

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.322:543.422.3

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ АНТОЦИАНОВ В СЫРЬЕ МАЛЬПИГИИ
ОКАЙМЛЕННОЙ (*MALPIGHIA EMARGINATA*)**

**Евгений Евгеньевич Курдюков, Олеся Петровна Родина,
Александр Владимирович Митишев, Анастасия Сергеевна Феднина,
Анна Юрьевна Немова**

Пензенский государственный университет, лечебный факультет, Пенза, Россия

Автор, ответственный за переписку: Евгений Евгеньевич Курдюков,
e.e.kurdyukov@mail.ru

Аннотация. Разработана спектрофотометрическая методика количественное определение суммы антоцианов в мальпигии окаймленной (*Malpighia Emarginata*). Определены аналитические максимумы поглощения антоцианов (534 ± 2 нм). Экспериментально обоснованы оптимальные условия экстракции антоцианов из сырья этого растения (экстрагент – спирт этиловый 40%-й; соотношение сырья и экстрагента 1:50; время экстракции 30 мин; степень измельченности сырья 1,0 мм).

Ключевые слова: мальпигия окаймленная, *Malpighia Emarginata*, антоцианы, цианидин-3-О-глюкозид, спектрофотометрия, плоды

DOI: 10.55959/MSU0579-9384-2-2025-66-3-269-272

Финансирование. Исследование выполнено в рамках бюджетного финансирования Пензенского государственного университета.

Для цитирования: Курдюков Е.Е., Родина О.П., Митишев А.В., Феднина А.С., Немова А.Ю. Спектрофотометрическая методика количественного определения суммы антоцианов в сырье мальпигии окаймленной (*Malpighia emarginata*) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. 2025. Т. 66. № 3. С. 269–272.

ORIGINAL ARTICLE

**METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE AMOUNT
OF ANTHOCYANINS IN THE RAW MATERIALS OF MALPIGHIA
EMARGINATA**

**Evgeny E. Kurdyukov, Olesya P. Rodina, Alexander V. Mitishev,
Anastasia S. Fednina, Anna Yu. Nemova**

Penza State University, Penza, Russian Federation

Corresponding author: Evgeny E. Kurdyukov, e.e.kurdyukov@mail.ru

Abstract. The method of quantitative determination of the amount of anthocyanins in *Malpighia emarginata* by direct spectrophotometry is developed. The analytical maxima of the absorption of anthocyanins in the fruits of *Malpighia emarginata* – 534 ± 2 nm (maximum) – were determined. The optimal conditions for the extraction of anthocyanins from the raw materials of this plant are justified (extractant – ethyl alcohol 40%; the ratio of “raw material-extractant” – 1:50; extraction time 30 minutes; the degree of grinding of raw materials 1.0 mm).

Keywords: *Malpighia emarginata*, anthocyanins, cyanidin-3-O-glucoside, spectrophotometry, fruits

Financial Support. The study was carried out within the framework of budget financing of Penza State University.

For citation: Kurdyukov E.E., Rodina O.P., Mitichev A.V., Fedyunina A.S., Nemova A.Yu. Spectrophotometric method for quantitative determination of the amount of anthocyanins in raw materials of *Malpighia* bordered (*Malpighia emarginata*) // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 2. Khimiya. 2025. T. 66. № 3. S. 269–272.

Плоды мальпигии окаймленной (*Malpighia Emarginata*, сем. *Malpighiaceae* (Мальпигиевые)) [1] содержат антоцианы, витамины, каротиноиды, флавоноиды и обладают антиоксидантным эффектом. Цианидин-3-О-глюкозид является основным антоцианом, присутствующими в плодах мальпигии окаймленной (далее мальпигии) [2–5]. В настоящее время мальпигия считается перспективным для промышленного культивирования растением, но малоизученным, так как отсутствуют методики количественного определения интересных для фармацевтики групп биологически активных соединений (БАС):

Цель настоящего исследования – разработка простой спектрофотометрической методики количественного определения суммы антоцианов, экстрагируемых из плодов мальпигии, в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид.

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования использовали зрелые высушенные плоды мальпигии окаймленной. Извлечение антоцианов из плодов мальпигии осуществляли путем однократной экстракции водой, этанолом (95, 70, 40 и 20%-м) при нагревании на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Например, 1,0 г измельченного сырья помещали в коническую колбу вместимостью 100 мл с притертой пробкой, прибавляли 50 мл спирта этилового, содержащего 1% хлористоводородной кислоты концентрированной, и взвешивали с погрешностью $\pm 0,01$ г. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течение 30 мин при перемешивании. Извлечение охлаждали до комнатной температуры, взвешивали и при необходимости доводили до первоначальной массы спиртом, концентрация которого соответствовала используемой для экстракции. Полученный раствор фильтровали через бумажный фильтр в колбу темного стекла, отбрасывая при этом первые 10 мл экстракта (раствор А).

