



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья

УДК 543.645.9:543.544.054.

doi: 10.17308/sorpchrom.2025.25/13575

### Растительные источники производных пеларгонидина для идентификации антоцианов

**Ирина Петровна Блинова<sup>1</sup>✉, Виктор Иванович Дейнека<sup>1</sup>,  
Владимир Федорович Селеменев<sup>2</sup>, Дмитрий Николаевич Блинов<sup>1</sup>,  
Людмила Александровна Дейнека<sup>1</sup>, Ань Ван Нгуен<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия,  
blinova@bsuedu.ru✉

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Пищевой Промышленный Университет Хошимина, Хошимин, Вьетнам

**Аннотация** Возникающая в последнее время в связи с санкциями проблема стандартных веществ для качественного и количественного анализа может быть частично решена (для качественного определения) использованием экстрактов растительных материалов, состав которых мало или совсем не зависит от сорта и условий выращивания. Показано, что для надежного определения некоторых производных пеларгонидина в растительных экстрактах в лабораториях могут быть приготовлены экстракты плодов или цветков специально подобранных растений. В таком случае для идентификации соответствующих гликозидов пеларгонидина достаточно сравнить времена удерживания и электронные спектры поглощения антоцианов исследуемого соединения с экстрактом выбранного растительного материала. Так, на основании многолетних исследований, выполненных в НИУ БелГУ, для идентификации цианидин-3-глюкозида можно использовать экстракт плодов обычной, продаваемой на рынке земляники (которую в народе называют клубникой), состав которого рассмотрен в настоящей работе и содержит цианидин-3-глюкозид в качестве основного компонента (более 80% по площадям пиков). Альтернативный вариант – алые плоды барбариса, содержащие более 50% этого антоциана с добавками 3-глюкозидов цианидина и дельфинидина. Контроль растительного материала может быть осуществлен по электронным спектрам поглощения, отличающихся от антоцианов на основе остальных пяти агликонов (цианидина и пеонидина, дельфинидина, петунидина и мальвидина). Для идентификации пеларгонидин-3-рутинозида перспективным источником этого антоциана являются лепестки алых тюльпанов (не темно-красных, коричневых или фиолетовых). Альтернатива – плоды достаточно популярной у садоводов-любителей войлочной вишни. Для идентификации пеларгонидин-3,5-диглюкозида может быть использована роза алой окраски или цветки пеларгонии такой же окраски. В работе приведены необходимые электронные спектры поглощения. Показано, что при внутренней нормировке желательно записывать пики на длине волны, соответствующей максимальной абсорбции. Но можно воспользоваться специальными поправочными коэффициентами, рассчитываемые по индивидуальным спектрам антоцианов. Сопоставлено удерживание производных пеларгонидина на нескольких марках стационарных фаз.

**Ключевые слова:** стандартные образцы, качественный анализ, производные пеларгонидина, плоды земляники, алые цветки тюльпанов, алые цветки роз.

**Для цитирования:** Блинова И.П., Дейнека В.И., Селеменев В.Ф., Блинов Д.Н., Дейнека Л.А., Нгуен А.В. Растительные источники производных пеларгонидина для идентификации антоцианов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2025. Т. 25, № 6. С. 911-919. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2025.25/13575>

Original article

### Plant sources of pelargonidin derivatives for anthocyanin identification

**Irina P. Blinova<sup>1</sup>✉, Victor I. Deineka<sup>1</sup>, Vladimir F. Selemenev<sup>2</sup>, Dmitry N. Blinov<sup>1</sup>,  
Lyudmila A. Deineka<sup>1</sup>, Yan Van Nguyen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation, blinova@bsuedu.ru✉

© Блинова И. П., Дейнека В. И., Селеменев В. Ф., Блинов Д. Н., Дейнека Л. А., Нгуен А. В., 2025



