

-
- D. L. Urch. – Blackdow Publications, 1999. – 123 p.
6. Muzychkina, R.A. Natural Anthraquinones. Biological properties and physicochemical characteristics / Ed. by G.A. Tolstikov. - Moscow: PHASIS, 1998. – 864 p.

COMPARATIVE QUALITATIVE ANALYSIS OF LEAVES OF ALOE ARBORESCENS AND LEAVES OF ALOE VERA

Glushchenko S.N., Shmygareva A.A., Kurkin V.A.

OrSMU, Orenburg, Russia, svetlana94g@gmail.com,
a.shmygareva@mail.ru, Kurkinvladimir@yandex.ru

A comparative qualitative analysis of the leaves of *Aloe arborescens* L. and *Aloe vera* L. leaves using thin layer chromatography and UV spectrophotometry was carried out. As a result of the qualitative analysis, substances that are related to anthracenederivatives were found.

АНТОЦИАНЫ НЕТРАДИЦИОННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Дейнека В.И., Сидоров А.Н., Кульченко Я.Ю., Дейнека Л.А., Тохтарь В.К., Дроголова Н.А.

ФГАОУВО Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Белгород, Россия,
deineka@bsu.edu.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы образования антоцианов в нетрадиционных растительных источниках и возможности их практического использования.

Среди вторичных метаболитов класса флавоноиды антоцианы занимают особое место благодаря структурным особенностям (существование нескольких рН-зависимых форм), высокой растворимости в воде, высокому антиоксидантному потенциалу и красящим способностям. Это позволяет использовать антоцианы в качестве эффективных и безвредных для организма (кроме индивидуальной непереносимости) растительных красителей для пищевой и фармацевтической промышленности.

Среди множества растений с активным биосинтезом антоцианов обычно обращают внимание на плоды - черники,

аронии мичурина, интенсивно окрашенных сортов винограда, жимолости съедобной, черной смородины, ежевики и т.д. При этом экстракция антоцианов из отходов переработки винограда имеет прямой смысл, а необходимость экстракции антоцианов из плодов черники для приготовления профилактических офтальмологических препаратов уже достаточно условна, поскольку на благоприятный для зрения эффект именно от употребления черничного джема было изначально обращено внимание. Поэтому интенсивно окрашенные от красного до фиолетового цвета плоды могут быть рекомендованы для прямого употребления в пищу без сложных переработок, при которых потери действующих веществ неизбежны по различным причинам. Впрочем, и хранение плодов также имеет свои особенности, без учета которых степень разрушения антоцианов в них при хранении может оказаться очень высокой.

К нетрадиционным источникам антоцианов можно отнести не только несъедобные части растений с высоким естественным уровнем накопления антоцианов, но и потенциально съедобные цветы, листья и даже плоды растений, употребление которых в пищу не характерно для данной местности. В этом случае переработка с экстракцией становятся обязательными процедурами.

Листья растений. Нами были исследованы краснолистные формы растений из коллекции Ботанического сада НИУ БелГУ. Листья листопадных растений относятся к возобновляемым природным источникам антоцианов и других фенольных соединений, отличающихся, к сожалению, низкой востребованностью в перерабатывающей промышленности. Относительно антоцианов листьев иногда можно встретить мнение о том, что спектр антоцианов обычно ограничен наиболее часто синтезируемым цианидин-3-глюкозидом. Однако, такое мнение весьма ошибочно.

Так, например, хорошо известно, что антоцианы плодов растений трибы яблоневые (*Malaeae*) одинаковы для всех видов трибы и представлены производными только цианидина, что указывает на отсутствие (или неактивность) в цепи биосинтеза флавоноид-3',5'-гидроксилазы (F3',5'H) и метилтрансферазы (MT) при более высокой активности фермента UDP-Gal:антоцианидин 3-O-галактозилтрансферазы по сравнению с UDP-Glc:антоцианидин-3-O-глюкозилтрансферазы. При этом этот же вариант биосинтеза характерен для красных листьев

декоративных яблонь, рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia* и пузыреплодника калинолистного *Physocarpus opulifolius* – в экстрактах обнаруживается доминирующий антоциан – цианидин-3-галактозид при небольших концентрациях двух других, характерных для плодов яблоневых, антоцианов – цианидин-3-глюкозида и цианидин-3-арабинозида. Отметим, что уровень накопления антоцианов в листьях также может быть высоким: у красных листьев рябины обыкновенной концентрация антоцианов достигает 100 мг на 100 г, увеличиваясь примерно вдвое (до 200 мг на 100 г) при переходе к пузыреплоднику калинолистному.

