

УДК 615.322:543.544.123
AGRIS F60

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/07>

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТОЦИАНОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

©Соломинова Л. В., Башкирский государственный университет,
г. Бирск, Россия, lyuda.solominova@mail.ru

©Онина С. А., канд. хим. наук, Башкирский государственный университет,
г. Бирск, Россия, onina_svetlana@mail.ru

©Козлова Г. Г., канд. хим. наук, Башкирский государственный университет,
г. Бирск, Россия, gg.birsk@gmail.com

EXTRACTION AND STUDY ANTHOCYANINS PLANT MATERIAL

©Solominova L., Bashkir State University, Birsk, Russia, lyuda.solominova@mail.ru

©Onina S., Ph.D., Bashkir State University, Birsk, Russia, onina_svetlana@mail.ru

©Kozlova G., Ph.D., Bashkir State University, Birsk, Russia, gg.birsk@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты качественного и количественного определения некоторых антоцианов (в частности цианидин-3-гликозид и цианидин-3-галактозид) в плодах *Aronia melanocarpa* (Michx.) и *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. Так же представлена реакция вытяжки водорастворимых красителей на среду раствора. Использован метод прямой спектрофотометрии. Все расчеты выполнены в программе STATISTICA 6. Определено, что максимальное содержание антоцианов характерно для плодов аронии черноплодной. Показана возможность применения натурального красителя из плодов аронии в промышленности.

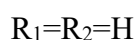
Abstract. The paper presents the results of the qualitative and quantitative determination of some anthocyanins (in particular, cyanidin-3-glycoside and cyanidin-3-galactoside) in the fruits of *Aronia melanocarpa* (Michx.) and *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. The reaction of extracting water-soluble dyes on the solution medium is also presented. The method of direct spectrophotometry was used. All calculations are made in the program STATISTICA 6. It is determined that the maximum content of anthocyanins is typical for fruit chokeberry Aronia. The possibility of using natural dye from chokeberry fruits in the industry is shown.

Ключевые слова: антоцианы, арония черноплодная, *Aronia melanocarpa*, магония падуболистная, *Mahonia aquifolium*, краситель, промышленность, экстракция.

Keywords: anthocyanins, black-chokeberry, *Aronia melanocarpa*, *Mahonia aquifolium*, dye, industry, extraction.

Антоцианы — окрашенные растительные гликозиды, относящиеся к флавоноидам. В качестве неуглеводородной части молекулы выступают гидрокси- и метоксизамещенные (НО⁻, СН₃О⁻) соли флавилия (2-фенилхроменилия) (Рисунок 1), у некоторых антоцианов гидроксилы ацетилированы.

Существует 6 общих антоцианидинов (пеларгонидин, цианидин, пеонидин, дельфинидин, петунидин и малвидин), структуры которых могут варьироваться в зависимости от гликозидного замещения в 3' и 5' положениях



$R_1=OH, R_2=H$
 $R_1=OCH_3, R_2=H$
 $R_1=R_2=OH$
 $R_1=OCH_3, R_2=OH$
 $R_1=R_2=OCH_3$

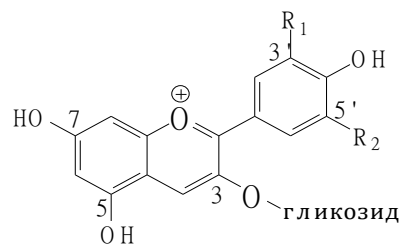


Рисунок 1. Общая формула антоцианов. Структура 2-фенилхлорменилия.

Краситель обуславливает красную, фиолетовую, синюю окраску плодов и листьев растений. Разнообразие цвета плодов и цветов обусловлено тем, что антоцианы находятся в растениях в виде пирилиевых солей (кислая среда), хиноидной формы (нейтральная среда) или в виде K^- , Ca^- и Na^- солей. Данные пигменты могут присутствовать как в генеративных органах (цветках, пыльце), так и в вегетативных (стеблях, листьях, корнях), а также в плодах и семенах.

Синтезируются они в цитоплазме и хранятся в клеточных вакуолях. Существует, еще не доказанное мнение, что антоцианы вырабатываются у растений в стрессовых условиях. Еще одна теория указывает на то, что антоцианы не несут никакой функциональной роли и являются конечным продуктом, не нужных растению фенольных соединений [3].

