

**З. В. Ловкис, член-корреспондент НАН Беларуси,  
заслуженный деятель науки Республики Беларусь,  
доктор технических наук, профессор; И. М. Почницкая,  
кандидат сельскохозяйственных наук; В. Л. Рослик; П. А. Демидюк**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТОЦИАНОВОГО ПРОФИЛЯ**

**Аннотация.** В работе исследованы антоциановые профили соков и соковой продукции методом ВЭЖХ. Проведен сравнительный анализ полученных антоциановых профилей с профилями, полученными для соков из одноименных фруктов и ягод, с целью установления подлинности напитков. Подтверждение идентифицируемых антоцианов проводили с помощью полученных масс-спектров. Доказано, что антоциановый профиль является важным критерием качества, актуальным и показательным не только для соков, но и для другой соковой продукции (пюре, сокосодержащих напитков и др.), изготовленной из фруктов и ягод красного, синего и фиолетового цветов.

**Ключевые слова:** антоцианы, соковая продукция, ВЭЖХ.

**Z. V. Lovkis, Corresponding Member NAS of Belarus, Honored Scientist  
of the Republic of Belarus, PhD of Technical Sciences, Professor, I. M. Pochitskaya,  
V. L. Roslik, P. A. Demidyuk**

*The Research and Practical Centre of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Foodstuffs, Minsk, Belarus*

### **INTERPRETATION OF THE RESULTS OF MONITORING STUDIES OF JUICE PRODUCTS TO DETERMINE ANTHOCYANINS**

**Abstract.** Anthocyanins were explored in juice products by HPLC. Discovered anthocyanins were compared with anthocyanins obtained for juices out of berries and fruits of the same kind to identify the authenticity of juice products. An availability of anthocyanins was proved by MS-spectrums. It is confirmed that anthocyanins composition is an important quality indicator, relevant and indicative not only for juices, but also for other juice products: puree, juice drinks and other products made from berries and fruits of red, blue and purple colors.

**Keywords:** anthocyanins, juice products, HPLC.

Спрос на натуральные соки увеличивается с каждым днем, а следовательно, возрастает и актуальность проблем, связанных с определением подлинности соков и соковой продукции. В целях установления соответствия соковой продукции своему наименованию идентификация соковой продукции осуществля-

ется путем совокупной оценки физико-химических, органолептических и других показателей. Одним из показательных методов исследования подлинности соков является метод определения антоцианов.

Антоцианы – это растительные водорастворимые пигменты, которые обуславливают красную, синюю, фиолетовую окраску фруктов и ягод. Данные вещества относятся к классу флавоноидов и представляют собой окрашенные растительные гликозиды антоцианидинов (рис. 1). Антоцианины повышают стрессоустойчивость растений, предотвращают повреждение фотолabileльных молекул и фотосинтетического аппарата растительной клетки от избыточного солнечного излучения [1–3].

Различные фрукты и ягоды имеют особенный характерный антоциановый профиль, т. е. набор основных специфических, индивидуальных антоцианинов. Конкретный вид антоцианидина зависит от состава радикалов  $R_1$  и  $R_2$  (табл. 1) [2, 4, 5]. Например, для граната и продукции из него характерны Dpd-3,5-diglu, Dpd-3-glu, Cyd-3,5-diglu, Cyd-3-glu, также могут присутствовать в малых количествах Pgd-3,5-diglu и Pgd-3-glu [2, 6]. А для малины и продукции из нее специфичными являются Cyd-3-sop, Cyd-3-glu rut, Cyd-3-glu, Cyd-3-rut [2, 7–9].

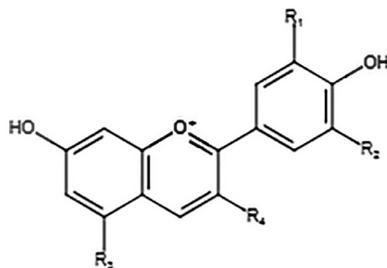


Рис. 1. Общая структурная формула антоцианидинов

Таблица 1. Виды антоцианидинов в зависимости от состава радикалов

Вид антоцианидина	Состав радикала		Сокращенное наименование
	$R_1$	$R_2$	
Пеларгонидин	H	H	Pgd
Цианидин	OH	H	Cyd
Пеонидин	OCH <sub>3</sub>	H	Pnd
Дельфинидин	OH	OH	Dpd
Петунидин	OCH <sub>3</sub>	OH	Ptd
Мальвидин	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	Mvd
$R_3, R_4$ – H или гликозиды			

Таким образом, по наличию в соке антоцианов, специфичных для фрукта или ягоды, можно судить о подлинности продукции, а при наличии неспецифичных антоцианов можно предположить: с какими соками или экстрактами, произведенными из других фруктов, был купажирован исследуемый сок. Рассмотрим данную возможность в реальных условиях.