<sup>2</sup>Voronezh State University", Voronezh, Russian Federation

<sup>3</sup>Food Industry University of Ho Chi Minh, Ho Chi Minh City, Vietnam

**Abstract.** The problem of standard substances for qualitative and quantitative analysis, which has recently arisen in connection with sanctions, can be partially solved (for qualitative determination) by using extracts of plant materials, the composition of which has little or no dependence on the cultivar and growing conditions. It has been shown that for the reliable determination of some pelargonidin derivatives in plant extracts, extracts of fruits or flowers of specially selected plants can be prepared in laboratories. In this case, to identify the corresponding pelargonidin glycosides, it is sufficient to compare the retention times and electronic absorption spectra of the anthocyanins of the test compound with the extract of the selected plant material. Thus, based on many years of research carried out at the Belgorod National Research University, to identify cyanidin-3-glucoside, you can use an extract of the fruits of ordinary strawberries sold on the market, the composition of which is discussed in this work and contains cyanidin-3-glucoside as the main component (more than 80% in terms of peak areas). An alternative option is the scarlet fruits of barberry, containing more than 50% of this anthocyanin with the addition of 3-glucosides cyanidin and delphinidin. Control of plant material can be carried out by electronic absorption spectra that differ from anthocyanins based on the other five common aglycones (cyanidin and peonidin, delphinidin, petunidin and malvidin). For the identification of pelargonidin-3-rutinoside, a convenient source of this anthocyanin is the petals of scarlet tulips (not dark red, brown or purple). An alternative is the fruits of downy cherries, which are quite popular among gardeners. To identify pelargonidin-3,5-diglucoside, a scarlet rose or pelargonium flowers of the same color can be used. The work presents the necessary electronic absorption spectra. It has been shown that during internal normalization it is desirable to record peaks at the wavelength corresponding to the maximum absorption. But you can use special correction factors calculated based on the individual spectrum of anthocyanins. The retention of pelargonidin derivatives on several brands of stationary phases was compared.

**Keywords:** standard samples, qualitative analysis, pelargonidin derivatives, strawberry fruits, scarlet tulip flowers, scarlet rose flowers.

**For citation:** Blinova I.P., Deineka V.I., Selemenev V.F., Blinov D.N., Deineka L.A., Nguyen A.V. Plant sources of pelargonidin derivatives for anthocyanin identification. *Sorbtionnye i khromatograficheskie protsessy. 2025. 25(6): 911-919. (In Russ.).* <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2025.25/13575>

## Введение

В современных условиях в аналитической химии вообще и в хроматографии в частности возникает проблема стандартных образцов, производившихся ранее вне Российской Федерации. При этом такие вещества, как антоцианы или каротиноиды, являются неустойчивыми не только при хранении, но и при их выделении из соответствующих источников.

В работе [1] при отсутствии проблем с доступностью стандартных образцов было обнаружено, что результаты определения антоцианов спектрофотометрическим и хроматографическим методами сильно различались.

Для винограда сорта Конкорд по стандартному дифференциальному спектрофотометрическому методу [2] были получены результаты: 3.12 в пересчете на ци-

анидин-3-глюкозид, Cy3Glu, и 3.29 в пересчете на мальвидин-3-глюкозид, Mv3Glu.

Строго говоря, это странно, поскольку не совсем соответствует меньшему значению коэффициента молярного поглощения для Cy3Glu ( $26900 \text{ см}^{-1} \text{моль}^{-1}$ ) по сравнению с таким же показателем для Mv3Glu ( $28000 \text{ см}^{-1} \text{моль}^{-1}$ ) даже с учетом различных молярных масс флавилиевых катионов: 449.2 и 463.3  $\text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$ , соответственно. Но эти результаты в несколько раз оказываются меньше полученных хроматографическим методом (9.23 и 15.95 мг на 100 г в пересчете на Cy3Glu и Mv3Glu, соответственно), и даже заметно различались для различных хроматографических систем. В них в качестве сильного элюента использовали один и тот же компонент – ацетонитрил, а компонент с меньшей элюирующей способностью содержал 10 об.% уксусной кислоты и 1 об.% ортофосфорной кислоты в воде в первом



варианте, и 10 об.% уксусной кислоты, 0.2 об.% трифтруксусной кислоты и 5 об.% ацетонитрила в воде во втором варианте. При этом авторы цитируемой работы сделали вывод о хорошей корреляции (!?) между результатами, полученными спектрофотометрическим и хроматографическими методами, расхождение между которыми связывают с возможными примесями в стандартных образцах. Различие между результатами определения антоцианов красных вин хроматографическим и несколькими спектрофотометрическими методами было найдено и в другой работе [3].

Судить о причинах, полученных в цитированных работах различий в результатах, трудно вследствие несовершенства использованных методов и отсутствия всей необходимой информации. Так в работе [4] было обращено внимание на то, что дифференциальный спектрофотометрический метод среди прочих неточностей использует экспериментально не подтвержденную гипотезу об эквивалентности абсорбции полимерными антоцианами при pH 1 и 4.5. А в работе [5] предложен хроматографический вариант определения доли полимерных антоцианов, позволяющий сопоставлять концентрации полимерных и мономерных антоцианов при одном и том же pH. Учтем также, что необходимость использования подвижных фаз с pH в диапазоне стабильности обычных C18-фаз (от 2 до 8) требует создания pH около 2, что не соответствует существованию антоцианов на 100% во флавилиевой форме. При этом экспериментально установлены [6] различные чувствительности к большим pH однотипных гликозидов различных антоцианидинов. Но если при оценке концентрации антоцианов хроматографическим методом использовать для градуировки образец, в котором концентрация определена спектрофотометрическим методом [7], то различий между результатами, полученными двумя методами нет.

