

УДК 54.057:615.322

ИССЛЕДОВАНИЯ АНТОЦИАНОВОГО КОМПЛЕКСА ЯГОД, ПРОШЕДШИХ КРИООБРАБОТКУ

¹Бутенко Л.И., ²Подгорная Ж.В.

¹Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Пятигорск,
e-mail: Polechka2802@yandex.ru;

²Представительство BRACCO Group в России, Пятигорск, e-mail: podgornaya_janna@mail.ru

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме полноценного питания, которое определяется не только энергетической ценностью пищи, но и обеспеченностью витаминами, пектиновыми веществами, микро- и макроэлементами. В качестве исследовательской задачи была сделана попытка оценить содержание антоцианов в ягодах черники, черной смородины, ежевики, малины, клубники и вишни, прошедших криообработку. Установлено, что характер УФ-поглощений для всех извлечений раствором 1% хлористоводородной кислоты образцов замороженных ягод черники, черной смородины, клубники, ежевики, малины и вишни имеет сходную картину. Основным максимум поглощения лежит в области 500–525 нм, что соответствует поглощению цианидин-3,5-дигликозида, основного компонента антоцианового комплекса. Приведены результаты количественного определения содержания антоцианов в образцах замороженных ягод черники, черной смородины, клубники, ежевики, малины и вишни. Установлено, что ягоды, подвергшиеся крио обработке, сохранили определенный процент антоцианов. Максимальное содержание характерно для ежевики и черники. Поэтому рациональное питание можно осуществлять путем увеличения доли плодов и ягод как источников натуральных биологически активных веществ круглый год.

Ключевые слова: антоцианы, криообработка, ягоды, черника, черная смородина, ежевика, малина, клубника, вишня

RESEARCH ANTHOCYANIN COMPLEX BERRIES, PASSED KRYVOBRODY

¹Butenko L.I., ²Podgornaya Zh.V.

¹Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, branch of Volgograd State Medical University,
Pyatigorsk, e-mail: Polechka2802@yandex.ru;

²BRACCO Group representative office in Russia, e-mail: podgornaya_janna@mail.ru

The article is devoted today to the issue of nutrition, which not only determined by the energy value of food, but also security in vitamins, pectin substances, micro and macro. As a research task, an attempt was made to assess the content of anthocyanins in blackberries, black currants, blackberries, raspberries, strawberries and cherries last cryo treatment. It is established that character of UV absorbance for all extractions with a solution of 1% hydrochloric acid samples of frozen blueberries, black currants, strawberries, blackberries, raspberries and cherries have a similar picture. The main absorption maximum lies in the region 500–525 nm, that corresponds to the absorption of cyanidin-3,5-diglucoside, the main component of anthocyanin complex. the results of quantitative determination of anthocyanins in samples of frozen blueberries, black currants, strawberries, blackberries, raspberries and cherries. It is established that the berries are subjected to a cryo treatment, retained a certain percentage of anthocyanins. The maximum content is characteristic of blackberries and blueberries. Therefore, a balanced diet can be achieved by increasing the share of fruit and berries as sources of natural biologically active substances all year round.

Keywords: anthocyanins, cryoablate, berries, blueberry, black currant, blackberry, raspberry, strawberry, cherry

Антоцианы (от греч. *anthos* – цветок и *kyanos* – синий, лазоревый) – широко распространенные в природе водорастворимые пигменты растений, придающие цвет различным плодам, овощам, цветам. Антоцианы составляют одну из групп флавоноидов, которые не только обеспечивают многообразие окраски, но и повышают стрессоустойчивость растений, предотвращают повреждение фотолabileльных молекул и фотосинтетического аппарата растительной клетки от избыточного солнечного излучения. В настоящее время доказан терапевтический эффект антоцианов: они обладают антиканцерогенным действием, уменьшают риск развития сердечно-сосудистых заболе-

ваний, улучшают остроту зрения, а также проявляют антиоксидантную активность.

Образованию антоцианов благоприятствуют низкая температура, интенсивное освещение, но полностью их биологические функции пока не выяснены. Антоцианы придают цвет лепесткам цветков, коричневую, красную, оранжевую окраску, способствуя тем самым привлечению насекомых-опылителей. Общеизвестен факт активации биосинтеза антоцианов, сопровождающийся деградацией основных фотосинтетических пигментов у растений в условиях стресса, еще не получил глубокого физиолого-биохимического обоснования. Возможно, что антоцианы не несут никакой

функциональной нагрузки, а синтезируются как конечный продукт насыщенного флавоноидного пути, получившего вакуолярное ответвление с целью конечного депонирования ненужных растению фенольных соединений. С другой стороны, антоциановая индукция, вызванная определенными факторами окружающей среды, а также предсказуемость появления антоцианинов из года в год в периоды специфических этапов развития листа, их яркая выраженность в особых экологических нишах, возможно, способствуют адаптации растительных организмов к тем или иным стрессовым условиям. Данные пигменты чаще содержатся в клеточном соке (вакуолях), значительно реже – в клеточных оболочках. Могут существовать в различных формах: оксониевом катионе, карбониевом катионе. Больше всего антоцианов накапливают растения в местностях с суровыми климатическими условиями (Арктика, высокогорные луга), а также ранневесенняя флора. Антоцианы поглощают свет в ультрафиолетовой и зеленой областях спектра. Поглощенная энергия частично превращается в тепло, повышая на 1–4°C температуру листьев, пестиков, тычинок. Это создает более благоприятные условия, как для фотосинтеза, так и для оплодотворения и прорастания пыльцы в условиях пониженных температур. У высокогорных растений антоцианы, поглощая избыток солнечной радиации, защищают хлорофилл и наследственный аппарат клетки от повреждений. Яркая окраска цветков и плодов играет большую роль в привлечении насекомых-опылителей и в распространении плодов. Интересно, что растения, содержащие большое количество антоциана, обладают повышенной стойкостью к загрязнению воздуха кислыми газами промышленных предприятий. Поступая в организм человека с фруктами и овощами, антоцианы поддерживают нормальное состояние кровяного давления и сосудов, предупреждая внутренние кровоизлияния. Образую комплексы с радиоактивными элементами, антоцианы способствуют быстрому выведению их из организма. Кроме того, эти пигменты способны улучшать зрение.