В последние годы исследования по изучению содержания и изменений концентрации антоцианов в ягодах и плодах становится все более актуальными. Имеется много работ зарубежных авторов, которые изучали различные виды ягод и плодов, проводили сравнение экстрактов, полученных из растительных побочных продуктов с использованием различных растворителей и времени экстракции, а также рассматривали возможности использования антоцианов в экологических и коммерческих целях [6–7, 12].

В настоящее время предлагаются новые методы и совершенствуются методы-спектрометрии в данных исследованиях [8–10].

Все более актуальными стали работы, освещающие новые тенденции в технологии пищевых продуктов, где используется экологическое извлечение биологически активных соединений из растительного сырья [11–12].

Объекты исследования: черноплодная рябина (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott), магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), жимолость (*Lonicera tatarica* L.) [1].

Результаты и их обсуждение

Количество антоцианов определяли в спиртовых экстрактах свежих плодов исследуемых растений методом прямой спектрофотометрии, при длине волны 510, 530, 510 соответственно [5].

Результаты исследования показали, что содержание антоцианов находится в пределах значений от 2,32% до 3,24% (Таблица).

Таблица.

СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ В ЭКСТРАКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, %

<i>Арония черноплодная</i>	<i>Магония падуболистная</i>	<i>Жимолость татарская</i>
3,24	3,14	2,32

Было изучено влияние среды на окраску экстрактов антоцианов. Известно, что пигментация антоцианов зависит от pH среды в вакуолях, где хранятся антоциановые соединения. Одно и то же соединение имеет разные окраски при сдвиге среды кислотности: в кислой среде — множество оттенков красного, в нейтральной среде — фиолетовый, в щелочной среде — от желтого до темно-зеленого [3].

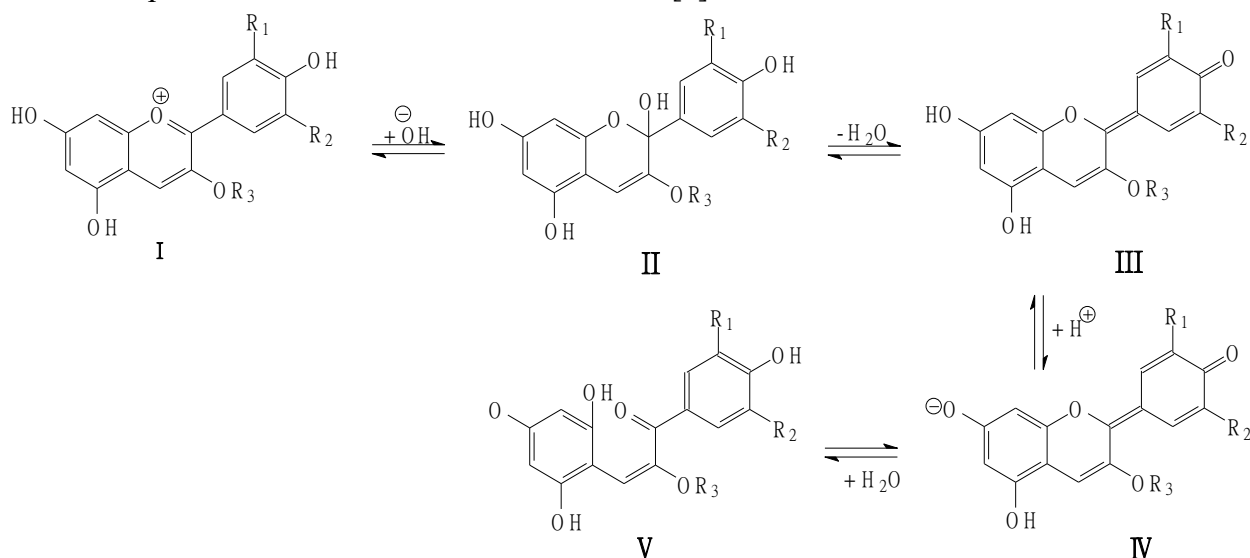


Рисунок 2. Изменение структуры антоциана.