Следовательно, к стандартным образцам для количественного определения антоцианов следует относиться с осторожностью.

Но применимость этих образцов для качественного анализа очевидна при учете потенциальной возможности соэлюирования веществ различного строения в конкретных хроматографических условиях. Неэквивалентность соэлюирующихся веществ часто может быть определена при изменении условий хроматографирования (по составу подвижной фазы, по температуре разделения и др.), по электронным спектрам поглощения или по масс-спектрам.

В этом отношении, важным направлением исследований может стать поиск растительных источников, содержащих небольшой набор антоцианов с известным и неизменным строением при условии, что этот набор мало зависит от сорта и условий выращивания растения.

При этом соответствующий источник должен быть доступным в течение длительного времени или подготовленный экстракт должен сохранять возможность его использования в течение года (до нового урожая) при хранении в холодильнике или в морозильной камере. Такой образец экстракта может напрямую использоваться для качественного анализа и после спектрофотометрического определения концентрации антоцианов в образце и для градуировки при хроматографическом определении.

Цель настоящей работы – оценка возможности использования в качестве источника производных пеларгонидина для аналитических целей среди плодов некоторых растений, включая популярное растение – землянику садовую, *Fragaria × ananassa*, которую в народе ошибочно называют клубникой, доступной на рынке в замороженном виде в течение года.

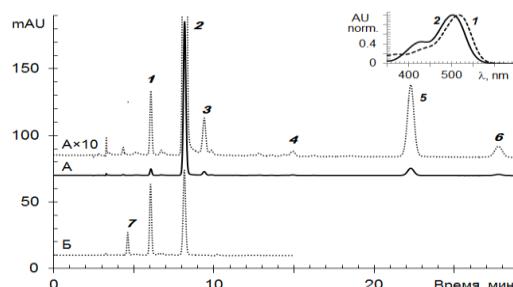


Рис. 1 Разделение антоцианов экстракта плодов земляники (А) и барбариса (Б)

Колонка: 150×4.6 мм Symmetry C18, 3.5 мкм; подвижная фаза: 13 об. % CH<sub>3</sub>CN, 2 об. % HCOOH в воде, 0.8 мл/мин; 40°C; детектор: 515 нм. Антоцианы: 1 - цианидин-3-глюкозид; 2 - пеларгонидин-3-глюкозид; 3 - пеларгонидин-3-рутингозид; 4 - цианидин-3-O-(6-O-малонил-β-D-глюкозид); 5 - пеларгонидин-3-O-(6-O-малонил-β-D-глюкозид); 6 - пеларгонидин-3-O-(6-O-ацетил-β-D-глюкозид); 7 - дельфинидин-3-глюкозид.

Fig. 1 Separation of anthocyanins from strawberry (A) and barberry (B) fruit extract

### Экспериментальная часть

Экстракты получали настаиванием растительного материала в 0.1 М растворе соляной кислоты при комнатной температуре, оставляя смесь на ночь. При необходимости настаивание повторяли для полной экстракции антоцианов (по отсутствию окраски экстракта). Все фракции отделяли от остатка центрифугированием, объединяли и очищали способом твердофазной экстракции на патронах ДИАПАК C18 С патронов антоцианы реэкстрагировали смесью 30 об. % ацетонитрила, 30 об. % муравьиной кислоты в воде, реэкстракт разбавляли дистиллированной водой в три раза. Полученные образцы хранили в перед определением ВЭЖХ не более суток.

Разделение антоцианов осуществляли на оборудовании Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором. Хроматограммы записывали при 515 нм. В работе использовали хроматографическую колонку 150×4.6 мм Symmetry C18 (3.5 мкм). Для элюирования применяли изократический режим в подвижной фазе 13 об. % ацетонитрила, 2 об. % ортофосфорной кислоты в воде. Элюирование осуществляли со скоростью подачи подвижной фазы 0.8 мл/мин. Хроматограммы регистрировали и обрабатывали программой ChemStation, расчеты выполняли в MS Excel.

