - A_x}{A_0} \times 100$ , где  $A_0$  — оптическая плотность контрольного образца;  $A_x$  — оптическая плотность исследуемого образца. Затем определяли величину  $IC_{50}$  — концентрацию вещества, способную связать половинную концентрацию радикала DPPH, мкг/мл. Величина  $IC_{50}$  определяли по прямой, получаемой при построении графиков зависимости ингибирования в процентах от концентрации вещества [9], [10].

#### Основные результаты и их обсуждение

Результаты качественного анализа сырья методом ТСХ свидетельствовали о наличии кислоты аскорбиновой в листьях и побегах аронии черноплодной. На хроматограммах всех исследуемых образцов листьев и побегов аронии черноплодной наблюдали зону абсорбции, характерную кислоте аскорбиновой — зона белого цвета на розовом фоне на уровне зоны абсорбции СО кислоты аскорбиновой.

Результаты количественного определения кислоты аскорбиновой методом ВЭЖХ представлены на рисунках 1, 2.

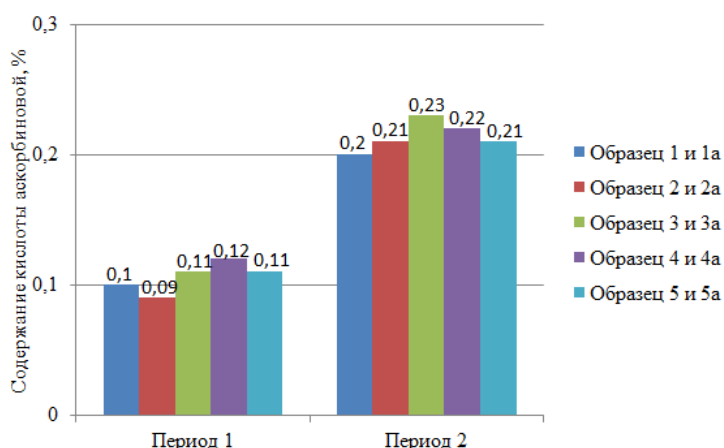


Рисунок 1 - Содержание кислоты аскорбиновой в листьях аронии черноплодной  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40.3>

По данным, представленным на рисунке 1, видно, что содержание кислоты аскорбиновой в листьях аронии черноплодной составило от  $0,09 \pm 0,06\%$  до  $0,12 \pm 0,06\%$ , и от  $0,20 \pm 0,06\%$  до  $0,22 \pm 0,08\%$ , заготовленных в период 1 и в период 2, соответственно. Таким образом, содержание кислоты аскорбиновой в листьях аронии черноплодной незначительно увеличивается ко второму периоду заготовки.

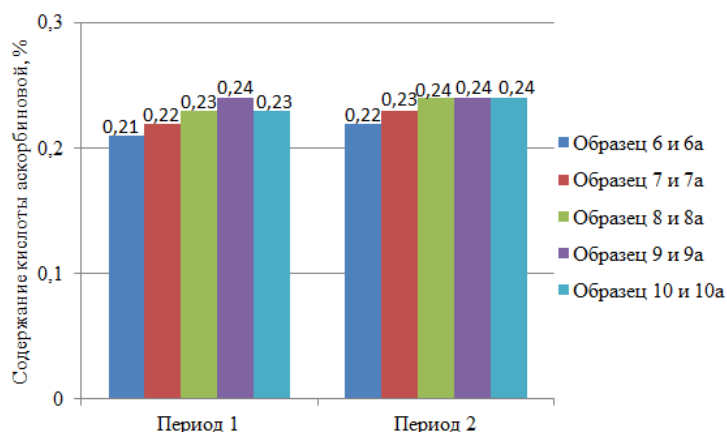


Рисунок 2 - Содержание кислоты аскорбиновой в побегах аронии черноплодной

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40.4>

По данным, представленным на рисунке 2, видно, что содержание кислоты аскорбиновой в побегах аронии находится в пределах от  $0,21 \pm 0,08\%$  до  $0,24 \pm 0,06\%$ , и от  $0,22 \pm 0,09\%$  до  $0,24 \pm 0,08\%$ , заготовленных в период 1 и в период 2, соответственно. Таким образом, содержание кислоты аскорбиновой в побегах аронии черноплодной, заготовленных в разные периоды, практически не изменяется во всех исследуемых образцах.

Результаты определения антиоксидантной активности побегов аронии черноплодной представлены в таблице 3. Результаты эксперимента считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Таблица 3 - Антиоксидантная активность побегов аронии черноплодной

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.165.40.5>

Образец	Антиоксидантная активность, $IC_{50}$ мкг/мл
Настой побегов аронии	$7,7 \pm 2,8$
Отвар побегов аронии	$22,9 \pm 13,9$
Рутина	$12,6 \pm 0,2$
Гиперозида	$10,6 \pm 0,3$

В результате отмечено, что настой и отвар побегов аронии черноплодной реагируют с DPPH, что свидетельствует об антиоксидантной активности (табл. 3). По величине  $IC_{50}$  настой и отвар соответствуют значениям известных антиоксидантов рутина и гиперозида.

### Заключение

В результате проведенного исследования установили, что содержание аскорбиновой кислоты в листьях и побегах аронии черноплодной одинаковое и практически не изменяется в изучаемые периоды заготовки. Период заготовки исследуемых видов сырья аронии не влияет на содержание кислоты аскорбиновой. Настой и отвар побегов аронии черноплодной могут в перспективе являться растительными антиоксидантами.