На Рисунке 2 изображена зависимость структуры антоцианов от среды [4], где: I — красная пирилиевая соль; II — бесцветное псевдооснование; III — синяя хиноидная форма; IV — пурпурный фенолят хиноидной формы; V — желтый халкон.

Экстрагирование антоцианов из плодов аронии черноплодной проводилось в дистиллированной воде без нагревания. После фильтрации, вытяжку разделили на 9 объемов. 1 — контрольный, в следующие добавлялись 8 реактивов: лимонная кислота (C₆H₈O₆), борная кислота (H₃BO₃), соляная кислота (HCl), аммиак (NH₄OH), гидроксид натрия (NaOH), сода (NaHCO₃), уксусная кислота (CH₃COOH), стиральный порошок (Рисунок 3).

Окраска растворов изменяется в зависимости от pH среды (в кислой среде наблюдается красная окраска, в щелочном растворе — фиолетовая). В полученные растворы опускали белую ткань (ситец) для исследования устойчивости красителя в зависимости от среды раствора (Рисунок 3). Через 24 часа произошло окрашивание ткани в разной степени интенсивности. Однако абсолютно все образцы после пребывания на солнце обесцветились, что говорит о неустойчивости полученных соединений.



контроль C₆H₈O₆ H₃BO₃ HCl NH₄OH NaOH NaHCO₃ ук.к-та порошок

Рисунок 3. Изменение окраски антоцианов плодов аронии черноплодной. Окрашивание ткани в растворах.

Взаимодействие содержащегося в аронии черноплодной цианидин-3-гликозида с некоторыми реагентами представлено на Рисунке 4.

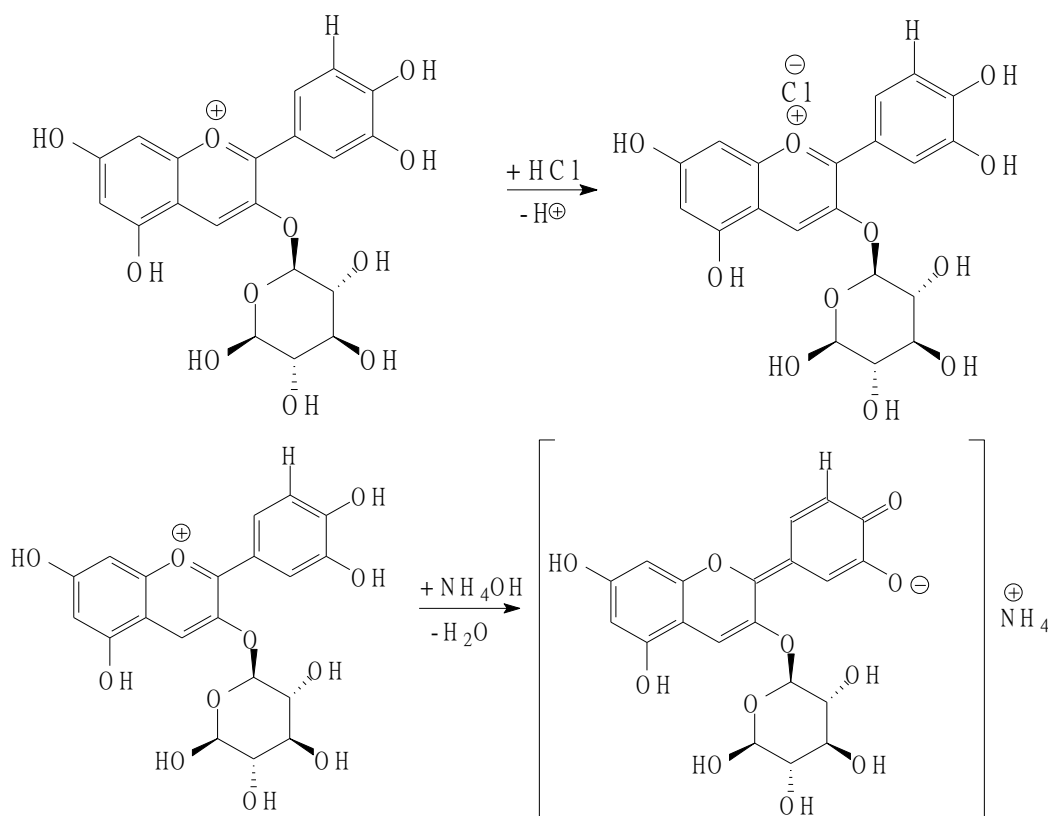
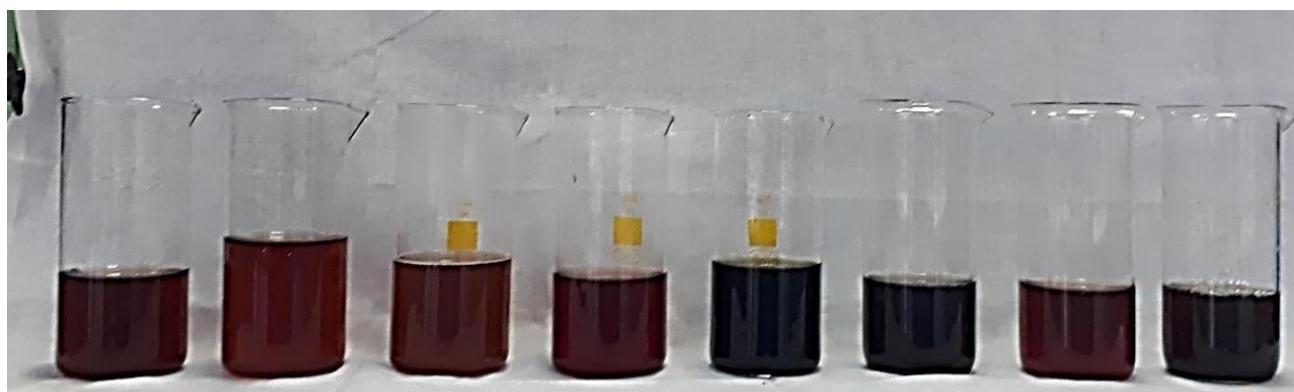