Для расчетов поправочных коэффициентов,  $k(i)$ , для площадей пиков при внутренней нормировке записывали электронные спектры поглощения и по ним определяли соотношения:

$$k(i) = \frac{A[\lambda_{\max}(i)]}{A[\lambda_{\text{det}}(i)]},$$

где  $A[\lambda_{\max}(i)]$  – оптическая плотность в максимуме поглощения  $i$ -го пика,  $A[\lambda_{\text{det}}(i)]$  – оптическая плотность при длине волны записи хроматограммы. Мольную долю в % индивидуальных антоцианов рассчитывали по площадям пиков с поправочными коэффициентами по формуле:

$$\alpha(i) = \frac{k(i) \cdot S(i)}{\sum_i k(i) \cdot S(i)} \cdot 100.$$

### Обсуждение результатов

Типичная хроматограмма экстракта плодов земляники садовой, мало изменяющаяся по нашим данным в зависимости от исследованных сортов растения, представлена на рис. 1.

Основной пик на хроматограмме (№2,  $m/Z = 433.1$ ) принадлежит пеларгонидин-3-глюкозиду, Pg3G, на долю этого пика по литературным данным [8-13] приходится обычно более 70 моль % от суммы антоцианов.

Второй по значимости компонент – это пеларгонидин-3-малонилглюкозид (пик №5,  $m/Z = 519.1$ ), содержание которого по нашим данным было различным, но в целом значительным (до 17.5 моль %)

Положение ацилирования Pg3Glu малоновой кислотой было определено в работе [14] с использованием  $^1\text{H}$ -ЯМР препаративно выделенного образца как пеларгонидин-3- $O$ -(6- $O$ -малонил- $\beta$ -D-глюкозид). Иногда вместо этого вещества обнаруживают в небольших количествах продукт ацилирования Pg3G уксусной кислотой (пик №6, рис. 1), заметный в существенно меньших количествах и в сортах, культивируемых в Белгороде.

Кроме этих соединений в экстрактах обычно обнаруживаются цианидин-3-глюкозид, Cy3Glu, (пик №1,  $m/Z = 449.1$ ), мольная доля которого в одном из исследованных в работе образцов достигла 17.0%. Дифференциация производных пеларгонидина и цианидина легко осуществима по электронным спектрам поглощения (вставка на рис. 1). Для производных цианидина максимум абсорбции находится при длине волны 516 нм и мало изменяется при ацилировании малоновой кислотой; для Pg3Glu максимум абсорбции при 502 нм и также не изменяется при ацилировании ни малоновой, ни уксусной кислотами; переход в обоих случаях от 3-глюкозидов к 3-рутинозидам приводит к небольшому батохромному сдвигу на  $\sim 2$  нм. Отметим, что в единственном доступном для нас образце *Fragaria moschata* уже Cy3Glu был доминирующим компонентом (71.5 моль %).

На хроматограммах в небольших количествах (менее 2 %) обнаруживается и продукт ацилирования Cy3Glu малоновой кислотой (пик №4); пеларгонидин-3-рутинозид (менее 6 моль %) и только в следовых количествах цианидин-3-рутинозид.

Таким образом, плоды земляники являются прекрасным источником Pg3Glu существенно менее распространенного в растительном мире антоциана по сравнению, например, с Cy3Glu.

По нашему опыту другим хорошим источником Pg3Glu являются плоды некоторых (но не всех) видов барбарисов [15]

(хроматограмма Б на рис. 1), которые, однако, трудно назвать легкодоступными.

Доступных и относительно доступных источников пеларгонидин-3-рутинозида, Pg3Rut, немногим больше: можно воспользоваться алыми цветками некоторых сортов тюльпанов, см. пик № 3 хроматограммы А на рис. 2. На хроматограмме при этом пик Pg3Glu обычно доминирует над аналогичными производными цианидина, Cy3Rut, и дельфинидина, Dp3Rut, также легко дифференцируемыми по электронным спектрам поглощения (см. вставку в рис. 2). Но в последние годы в страну было ввезено множество сортов тюльпанов импортной селекции, с существенно расширенным набором синтезируемых антоцианов [16], поэтому требуется предварительный выбор подходящего сорта тюльпанов.

Но при выборе сорта достаточно рассмотреть электронные спектры поглощения экстракта: при максимуме абсорбции около 502 нм с характеристическим меньшим, но ярко выраженным максимумом в диапазоне 420-440 нм образец может быть использован для определения удерживания Pg3Rut.

Другими источниками этого антоциана, по нашему опыту, являются плоды вишни войлочной и плоды костяники, с качественно близким составом основных антоцианов, рис. 2, хроматограммы Б и В.

Отметим, что результаты определения антоцианов в экстракте вишни войлочной согласуются с литературными данными [17], а достоверных работ по анализу антоцианов плодов костяники в литературе нами не было найдено. Доступность плодов этого растения в Белгороде объясняется поставкой продукции на специализированные выставки с северных регионов России.