Объектами исследования явились соки и соковая продукция (нектар, морс, сокосодержащий напиток, др.), изготовленные из ягод и фруктов, имеющих синюю, фиолетовую, красную окраску. Антоциановый состав был определен методом ВЭЖХ. В работе использовали высокоэффективный жидкостной хрома-

Таблица 2. Полученные результаты и индивидуальные профили

Наименование сырья/ продукта	Относительное содержание антоцианов, %													
	Dpd-3-glu	Syd-3-sop	Syd-3-glu-tut	Dpd-3-tut	Syd-3-gal	Syd-3-glu	Syd-3-rut	Pnd-3-gal	Pgd-3-glu	Pnd-3-glu	Pgd-3-ara	Pnd-3-ara	Pgd-3-ara	Pnd-3-ara
Черная сородина	15-45	-	-	15-45	-	0-15	15-45	-	-	-	-	-	-	-
Сок черносородинового концентрированный	Не обн.	-	-	Не обн.	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Сок яблочно-смородиновый прямого отжима	Не обн.	-	-	29	-	24	48	-	-	-	-	-	-	-
Сок концентрированный черносородинового	Не обн.	-	-	Не обн.	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Сок черносородинового	8	-	-	53	-	Не обн.	39	-	-	-	-	-	-	-
Вишня	-	0-15	>45	-	-	0-15	15-45	-	-	-	-	-	-	-
Сок вишневый концентрированный	-	Не обн.	Не обн.	-	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Нектар вишневый	-	Не обн.	Не обн.	-	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Напиток сокодержатель вишневый	-	Не обн.	Не обн.	-	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Сок яблочно-вишневый прямого отжима	-	6	64	-	-	7	23	-	-	-	-	-	-	-
Малина	-	15-45	0-15	-	-	15-45	0-15	-	-	-	-	-	-	-
Сок малиновый концентрированный	-	Не обн.	Не обн.	-	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Сок малиновый	-	Не обн.	Не обн.	-	-	Не обн.	Не обн.	-	-	-	-	-	-	-
Клубника	-	-	-	-	-	0-15	-	-	-	>45	-	-	0-15	-
Сок клубничного концентрированный	-	-	-	-	-	Не обн.	-	-	-	Не обн.	-	-	Не обн.	-
Сок клубничного	-	-	-	-	-	Не обн.	-	-	-	Не обн.	-	-	Не обн.	-
Брусника	-	-	-	-	-	>45	0-15	-	-	-	0-15	-	-	-
Морс брусничного	-	-	-	-	-	51	7	-	-	-	15	-	-	-
Клюква	-	-	-	-	-	15-45	0-15	-	-	-	15-45	-	0-15	15-45
Морс клюквенный	-	-	-	-	-	20	1	-	-	-	42	-	11	6

тограф Acella с диодно-матричным и масс-селективным детекторами, колонку Therma Scientific Hypersil Gold C8 3 мкм, 4,6 мм, 100 мм. Были установлены следующие условия хроматографирования: температура термостата колонки составляла 30 °С; объем инъекции – 10 мкл; элюирование в градиентном режиме в течение – 60 мин; состав элюента: смесь метанол и 5 %-ная муравьиная кислота, скорость подачи элюента – 200 мкл/мин. Детектирование проводили при длине волны 520 нм. Идентификацию пиков основных специфических, индивидуальных антоцианинов осуществляли по абсолютным временам удерживания, путем сравнения полученных хроматограмм соковой продукции с профилями антоцианинов сока, полученного из одноименных фруктов, либо с профилями антоцианинов из литературных данных [2–12], подтверждение проводили с помощью масс-детектора по молекулярным массам исследуемых веществ. Все исследуемые образцы соковой продукции были разделены на группы в зависимости от предполагаемого исходного сырья. Полученные результаты а также аутентичные антоциановые профили, характерные для данного фрукта или ягоды, приведены в табл. 2 [2].