Рисунок 4. Уравнение реакции взаимодействия веществ.

Влияние pH среды на экстракт антоцианов повторили с плодами магонии падуболистной (Рисунок 5).



контроль $C_6H_8O_6$ H_3BO_3 HCl NH_4OH NaOH $NaHCO_3$ ук.к-та

Рисунок 5. Изменение окраски антоцианов плодов магонии падуболистной.

Изменение окраски произошло, но оказалось не таким ярко выраженным как у аронии черноплодной.

Таким образом, наибольшее содержание антоцианов характерно для плодов аронии черноплодной. Содержание данных антоцианов может быть использовано как индикатор состояния окружающей среды.

Направление исследования является актуальным и перспективным, позволяющим использование полученных данных в различных областях деятельности человека.

Список литературы:

1. Харламова О. А., Кафка Б. В. Натуральные пищевые красители. М.: Пищевая промышленность, 1979. С. 91-110.
2. Патент №2426755 (РФ). Способ получения антоцианового красителя из выжимок темных сортов ягод / И. В. Переверкина, Н. С. Колтокова, Н. Н. Титова // БИ. №23. 25.06.2009.
3. Дейнека Л. А., Чулков А. Н., Дейнека В. И., Сорокопудов В. Н., Шевченко С. М. Антоцианы плодов вишни и родственных растений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. №15-1 (104). С. 367-373.
4. Šimunić V., Kovač S., Gašo-Sokač D., Pfannhauser W., & Murkovic M. Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries (*Prunus cerasus*) // European food research and technology. 2005. V. 220. №5-6. P. 575-578. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-1103-2>.
5. Машковский М. Д. Государственная фармакопея СССР. М.: Медицина, 1989. С. 174-175.
6. Lapornik B., Prošek M., Wondra A. G. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time // Journal of food engineering. 2005. V. 71. №2. P. 214-222.
7. Kähkönen M. P., Hopia A. I., Vuorela H. J., Rauha J. P., Pihlaja K., Kujala T. S., Heinonen M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds // Journal of agricultural and food chemistry. 1999. V. 47. №10. P. 3954-3962. DOI: 10.1021/jf990146l.
8. Zhang J., Singh R., Quek S. Y. Extraction of Anthocyanins from Natural Sources—Methods and Commercial Considerations // Anthocyanins from Natural Sources. 2019. P. 77-105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.103>.