Другой тип антоцианов пеларгонидин-3,5-диглюкозид, Pg-3,5-diGlu, в небольших количествах обнаруживается во многих растительных источниках. Отличительная особенность этого диглюкозида (как и любых других 3,5-диглюкозидов)

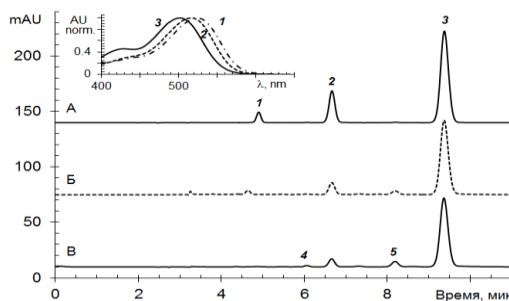


Рис. 2 Разделение антоцианов экстракта алых цветков тюльпана (А), плодов вишни войлочной (Б) и плодов костяники (В)

Колонка: 150×4.6 мм Symmetry C18, 3.5 мкм; подвижная фаза: 13 об.% CH<sub>3</sub>CN, 2 об.% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в воде, 0.8 см<sup>3</sup>/мин; 40°C; детектор: 515 нм. Антоцианы: 1 - дельфинидин-3-рутинонозид; 2 - цианидин-3-рутинонозид; 3 - пеларгонидин-3-рутинонозид; 4 - цианидин-3-глюкозид; 5 - пеларгонидин-3-глюкозид.

Fig. 2. Separation of anthocyanins from the extract of scarlet tulip flowers (A), felt cherry fruits (B) and boneberry fruits (C)

состоит в структуре электронного спектра поглощения с максимумом, близким к максимуму в спектре Pg3Glu, но с существенным изменением и ширины пика и выраженности второго максимума около 420 нм; при этом другой дигликозид (Pg3Rut) имеет спектр батохромно смещенный относительно спектра Pg3Glu на 2 нм, рис. 3.

В экстракте розы с красно-оранжевой окраской лепестков пику Pg3,5diGlu сопутствует Cy3,5diGlu (хроматограмма Б на рис. 4), а на хроматограмме оранжево-красных цветков растения, давшего название агликону – пеларгонии зональной этому глюкозиду сопутствует аналогичное производное пеонидина, Pn3,5diGlu, практически не отличающееся от Cy3,5diGlu по электронным спектрам поглощения, вставка на рис. 4). Это объясняется биосинтезом в цветках пеларгонии (в отличие от розы) высокоактивного фермента метил-трансферазы.

Для удерживания (как логарифмов факторов удерживания) указанных производных пеларгонидина в элюентной системе 10-14 об.% ацетонитрила и 2

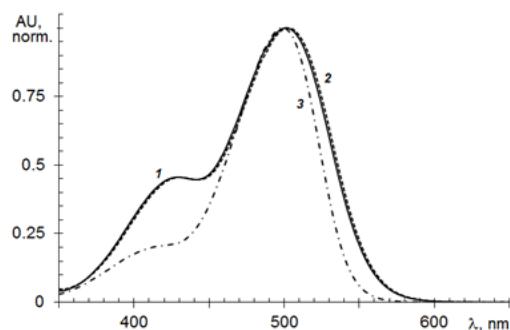


Рис. 3. Электронные спектры поглощения пеларгонидин-3-глюкозида (1) и пеларгонидин-3,5-диглюкозида (2)

Fig. 3. Electronic absorption spectra of pelargonidin-3-glucoside (1) and pelargonidin-3,5-diglucoside (2)

об.% ортофосфорной кислоты в воде относительно Pg3Glu найдена аналогичная производным цианидина [18] зависимость, по которой удвоение числа моноз, связанных в гликозиде приводит к росту наклона линии тренда на соответствующем графике, рис. 5, до 1.1-1.14. Это дополнительный чисто хроматографический, не связанный с масс-спектрометрическим детектированием, критерий справедливости оценки типа гликозида, присоединенного к агликону. В настоящей работе также была исследована возможность использования карты относительного удерживания, построенной для стационарной фазы Gemini NX-C18 для прогнозирования удерживания Pg3Rut и Pg3,5diGlu на пяти других стационарных фазах в элюенте, содержащем 13 об.% ацетонитрила и 2 об.% ортофосфорной кислоты в воде, табл. 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что такой анализ связан с погрешностью предсказания времен удерживания для четырех колонок по величину менее 7 %, что, вероятно, связано