Исходя из представленных данных, видно, что во всех исследуемых образцах соковой продукции из малины, клубники не обнаружен ни один специфический антоцианин (рис. 2). Следовательно, для изготовления данной соковой продукции малина, клубника в качестве сырья не использовались, т. е. данные напитки не являются подлинными. Аналогичная ситуация с некоторыми образцами из черной смородины и вишни.

В то же время исследуемые образцы соковой продукции из брусники, клюквы, а так же соки яблочно-смородиновый, яблочно-вишневый и черносмородиновый являются подлинными. Полученные антоциановые профили прекрасно коррелируют с профилями, характерными для сырья, а полученные показания масс-детектора полностью подтверждают наличие определенных антоцианов. Например, на рис. 3 представлен антоциановый профиль клюквы и морса клюквенного, где наглядно показана подлинность исследуемого образца морса. Однако стоит отметить, что на антоциановый профиль плодов и относительные содержания индивидуальных антоцианинов влияет много факторов: сроки сбора, виды растения, климатические и географические условия и др. Несмотря на это, основные мажорные компоненты все же будут отличительными характеристиками.

Таким образом, интерпретация полученных результатов антоцианового профиля сводится к сравнению его с профилями сырья (ягод, плодов, пр.). Как было доказано, антоциановый состав достаточно эффективный и показательный критерий оценки качества и подлинности соковой продукции, изготовленной из фруктов и ягод красного, синего и фиолетового цветов.

Несмотря на влияние побочных факторов, для отдельных видов сырья характерны наборы специфических особенных антоцианинов в определенных соотношениях между ними, что позволяет не только идентифицировать основное сырье, но и, с некоторой долей вероятности, определить возможные добавки продуктов переработки иных фруктов или ягод.

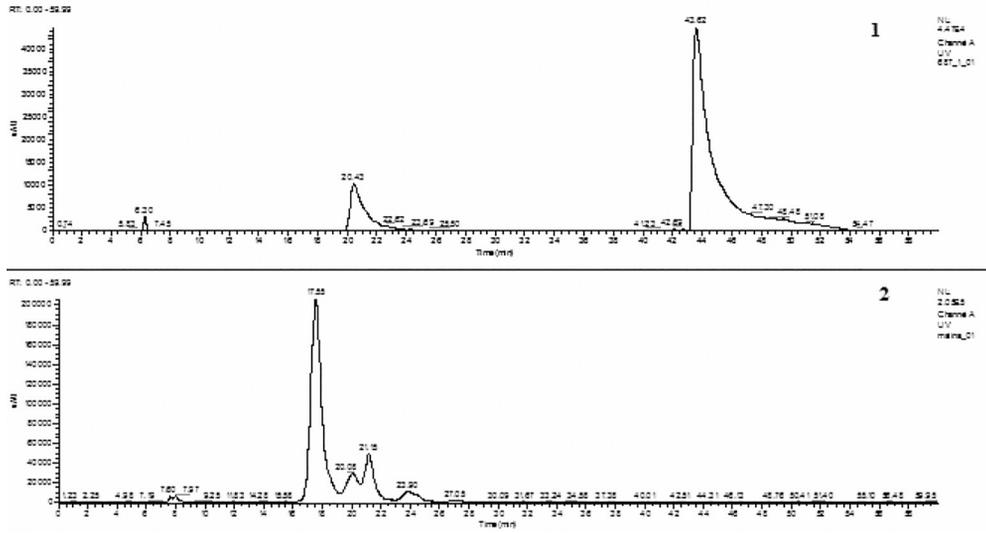


Рис. 2. Антоциановые профили образца сока малинового концентрированного (1) и малины (2)