9. Ongkowijoyo P., Luna-Vital D. A., de Mejia E. G. Extraction techniques and analysis of anthocyanins from food sources by mass spectrometry: An update // *Food chemistry*. 2018. V. 250. P. 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.055>.

10. Bubalo M. C., Vidović S., Redovniković I. R., Jokić S. New perspective in extraction of plant biologically active compounds by green solvents // *Food and Bioproducts Processing*. 2018. V. 109. P. 52-73. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2018.03.001>.

11. Oreopoulou A., Tsimogiannis D., Oreopoulou V. Extraction of polyphenols from aromatic and medicinal plants: an overview of the methods and the effect of extraction parameters // *Polyphenols in Plants*. Academic Press, 2019. P. 243-259. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00025-6>.

12. Žlabur J. Š., Voća S., Brnč M., Rimac-Brnč S. New Trends in Food Technology for Green Recovery of Bioactive Compounds From Plant Materials // *Role of Materials Science in Food Bioengineering*. Academic Press, 2018. P. 1-36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811448-3.00001-2>.

References:

1. Kharlamova, O. A., & Kafka, B. V. (1979). Natural'ye pishchevye krasiteli. Moscow, Pishchevaya promyshlennost', 91-110. (in Russian).

2. Patent no. 2426755 (RF). Sposob polucheniya antotsianovogo krasitelya iz vyzhimok temnykh sortov yagod. I. V. Pereverkina, N. S. Koltokova, H. H. Titova. *BI*, no. 23, 25.06.2009. (in Russian).

3. Deineka, L. A., Chulkov, A. N., Deineka, V. I., Sorokopudov, V. N., & Shevchenko, S. M. (2011). Sour cherry fruit and related plants anthocyanins. *Scientific bulletins of the Belgorod State University. Series: Natural Sciences*, 9(104), 364-370. (in Russian).

4. Šimunić, V., Kovač, S., Gašo-Sokač, D., Pfannhauser, W., & Murkovic, M. (2005). Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries (*Prunus cerasus*). *European food research and technology*, 220(5-6), 575-578. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-1103-2>. (in Russian).

5. Mashkovskii, M. D. (1989). Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Moscow, Meditsina, 174-175. (in Russian).

6. Lapornik, B., Prošek, M., & Wondra, A. G. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of food engineering*, 71(2), 214-222.

7. Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962. doi:10.1021/jf990146l.

8. Zhang, J., Singh, R., & Quek, S. Y. (2019). Extraction of Anthocyanins from Natural Sources-Methods and Commercial Considerations. In: *Anthocyanins from Natural Sources*, 77-105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.103>.

9. Ongkowijoyo, P., Luna-Vital, D. A., & de Mejia, E. G. (2018). Extraction techniques and analysis of anthocyanins from food sources by mass spectrometry: An update. *Food chemistry*, 250, 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.055>.

10. Bubalo, M. C., Vidović, S., Redovniković, I. R., & Jokić, S. (2018). New perspective in extraction of plant biologically active compounds by green solvents. *Food and Bioproducts Processing*, 109, 52-73. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2018.03.001>.

11. Oreopoulou, A., Tsimogiannis, D., & Oreopoulou, V. (2019). Extraction of polyphenols from aromatic and medicinal plants: an overview of the methods and the effect of extraction

parameters. *In: Polyphenols in Plants, 243-259. Academic Press.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00025-6>.

12. Žlabur, J. Š., Voća, S., Brnč, M., & Rimac-Brnč, S. (2018). New Trends in Food Technology for Green Recovery of Bioactive Compounds From Plant Materials. *In: Role of Materials Science in Food Bioengineering, 1-36. Academic Press.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811448-3.00001-2>.

*Работа поступила
в редакцию 01.03.2019 г.*

*Принята к публикации
07.03.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Соломинова Л. В., Онина С. А., Козлова Г. Г. Извлечение и исследование антоцианов растительного сырья // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №4. С. 69-75. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/07>.

Cite as (APA):

Solominova, L., Onina, S., & Kozlova, G. (2019). Extraction and Study Anthocyanins Plant Material. *Bulletin of Science and Practice, 5(4)*, 69-75. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/07>. (in Russian).