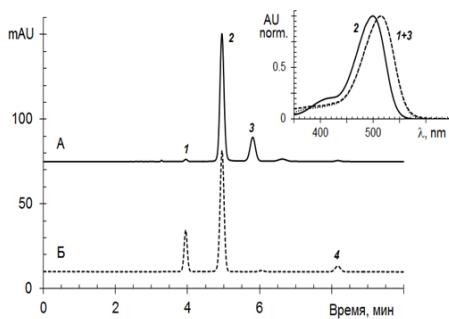


Рис. 4 Разделение антоцианов экстракта альных цветков пеларгонии (А), цветков красно-оранжевой розы (Б)  
 Колонка: 150×4.6 мм Symmetry C18, 3.5 мкм;  
 подвижная фаза: 13 об. % CH<sub>3</sub>CN, 2 об. %  
 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в воде, 0.8 мл/мин; 40°C; детектор: 515  
 нм. Антоцианы: 1 – цианидин-3,5-диглюкозид,  
 2 – пеларгонидин-3,5-диглюкозид, 3 –peonи-  
 дин-3,5-диглюкозид, 4 – пеларгонидин-3-глю-  
 козид.

Fig. 4 Separation of anthocyanins from the extract of scarlet pelargonium flowers (A), red-orange rose flowers (B)

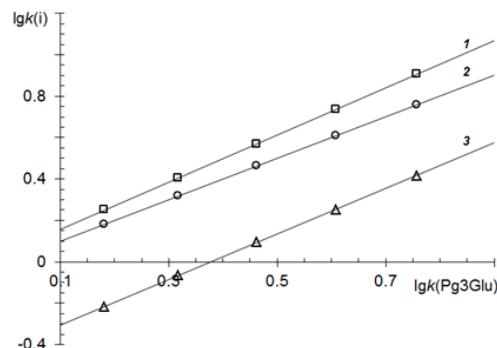


Рис. 5. Карта разделения производных пеларгонидина

Fig. 5. Separation map of pelargonidine derivatives

Таблица 1. Сопоставление времен удерживания Pg3Rut и Pg3,5diGlu на пяти стационарных фазах различных марок в подвижной фазе 12 об. % ацетонитрила и 2 об. % ортофосфорной кислоты в воде по зависимостям относительного удерживания найденным для стационарной фазы Gemini NX-C18  
 Table 1. Comparison of retention times of Pg3Rut and Pg3,5diGlu in five stationary phases of various grades in the mobile phase of 12 vol.% acetonitrile and 2 vol. % of orthophosphoric acid in water according to relative retention relationships found for the stationary phase of Gemini NX-C18

| Марка стационарной фазы | Pg3Rut                                |                                       |              | Pg3,5diGlu                            |                                       |              |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|
|                         | <i>t</i> <sub>R</sub> (эксп.),<br>мин | <i>t</i> <sub>R</sub> (расч.),<br>мин | ошибка,<br>% | <i>t</i> <sub>R</sub> (эксп.),<br>мин | <i>t</i> <sub>R</sub> (расч.),<br>мин | ошибка,<br>% |
| Symmetry C18            | 7.52                                  | 7.46                                  | -0.8         | 3.41                                  | 3.52                                  | 3.3          |
| InterSustain C18        | 18.17                                 | 20.4                                  | 12.3         | 7.23                                  | 7.96                                  | 10.1         |
| Eclipse XDB-5C18        | 9.22                                  | 9.76                                  | 5.9          | 4.17                                  | 4.47                                  | 6.1          |
| Kromasil 100-5C18       | 11.87                                 | 12.63                                 | 6.4          | 5.08                                  | 5.41                                  | 6.6          |
| Диасфер 110-C18NT       | 10.07                                 | 9.93                                  | -1.5         | 10.07                                 | 9.93                                  | 2.4          |

с различной активностью остаточных силианольных групп модифицированных силикагелей. Но в целом метод может быть использован для предварительного отнесения пиков.

При оценке вклада каждого из компонентов в составе сложных смесей реальных растительных экстрактов при отсутствии всех стандартных веществ принято использовать метод внутренней нормировки по площадям пиков на хроматограмме. Так, например, в работе [10] при

определении состава антоцианов в плодах граната из-за отсутствия стандартных образцов всех необходимых веществ градуировку проводили только по цианидин-3-глюкозиду хлориду, а концентрацию остальных веществ пересчитывали по площадям пиков в пересчете на Cy3Glu. При этом следует учитывать, что более корректным вариантом расчета доли, приходящейся на антоциан *i*,  $a(i)$ , является использование площадей пиков веществ, *S(i)*, записанных при максимуме оптической плотности для каждого из них.

