

## СОПОСТАВЛЕНИЕ АНТОЦИАНОВОГО СОСТАВА ПЛОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СМОРОДИН

**В.Н. Сорокопудов, В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека, Е.И. Шапошник**

*Белгородский государственный университет, ул. Победы, 85,  
Белгород, 308015 (Россия) E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru*

Значение химических соединений, экстрагируемых из растительных материалов в хемосистематике растений, общеизвестно. Антоцианы – важнейшие из флавоноидов, отвечающие за окраску плодов и в ряде случаев осенних листьев, также могут представлять большой интерес в поиске генетических связей растений, если учесть, что чистые линии видов или сортов могут быть труднодоступными.

Среди смородин хорошо исследован антоциановый состав *Ribes nigrum* L. Обычно выделяют четыре основных антоциана: 3-рутинозиды и 3-глюкозиды дельфинидина и цианидина с преобладанием первых веществ в указанных парах. Сопоставление антоцианов плодов этого растения с антоцианами крыжовника (*Grossularia reclinata* var. *vulgare* (L.) Mill. – смесь сортов) и йошты (табл. 1) показывает, что гибрид наследует признаки обеих материнских форм. Если в плодах крыжовника окраска обусловлена 3-рутинозидом и 3-глюкозидом практически исключительно цианидина, то в окраске плодов йошты заметно усиливается роль дельфинидиновых производных, причем соотношение антоциановых компонентов промежуточное между *R. nigrum* и *Gr. reclinata*.

В плодах смородины золотистой относительно велика доля 3-глюкозидного производного цианидина а доля дельфинидиновых компонент в ряде образцов сводится к минорным компонентам. Смородина американская по соотношению глюкозидных и рутинозидных гликозидов в плодах ближе к черной смородине.

Таблица 1. Антоциановый состав плодов смородин (урожай 2004 г.)

Растение	Доля антоцианов по площади пиков, %				Содержание антоцианов, г на 100 г	
	Dp Glu	Dp Rut	Cy Glu	Cy Rut	плодов	кожуры*
<i>R. nigrum</i>	13,4±4,6	53,0±5,0	5,0±1,1	28,6±12,6	0,16±0,05	0,86±0,12
<i>G. reclinata</i>	0	0	66,5	33,5	–	–
<i>Йошты</i>	8,2	19,0	13,2	59,6	–	0,17±0,05
<i>R. americanum</i>	4,9±1,6	11,3±2,0	17,7±3,8	66,0±3,5	0,47±0,14	4,7±1,7
<i>R. aureum</i>	2,4±1,8	1,4±0,7	42,2±3,8	52,0±4,0	–	–

Антоцианы смородин, по недавним исследованиям, важны для целого ряда важнейших функций организма человека, включая зрительный аппарат. По этой причине они рассматриваются как важнейшие природные источники биологически активных веществ для создания БАД (биологически активных добавок). Однако, как важнейшие природные антиоксиданты, антоцианы сами могут разрушаться при обработке исходного материала. Так, простая сушка черники (одной из наиболее богатых антоцианами ягод) приводит к потерям до 80% антоцианов. Однако проведенные нами исследования показали, что сушка кожуры плодов при комнатных условиях вне доступа прямого солнечного света позволяет подготовить материал для дальнейшей промышленной переработки с потерями (по антоцианам), не превышающими 10%. При этом содержание антоцианов в высушенной до воздушно-сухого состояния кожуре плодов смородины американской оказалось наибольшим (табл. 1). Найдено также, что при экстракции удобно использовать не испаряющуюся при сушке лимонную кислоту (по сравнению с соляной, муравьиной и уксусной кислотами), что позволяет снизить потери пигментов до 5%. Нами была исследована возможность использования экстракта плодов черной смородины для окраски минеральных вод с целью замены синтетических пигментов. При этом были получены хорошие результаты – несмотря на то, что антоцианы обладают особой устойчивостью в сильноокислых средах и не столь стабильны при средних pH (4–8), стабильность окраски вод оказалась достаточно высокой (сохранность – более 50% в течение полугода хранения при доступе прямого солнечного света и в негерметичных условиях).