Измерения оптической плотности проводили на спектрофотометре СФ-103 в кварцевых кюве-

тах (10 мм). Спектры собственного поглощения антоцианов плодов мальпигии регистрировали в интервале длин волн 500–700 нм. Для количественного определения антоцианов в извлечениях из плодов мальпигии применяли метод прямой спектрофотометрии [6, 7]. В мерную колбу вместимостью 25 мл помещают 5,0 мл раствора А, доводят объем тем же растворителем до метки и перемешивают, получают раствор Б. Оптическую плотность раствора Б измеряют на спектрофотометре при длине волны 534 ± 2 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют спирт этиловый соответствующей концентрации, содержащий 1% хлористоводородной кислоты концентрированной. Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{D \times 50 \times 25 \times 100}{100 \times m \times 5 \times (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность раствора Б; 100 – удельный показатель поглощения цианидин-3-О-глюкозида при длине волны 534 нм; m – навеска сырья, г; W – влажность сырья, %. Статистическую обработку осуществляли по методике, описанной в ГФ XIII [8].

Обсуждение результатов

По литературным данным, ведущей группой биологически активных соединений в плодах мальпигии являются антоцианы, в том числе цианидин-3-О-глюкозид [2–5]. Спектр поглощения антоцианов из сырья мальпигии совпадает со спектром поглощения цианидин-3-О-глюкозид [6, 8]. Следовательно, цианидин-3-О-глюкозид может быть использован в методике количественного анализа в качестве стандарта.

В ходе экспериментов нами изучены условия экстракции антоцианов в зависимости от концентрации экстрагента, степени измельченности, времени экстрагирования, а также соотношения сырья и экстрагента.

Установлено, что оптимальной является 40%-я концентрация экстрагента спирта этилового (изучали концентрации спирта 95, 70, 40 и 20%). При определении оптимальной степени измельченности сырье измельчали, просеивали через сито и брали навески с определенным размером частиц, мм: 0,5; 1,0; 2,0. Установлено, что степень измельчения от 0,5 до 2,0 мм сильного влияния на экстракцию не оказывает, поэтому в качестве оптимальной нами выбрана средняя степень измельчения – 1 мм. В ходе экспериментов было также установлено, что максимальное количество антоцианов извлекалось при соотношении сырья и экстрагента, равном 1:50, и времени экстракции, равном 30 мин. Изучался диапазон соотношения сырья и экстрагента от 1:10 до 1:100 при времени экстракции от 15 до 90 мин.

При изучении спектральных характеристик извлечений из плодов мальпигии, используя различные водно-спиртовые смеси, содержащие 1% кислоты хлористоводородной, наблюдали основной максимум поглощения в области 534 ± 2 нм, характерный для антоцианов [6–8]. Максимальное

количество антоцианов из плодов мальпигии в оптимальных условиях составило 0,39 вес.% (полученный диапазон 0,10–0,39 вес.%), что позволяет поставить это растение по содержанию антоцианов в один ряд с уже используемыми лекарственными растениями – источниками антоцианов.

Для установления метрологических характеристик методики, согласно рекомендациям [8], проводили пять параллельных определений, затем вычисляли величину стандартного отклонения ($S = 0,01167$) и дисперсию ($S^2 = 0,00028$). Полуширина доверительного интервала (ΔX) составила 0,146, ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет не более $\pm 5,03\%$ при определении суммы антоцианов методом прямой спектрофотометрии в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии систематической ошибки разработанной нами методики и позволяют предложить ее для количественного определения суммарного содержания антоцианов в плодах мальпигии окаймленной в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hanamura T., Uchida E., Aoki H. // J. Science of Food and Agriculture. 2008. N 88. P. 1813.
2. De Rosso V., Hillebrand V., Montilla S., Bobbio E.C., Winterhalter F.O., Mercadante A.Z. // J. Food Composition and Analysis. 2008. N 21. P. 291.
3. Hanamura T., Hagiwara T., Kawagishi H. // Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 2005. N 69. P. 280.
4. Kay C.D., Pereira-Caro G., Ludwig I.A., Clifford M.N., Crozier A. // Annual Review of Food Science and Technology. 2017. N 8. P. 155.
5. Castaneda Ovando A., Pacheco Hernandez M.L., Paez Hernandez M.E., Rodríguez J.A., Galan Vidal C.A. // Food Chemistry. 2009. Vol. 113. P. 859.
6. Андреева В.Ю., Калинкина Г.И., Коломиец Н.Э., Исайкина Н.В. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной // Фармация. 2013. № 3. С. 19.
7. Куркин В.А., Рязанова Т.К. // Фармация. 2012. № 2. С.10.
8. Государственная фармакопея 14-е издание. Электронное издание. 2018 (URL:<http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>).

Информация об авторах

Евгений Евгеньевич Курдюков – доцент кафедры общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», канд. фарм. наук (e.e.kurdyukov@mail.ru);

Олеся Петровна Родина – доцент кафедры общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», канд. мед. наук (rodina.olesya2010@yandex.ru);

Александр Владимирович Митишев – ст. преподаватель кафедры общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (smitishev@mail.ru);

Анастасия Сергеевна Феднина – студентка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (fedninaa@mail.ru);

Анна Юрьевна Немова – студентка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (annanemo2104@mail.ru).

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

В данной работе отсутствуют исследования человека и животных.

Статья поступила в редакцию 01.05.2023;
одобрена после рецензирования 13.04.2024;
принята к публикации 25.12.2024.