Таблица 2. Состав антоцианов экстрактов, рассчитанный без учета поправочных коэффициентов и с учетом

Table 2. Composition of anthocyanin extracts, calculated without taking into account secondary coefficients and taking into account

| Растительный объект    | Тип расчета | Dp3Glu | Dp3Rut | Cy3,5diGlu | Cy3Glu | Cy3Rut | Pg3,5diGlu | Pg3Glu | Pg3Rut | Pg3MalGlu | Pn3,5diGlu |
|------------------------|-------------|--------|--------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|-----------|------------|
| Плоды земляники        | исх.        | -      | -      | -          | 2.8    | -      | -          | 86.4   | 0.6    | 10.2      | -          |
|                        | испр.       | -      | -      | -          | 2.3    | -      | -          | 86.8   | 0.6    | 10.3      | -          |
| Плоды барбариса        | исх.        | 8.8    | -      | -          | 35.5   | -      | -          | 55.7   | -      | -         | -          |
|                        | испр.       | 8.0    | -      | -          | 32.4   | -      | -          | 59.7   | -      | -         | -          |
| Плоды вишни войлочной  | исх.        | -      | -      | -          | 10.3   | -      | -          | 3.3    | 86.4   | -         | -          |
|                        | испр.       | -      | -      | -          | 8.9    | -      | -          | 3.4    | 87.7   | -         | -          |
| Цветки тюльпана        | исх.        | -      | 8.8    | -          | -      | 34.6   | -          | -      | 56.6   | -         | -          |
|                        | испр.       | -      | 8.0    | -          | -      | 31.5   | -          | -      | 60.5   | -         | -          |
| Плоды костяники        | исх.        | -      | -      | -          | 1.0    | 7.4    | -          | 5.2    | 86.4   | -         | -          |
|                        | испр.       | -      | -      | -          | 0.8    | 6.4    | -          | 5.3    | 87.5   | -         | -          |
| Цветки розы оранжевой  | исх.        | -      | -      | 1.1        | -      | -      | 79.6       | 1.1    | -      | -         | -          |
|                        | испр.       | -      | -      | 0.8        | -      | -      | 85.1       | 1.0    | -      | -         | -          |
| Цветки пеларгонии алои | исх.        | -      | -      | 1.1        | -      | -      | 79.6       | -      | -      | -         | 19.3       |
|                        | испр.       | -      | -      | 0.8        | -      | -      | 85.1       | -      | -      | -         | 14.1       |

При определении состава веществ с близкими электронными спектрами поглощения такая поправка не нужна [20]. Результаты с учетом и без учета поправочных коэффициентов по определению мольной доли (в %) индивидуальных антоцианов в исследованных смесях представлены в табл. 2.

### Заключение

Предложены образцы доступных растительных материалов для приготовления растворов для качественного определения

антоцианов – производных наименее распространенного антоцианидина – пеларгонидина в виде наиболее часто встречающихся гликозидов. Приготовленные экстракты могут храниться в бытовом холодильнике в течение более 1 года

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет известных финансовых конфликтов интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на работу, представленную в этой статье.

2020; 75: 754-758.  
<https://doi.org/10.1134/S1061934820060064>

5. Deineka V.I., Oleinits E.Yu., Kul'chenko Ya.Yu., Blinova I.P., Deineka L.A. *J. Anal. Chem.* 2020; 75: 1443-1450.  
<https://doi.org/10.1134/S1061934820090087>

6. Deineka V.I., Oleinits E.Yu., Kulchenko Ya.Yu., Blinova I.P., Deineka L.A. *Russ. J. Phys. Chem. A.* 2021; 95: 1729-1734.  
<https://doi.org/10.1134/S0036024421080094>

7. Dejneka L.A., Blinova I.P., Kul'chenko Ya.I., Ozer P.S., Saenko I.I., Dejneka V.I. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya.* 2016; 2: 16-20 (In Russ.)

### Список литературы/References

- Lee J., Rennaker C., Wrolstad R.E. *Food Chem.* 2008; 110: 782-786. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.010>
- Lee J., Durst R.W., Wrolstad R.E. *J. AOAC Intern.* 2005; 88: 1269-1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- Rivas-Gonzalo J.C., Gutierrez Y., Hebrero E., Santos-Buelga C. *Am. J. Enol. Vitic.* 1992; 43: 210-214. <https://doi.org/10.5344/ajev.1992.43.2.210>
- Deineka L.A., Sidorov A.N., Deineka V.I. Kul'chenko Ya.Yu., Blinova I.P., *J. Anal. Chem.*