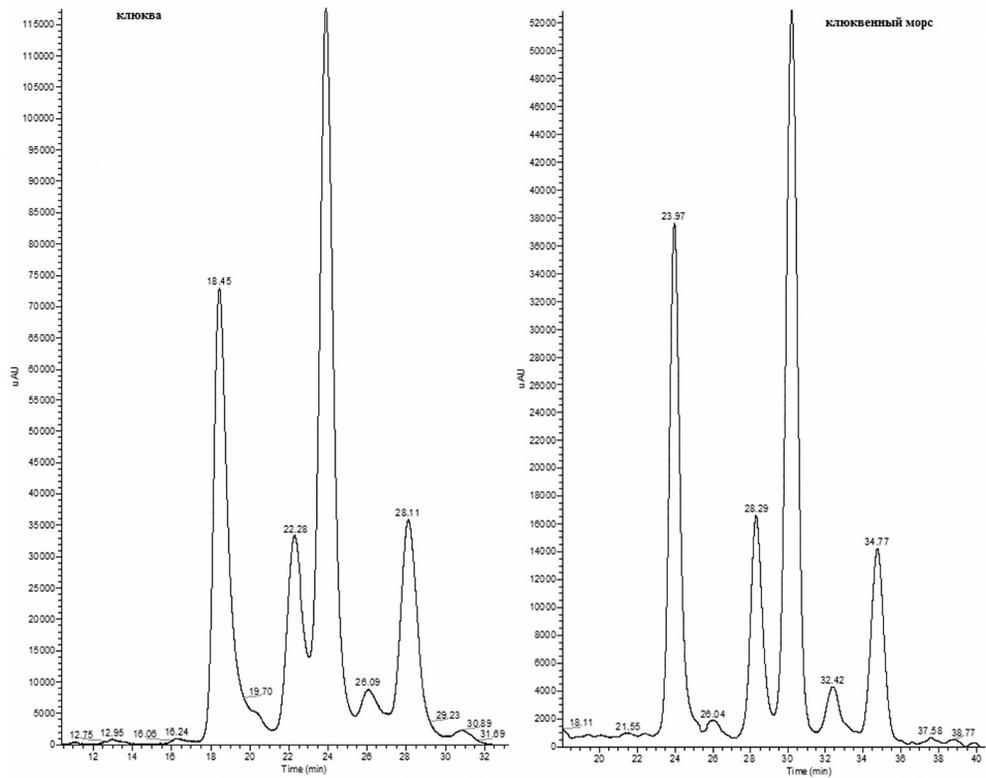


Рис. 3. Антоциановые профили клюквы и клюквенного морса

### Список использованных источников

1. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* / Н. Ю. Колбас [и др.] // *Весті Нац. акад. навук Беларусі. Серыя біял. навук.* – 2012. – № 1. – С. 5–10.
2. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов: ГОСТ 32709-2014. Введ. 01.01.2016. – Минск : Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 18 с.
3. High performance liquid chromatography analysis of wine anthocyanins revisited: Effect of particle size and temperature / A. deVilliers [et al.] // *J. of chromatography A.* – 2009. – № 1216. – P. 3270–3279.
4. Identification of anthocyanin pigments in strawberry (cv Camarosa) by LC using DAD and Esi-MS detection / F. Lopes-da-Silva [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* – 2002. – № 214. – P. 248–253.
5. Anthocyanin pigments in strawberry / F. Lopes-da-Silva [et al.] // *LWT.* – 2007. – № 40. – P. 374–382.
6. Anthocyanin profile and antioxidant activity of freshly squeezed pomegranate (*Punica granatum* L.) juices of Sicilian and Spanish provenances / A. Todaro [et al.] // *Ital. J. Food Sci.* – 2016. – Vol. 28. – P. 464–479.
7. Stoy, A. Comparative analysis of anthocyanin composition of juice obtained from selected of berry fruits / A. Stoy, A. Malik, Z. Tangonski // *Pol. J. Food Nutr. Sci.* – 2006. – Vol.15/56, № 4. – P. 401–407.
8. Electrochemical behavior and antioxidant capacity of anthocyanins from Chilea red wine, grape and raspberry / M. J. Aguirre [et al.] // *Food chemistry.* – 2010. – № 121. – P. 44–48.
9. Исследование атоцианинов 11 сортов ремонтантной малины / В. И. Дейнек [и др.] // *Научные ведомости. Серия Естественные науки.* – 2012. – № 21 (140). – Вып. 21/1. – С. 149–153.
10. Антоцианы плодов черной смородины Москвы и Санкт-Петербурга / Л. А. Дейнека [и др.] // *Научные ведомости. Серия Естественные науки.* – 2011. – № 9 (104). – Вып. 15/2. – С. 271–276.
11. Karaaslan, N. M. Determination of anthocyanins in cherry and cranberry by high-performance liquid chromatography – electrospray ionization – mass spectrometry / N. M. Karaaslan, M. Yaman // *Eur. Food Res. Technol.* – 2016. – № 242. – P. 127–135.
12. Urinary excretion of anthocyanins in humans after cranberry juice ingestion / R. Ohnishi [et al.] // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2006. – № 70(7). – P. 1681–1687.