Если черной смородине посвящено относительно большое число публикаций в научной литературе, то работ, посвященных красной и другим видам смородин, немного. Вероятно, это связано с более сложным составом антоцианов и определенными трудностями в их разделении и анализе. Однако практически все трудности отпадают при использовании разработанного нами метода анализа относительного удерживания. Антоциановый состав плодов оказался более разнообразным по гликозидным радикалам, находящимся в 3-положении (практически исключительно) цианидина. Многообразие гликозидов обусловлено добавлением в положение 2 глюкозидного фрагмента молекул глюкозы (Су-3-2<sup>G</sup>Rut) или ксилозы (Су-3-2<sup>X</sup>Rut), кроме того, в ряде случаев заметны 3-самбубиозидное (Су-3-Sam) и 3-софорозидное (Су-3-Sopho) производные (табл. 2).

Сложность исследования антоцианового комплекса связана, во-первых, с тем, что при созревании (в отличие от плодов черной смородины) изменяется количественное соотношение между индивидуальными компонентами. Например, для любительских сортов красной смородины, собранных в традиционный для Белгорода срок (июль), характерно заметное преобладание Су-3-2<sup>X</sup>Rut, в то же время в плодах, оставленных на растении вплоть до заморозков, доля Су-3-2<sup>G</sup>Rut заметно возросла. Во-вторых, существенной проблемой является чистота соответствующих видов смородин, плоды которых были исследованы. Так, для двух образцов *Ribes athropurpureum*, выращенных в Новосибирской области, основные антоцианы были образованы с участием глюкозы – Су-3-2<sup>G</sup>Glu и даже 3-софорозид, то в образцах ягод, полученных из ВНИИСПК (г. Орел), превалировали гликозиды с участием ксилозы.

По абсолютному содержанию антоцианов плоды красной смородины заметно уступают черной смородине – от 15 до 30 мг в 100 г плодов (в пересчете на цианидина 3-гликозид), впрочем, в гибридных сортах красной смородины, выращенной в ВНИИСПК, найдено более 100 мг антоцианов.

Таким образом, плоды смородин являются важными источниками антоцианов для промышленного получения природных красителей для медицинской и пищевой промышленности, а исследование наследования антоцианового состава пигментов может иметь важное значение для целенаправленного получения сортов с заданными свойствами.

Таблица 2. Антоциановый состав плодов некоторых видов смородин (урожай 2004 г.)

Вид смородины	Доля гликозидов по площади пиков на хроматограмме, %					Не идентифицированы
	3-гликозидов цианидина					
	Sopho	2 <sup>G</sup> Rut	Sam	2 <sup>X</sup> Rut	Rut	
<i>R. rubrum</i> *	1,3	10,4	4,3	68,5	13,0	2,5
<i>R. rubrum</i> **	1,3	25,6	2,5	59,7	10,3	0,6
<i>R. athropurpureum</i> (Б-15)	10,7	74,4	3,5	8,0	2,5	0,9
<i>R. athropurpureum</i> (Б-17)	11,3	75,0	4,0	8,3	1,3	0,1
<i>R. athropurpureum</i> ***	Сл.	<0.1	12.7	64.2	21.6	1.5
<i>R. petreum</i>	1.8	33.6	7.1	42.1	14.5	0.9
<i>R. Meyeri</i>	Сл.	Сл.	6,5	84,6	8,7	0,2
<i>R. alpinum</i> (А-1)	Сл.	1,0	16,5	76,7	5,7	0,1
<i>R. alpinum</i> (А-2)	Сл.	1,2	2,8	44,1	51,6	0,3

\* Сбор в июле. \*\* Сбор в октябре. \*\*\* Плоды из ВНИИСПК (г. Орел).