Для косточковых плодов семейства розоцветные накопление цианидин-3-галактозида не характерно – доминирующими, как правило, оказываются 3-глюкозид и 3-рутинозид цианидина с небольшими добавками аналогичных производных пеоницина, что указывает на проявление активности метилтрансферазы. В случае вишни (но не черешни) обнаруживается биосинтез более сложных гликозидов (цианидин-3-глюкозилрутинозида и цианидин-3-софорозида). Но в плодах алычи растопыренной (*Prunus divaricata* Ledeb.) антоциановый состав уникален, объединяя виды, характерные и для семечковых и для косточковых. Это же справедливо и для листьев растения: концентрация антоцианов постепенно уменьшается в ряду цианидин-3-галактозид > цианидин-3-глюкозид > цианидин-3-рутинозид при суммарном уровне накопления антоцианов порядка 340 мг на 100 г (это уже на уровне лучших сортов черной смородины или жимолости). Примерно те же антоцианы обнаруживаются в листьях другого декоративного растения сливы Писсарди (*Prunus cerasifera* Pissardii) при их суммарном уровне накопления около 250 мг на 100 г листьев.

В листьях березы повислой формы краснолистной (*Betula pendula* f. *rubra*), накапливающей порядка 190 мг антоцианов на 100 г свежего материала, видовой состав представлен в основном двумя 3-арабинозидами – дельфинидина и цианидина в сопоставимых количествах. В листьях другого растения семейства березовые - одной из форм лещины (*Corylus avellana* (L.) H. Karst.) уровень накопления антоцианов немногим даже превосходит их содержание в листьях березы (более 200 мг на 100 г свежего материала). И антоциановый состав оказывается не очень простым: комплекс включает цианидин-3-арабинозид и

3-галактозиды цианидина и дельфинидина.

В листьях клена остролистного (*Acer platanoides* L.) сорта «Кримсон кинг», который выращивается не только в Ботаническом саду НИУ БелГУ, но и в нескольких районах Белгорода, уровень накопления антоцианов колеблется в зависимости от многих факторов – от практически полного отсутствия антоцианов до 0.400 мг на 100 г. Основные компоненты: цианидин-3-глюкозид, и уникальное ацилированное производное – цианидин-3-галлоилглюкозид.

Антоциановый состав листьев краснолистной формы декоративного батата представлен в основном производными цианидин-3-софороид-5-глюкозида, ацилированными пара-гидроксibenзойной и кофейной кислотами, включая двойное ацилирование. Концентрация антоцианов в листьях превышает 150 мг на 100 г.

Барбарисы относятся к довольно редким садовым культурам, и особенно это касается краснолистных форм данного растения. В принципе к нетрадиционному сырью можно отнести и плоды этого растения, хотя сбор плодов затруднен колючестью веток многих барбарисов, и поэтому плоды барбарисов обычно остаются на зиму на голых ветвях растения. Сопоставление антоциановых комплексов плодов и листьев видов барбариса показало, что если в плодах обычно доминирующим является пеларгонидин-3-глюкозид, то для листьев характерно накопление чаще всего лишь цианидин-3-глюкозида. Но в листьях пурпурнолистной формы барбариса обыкновенного синтезируется весь набор 3-цианидинов шести основных антоцианидинов (дельфинидина, петунидина, мальвидина, цианидина и пеонидина при небольшом «остатке» производных пеларгонидина), что указывает на потенциальную возможность управления биосинтезом ключевых ферментов для получения форм или межвидовых гибридов с измененной схемой биосинтеза антоцианов. И хотя в целом в листьях краснолистных форм растений уровень накопления антоцианов относительно не высок (100 – 200 мг на 100 г), в сушеных листьях пурпурнолистной формы барбариса оттавского найдено более 950 мг антоцианов на 100 г растительного материала.