### 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

- Zubarev V.V. Protective activity of ascorbic acid at influenza infection/ V.V. Zubarev, A.V. Slita, I.N. Lavrentyeva [et al.] // Russian Journal of Infection and Immunity. — 2017. — Vol. 7. — № 4. — P. 319–326.
- Жариков К.М. Аскорбиновая кислота в профилактике профессиональных заболеваний / К.М. Жариков, А.В. Нафиков, Б.В. Астафьев // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2019. — Т. 9. — № 5. — 200 с.
- Новиков В.Е. Антигипоксическая активность комплексных соединений на основе аскорбиновой кислоты / В.Е. Новиков, Е.О. Маркова, М.Ю. Дьяков [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. — 2011. — Т. 9. — № 2. — С. 35–41.



4. Логвинова Е.Е. Исследование групп биологически активных веществ плодов рябины черноплодной различных сортов : дис. ... канд. фармацевт. наук : 14.04.02 / Е.Е. Логвинова. — Москва, 2017. — 162 с.
5. Государственная фармакопея Российской Федерации. — 15-е изд. — Москва, 2023. — URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15> (дата обращения: 19.10.2025).
6. Тринева О.В. Профиль биологически активных веществ листьев аронии Мичурина, произрастающей в условиях Центрального Черноземья / О.В. Тринева, О.В. Пугачева // Разработка и регистрация лекарственных средств. — 2024. — Т. 13. — № 2. — С. 48–58.
7. Пугачева О.В. Изучение комплекса биологически активных веществ листьев аронии Мичурина (*Aronia mitschurinii* А.К. Скворцов & Мaitul) и облепихи крушиновидной (*Hippophaes rhamnoides* L.) / О.В. Пугачева, О.В. Тринева, Н.А. Ковалева // Химия растительного сырья. — 2025. — № 1. — С. 227–237.
8. ОФС.1.2.1.2.0005. Высокоэффективная жидкостная хроматография // Государственная фармакопея Российской Федерации. — 15-е изд. — Москва, 2023. — URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-1/1-2-1-2-khromatograficheskie-metody-analiza/vysokoeffektivnaya-zhidkostnaya-khromatografiya/> (дата обращения: 19.10.2025).
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. — Москва : Практика, 1998. — 459 с.

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

1. Zubarev V.V. Protective activity of ascorbic acid at influenza infection/ V.V. Zubarev, A.V. Slita, I.N. Lavrentyeva [et al.] // Russian Journal of Infection and Immunity. — 2017. — Vol. 7. — № 4. — P. 319–326.
2. Zharikov K.M. Askorbinovaya kislota v profilaktike professional'nykh zabolevanij [Ascorbic acid in the prevention of occupational diseases] / K.M. Zharikov, A.V. Nafikov, B.V. Astafyev // Byulleten' medicinskih internet-konferencij [Bulletin of Medical Internet Conferences]. — 2019. — Vol. 9. — № 5. — 200 p. [in Russian]
3. Novikov V.E. Antigipoksicheskaya aktivnost' kompleksnykh soedinenij na osnove askorbinovoy kisloty [Antihypoxic activity of complex compounds based on ascorbic acid] / V.E. Novikov, E.O. Markova, M.Yu. Dyakov [et al.] // Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii [Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy]. — 2011. — Vol. 9. — № 2. — P. 35–41. [in Russian]
4. Logvinova E.E. Issledovanie grupp biologicheskii aktivnykh veshchestv plodov ryabiny chernoplodnoj razlichnykh sortov [Study of groups of biologically active substances in fruits of chokeberry of various varieties] : dis. ... of PhD in Pharmaceutical Sciences : 14.04.02 / E.E. Logvinova. — Moscow, 2017. — 162 p. [in Russian]
5. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. — 15th edition. — Moscow, 2023. — URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15> (accessed: 19.10.2025). [in Russian]
6. Trineva O.V. Profil' biologicheskii aktivnykh veshchestv list'ev aronii Michurina, proizrastayushchej v usloviyakh Central'nogo Chernozem'ya [Profile of biologically active substances of Aronia mitschurinii leaves growing in the conditions of the Central Black Earth region] / O.V. Trineva, O.V. Pugacheva // Razrabotka i registraciya lekarstvennykh sredstv [Drug development & registration]. — 2024. — Vol. 13. — № 2. — P. 48–58. [in Russian]
7. Pugacheva O.V. Izuchenie kompleksa biologicheskii aktivnykh veshchestv list'ev aronii Michurina i oblepikhi krushinovidnoj [Study of the complex of biologically active substances in the leaves of Michurin chokeberry (*Aronia mitschurinii* А.К. Скворцов & Мaitul) and sea buckthorn (*Hippophaes rhamnoides* L.)] / O.V. Pugacheva, O.V. Trineva, N.A. Kovaleva // Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]. — 2025. — № 1. — P. 227–237. [in Russian]
8. OFS.1.2.1.2.0005. Vysokoeffektivnaya zhidkostnaya khromatografiya [High-performance liquid chromatography] // Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. — 15th edition. — Moscow, 2023. — URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-2/1-2-1/1-2-1-2-khromatograficheskie-metody-analiza/vysokoeffektivnaya-zhidkostnaya-khromatografiya/> (accessed: 19.10.2025). [in Russian]
9. Gulyaev D.K. Sostav i antioksidantnaya aktivnost' ehkstrakta kornej eli obyknovennoj [The composition and antioxidative activity of spruce roots' extract] / D.K. Gulyaev, V.D. Belonogova, D.O. Bokov [et al.] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]. — 2020. — № 4. — P. 195–202. [in Russian]
10. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Biostatistics] / S. Glants. — Moscow : Praktika, 1998. — 459 p. [in Russian]