8. ZHbanova E.V., Luk'yanchuk I.V., Pak N.A. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i inovacii*. 2016; 3: 241-253 (in Russ.)
9. Karaaslan N.M., Yaman M. *Intern. J. Food Prop.* 2017; 20: S2313-S2322. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1368548>
10. Bridle P., Garcia-Viguera C. *Food Chem.* 1997; 59: 299-304. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00176-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00176-8)
11. Aaby K., Mazur S., Nes A., Skrede G. *Food Chem.* 2012; 132: 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037>
12. Comandini P., Blanda G., Cardinali A., Cerretani L., Bendini A., Caboni M. *J. Sep. Sci.* 2008; 31: 3257-3264. <https://doi.org/10.1002/jssc.200800199>
13. da Silva F.L., Escribano-Bailón M.T., Alonso J.P., Rivas-Gonzalo J.C., Santos-Buelga C. *LWT - Food Sci. Technol.* 2007; 40: 374-382. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018>
14. Tamura H., Takada M., Yoshida Y. Nyoho. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 1995; 59(6): 1157-1158. <https://doi.org/10.1271/bbb.59.1157>
15. Sorokopudov V.N., Hlebnikov V.A., Dejneka V.I. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2005; 4: 57-60. (In Russ.)
16. Deineka, V.I., Deineka, L.A., Selemenev, V.F., Chulkov, A.N., Kulchenko, Y.Y. VEZHKH. *Sorbtionnye i hromatograficheskie processy*. 2016.; 16: 464-471. (In Russ.)
17. Cao J., Jiang Q., Lin J., Li X., Sun C., Chen K. *Food Chem.* 2015; 173: 855-863. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.094>
18. Deineka V.I., Deineka L.A., Saenko I.I. *J. Anal. Methods Chem.* 2015; 2015: ID 732918. <https://doi.org/10.1155/2015/732918>
19. Gardeli C., Varela K., Krokida E., Mallouchos A. *Medicines*. 2019; 6: 90. <https://doi.org/10.3390/medicines6030090>
20. Siriwoharn T., Wrolstad R.E., Finn C.E., Pereira C.B.J. *Agric. Food Chem.* 2004; 52: 8021-8030. <https://doi.org/10.1021/jf048619y>

## Информация об авторах / Information about the authors

**И.П. Блинова** – доцент кафедры общей химии, кандидат химических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия, e-mail: [blinova@bsuedu.ru](mailto:blinova@bsuedu.ru)

**В.И. Дейнека** – профессор кафедры общей химии, доктор химических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия, e-mail: [deineka@bsuedu.ru](mailto:deineka@bsuedu.ru)

**В.Ф. Селеменев** – профессор кафедры аналитической химии, доктор химических наук, Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

**Д.Н. Блинов** – аспирант кафедры общей химии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия, e-mail: [1466805@bsuedu.ru](mailto:1466805@bsuedu.ru)

**Л.А. Дейнека** – доцент кафедры общей химии, кандидат химических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия, e-mail: [deyneka@bsuedu.ru](mailto:deyneka@bsuedu.ru)

**Ань Ван Нгуен** – преподаватель факультета пищевых технологий, кандидат химических наук, Пищевой Промышленный Университет Хошимина, Вьетнам, [anhnv@hufi.edu.vn](mailto:anhnv@hufi.edu.vn)

**I.P. Blinova** – Docent of General Chemistry Department. Dr. Ph.(Chemistry), Belgorod State University, Belgorod, Russian Federation, e-mail: [blinova@bsuedu.ru](mailto:blinova@bsuedu.ru)

**V.I. Deineka** – Professor of General Chemistry Department. Dr. Sci.(Chemistry), Belgorod State University, Belgorod, Russian Federation, e-mail: [deineka@bsuedu.ru](mailto:deineka@bsuedu.ru)

**V.F. Selemenev** – Professor of Analytical Chemistry Department, Dr. Sci.(Chemistry), Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

**D.N. Blinov** – PhD student, Department of General Chemistry, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation, e-mail: [1466805@bsuedu.ru](mailto:1466805@bsuedu.ru)

**L.A. Deineka** – Docent of General Chemistry Department. Dr. Ph.(Chemistry), Belgorod State University, Belgorod, Russian Federation, e-mail: [deyneka@bsuedu.ru](mailto:deyneka@bsuedu.ru)

**Yan Van Nguyen** – a lecturer at the Faculty of Food Technology, PhD in Chemistry, Ho Chi Minh City Food Industry University, Russian Federation, [anhnv@hufi.edu.vn](mailto:anhnv@hufi.edu.vn)

Статья поступила в редакцию 03.01.2025; одобрена после доработки 12.11.2025; принята к публикации 19.11.2025.

The article was submitted 03.01.2025; approved after revision 12.11.2025; accepted for publication 19.11.2025.