Антоцианы потенциально интродуцируемых растений. Пурпурная кукуруза интересна не только тем, что большое количество антоцианов накапливается в плодах, со времен ацтеков использовавшихся для приготовления богатого

антоцианами напитка «chicha morada», но и тем, что очень высокий уровень накопления этих соединений (до 3 г в 100 мг) характерен для не используемых в пищу оберток початков кукурузы и других частей растения. При этом во всех частях растения набор антоцианов одинаков и представлен цианидин-3-глюкозидом, ацилированным малоновой кислотой (включая двойное ацилирование для образцов, выращенных в Белгороде).

Паслен «санберри» (*Solanum retroflexum*) не стал в РФ столь же популярной осенней ягодой, как в Северной Америке, поэтому может рассматриваться как нетрадиционный источник антоцианов (более 500 мг на 100 г свежих плодов), представленных довольно уникальным основным антоцианом цианидин-3-рутинозид-5-глюкозидом, ацилированным пара-кумаровой кислотой. По нашему опыту только в некоторых растениях семейства *Solanaceae* обнаруживается такой продукт частичного метилирования в ряду антоцианов дельфинидинового типа – обычно при высокой степени метилирования производным петунидина сопутствуют производные мальвидина в практически статистически определяемых количествах. Пурпурный картофель только начал свою историю на территории РФ. В корнеплодах отечественного сорта «Аметист» с пурпурной мякотью найдено очень высокое содержание антоцианов – более 1 г на 100 г, представленных традиционными для семейства *Solanaceae* ацилированными пара-кумаровой кислотой 3-рутинозид-5-глюкозидами, но с преобладанием производных мальвидина.

Антоцианы цветков. В ряде случаев цветки могут быть хорошими источниками для промышленного получения антоцианов. Например, для выращивания качественных луковиц тюльпанов после цветения цветки удаляют, но они могут быть использованы для промышленного получения антоцианов даже после потери цветками декоративности. Аналогичное справедливо для роз и других растений.

ANTHOCYANINS OF NON COMMON PLANT SOURCES

Deineka V.I., Sidopov A.N., Kulchenko Y.Y., Deineka L.A., Tokhtar V.K., Drogolova N.A.

Belgorod National Research University, Belgorod, RF,
deineka@bsu.edu.ru

Attention was paid to noncommon (nonedible) plant sources of anthocyanins as alternative to fruit anthocyanin. First type of the sources is

presented by red leaves of decorative trees of collection of Botanical Garden of the University, represented by that of *Sorbus aucuparia*, *Physocarpus opulifolius*. *Prunus divaricate*, *Betula pendula* f. *rubra*, *Corylus avelana* and *Acer platanooides* being annually renewable sources not utilized till now. Especially are discussed the possibility of anthocyanins extraction from nonedible parts of purple corn, as well from fruits of *Solanum retroflexum* and from purple potato tubers being noncommon for RF and from flowers. For all the sources total anthocyanin accumulation was determined and types of anthocyanins were identified by HPLC with spectrophotometric and mass-spectrometric detection.

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

**Дружинина А.С.¹, Боголицын К.Г.^{1,2}, Овчинников Д.В.¹,
Каплицин П.А.¹, Паршина А.Э.¹, Шульгина Е.В.¹**

¹ Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия, annadruzhinina27@yandex.ru

² Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики, Архангельск, Россия, k.bogolitsin@narfu.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования по выделению, фракционированию и характеристике полифенолов арктических бурых водорослей. Разработана схема селективного извлечения полифенольного комплекса из бурых водорослей. С использованием современных аналитических методов анализа получены новые данные о структуре, функциональной природе и полимолекулярных свойствах флоротаннинов бурых водорослей. Установлена зависимость антиоксидантной активности от молекулярной массы.

Арктические бурые водоросли являются уникальным по составу сырьем для получения целого ряда веществ, обладающих широким спектром потребительских свойств. Наиболее значимыми соединениями, определяющими ярко выраженные антиоксидантные свойства бурых водорослей, являются полифенолы (ПФ), а именно полимеры флороглюцина – флоротаннины [1]. Однако, несмотря на высокую