Ценность антоцианов связана также с открытием их выраженной антиоксидантной способности. Это весьма мощные антиоксиданты, обладающие большей эффективностью, чем витамины С и Е. Кроме того, они характеризуются противовоспалительными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами [2, 4]. В эпидеми-

ологических исследованиях показано, что умеренное потребление продукции с высоким содержанием антоцианов связано со снижением риска сердечно-сосудистых заболеваний [9].

Антоцианы в составе продуктов питания широко распространены в природе, однако ягодные культуры обладают наиболее высокими их концентрациями по сравнению с большинством других пищевых источников.

Целью данной работы является количественное определение содержания антоцианов в ягодах черники, черной смородины, ежевики, малины, клубники, вишни, прошедших криообработку.

Материалы и методы исследования

Изучение физико-химических характеристик: УФ-спектры полученных экстрактов антоцианов исследовали на приборах. Уф-спектр измеряли на спектрофотометре СФ 103 в кварцевых кюветках толщиной 1 см. Растворитель – этиловый спирт, содержащего 1% хлористоводородной кислоты и раствор сравнения – 95% этиловый спирт.

Количественное определение суммы антоцианов в плодах ягод проводили по методике, приведенной в Государственной фармакопее СССР: (Вып. 2. Общие методы анализа) по статье 6 «Цветки василька синего» [7].

Методика количественного определения суммы антоцианов в плодах ягод

Около 0,3 г (точная навеска) замороженных ягод помещают в колбу вместимостью 250 мл, прибавляют 100 мл 1% раствора хлористоводородной кислоты, колбу выдерживают на водяной бане при температуре 40–45°C в течение 15 мин. Извлечение фильтруют через вату в мерную колбу вместимостью 250 мл. Вату с сырьем снова помещают в колбу, прибавляют 100 мл 1% раствора хлористоводородной кислоты, предварительно смывая частицы сырья с воронки в колбу, и повторяют экстрагирование указанным выше способом. Затем содержимое колбы фильтруют через вату в ту же мерную колбу. Сырье на фильтре промывают 40 мл 1% раствора хлористоводородной кислоты. После охлаждения фильтрата доводят объем извлечения 1% раствором хлористоводородной кислоты до метки. Полученное извлечение фильтруют через бумажный фильтр в колбу вместимостью 250 мл, отбрасывая первые 10 мл фильтрата, и измеряют оптическую плотность фильтрата на спектрофотометре при длине волны 510 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

В качестве раствора сравнения используют 1% раствор хлористоводородной кислоты.

Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3,5-дигликозид в абсолютно сухом сырье в процентах (X) вычисляют по формуле

$$X = \frac{D \cdot 250 \cdot 100}{453 \cdot m \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; 453 – удельный показатель поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1% растворе хлористоводородной кислоты; m – масса сырья в граммах; W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Результаты исследования и их обсуждение

Фармацевтических препаратов, которые содержат антоцианы, довольно много, но все же наибольшую пользу организму приносят те биологически активные вещества, которые поступают естественным путем – из продуктов питания. Обычному человеку достаточно 200 мг антоцианов в сутки, но при серьезных болезнях и показаниях врача норма может увеличиться до 300 мг. Наиболее богаты антоцианами плодовые и ягодные культуры – черная смородина, ежевика, черника, арония, голубика, терн, слива, жимолость, черемуха, вишня, клюква, брусника и красный виноград.

Ягоды – продукт сезонный, поэтому в настоящее время актуальной задачей является разработка рациональной технологии переработки плодово-ягодного сырья с целью наиболее полного извлечения и сохранения полезных веществ, а также обеспечение оптимальных условий проведения процессов с минимальными энергетическими и материальными затратами. Пищевая ценность плодов и ягод зависит от химического состава, который определяет лечебное или лечебно-профилактическое воздействие сырья на организм человека.

Существует много ограничений применения из-за лабильности антоцианов во время обработки и хранения. На стабильность антоцианов оказывают влияние следующие факторы: нативная химическая структура, pH среды, температура, свет, присутствие кислорода, ферментов, ионов металлов, аскорбиновой кислоты, флавоноидов, сахаров. Аскорбиновая кислота оказывает негативное воздействие на стабильность антоцианов из-за взаимной деградации аскорбиновой кислоты и антоцианов. Взаимодействует с четвертым атомом углерода молекулы антоциана, что способствует ускоренному окислению обоих веществ.

Замораживание относится к наиболее перспективным методам консервирования. Замораживают плоды, овощи и ягоды. В результате сокращаются потери продуктов и лучше используются пищевые ресурсы. Основными способами замораживания плодов являются воздушное, криогенное и замораживание в охлажденных жидкостях. Для ягод используют воздушное замораживание в скоростном потоке воздуха. Быстро замороженные ягоды на товарные сорта не подразделяют. Они должны быть одного вида, зрелые, чистые, без повреждений, не иметь

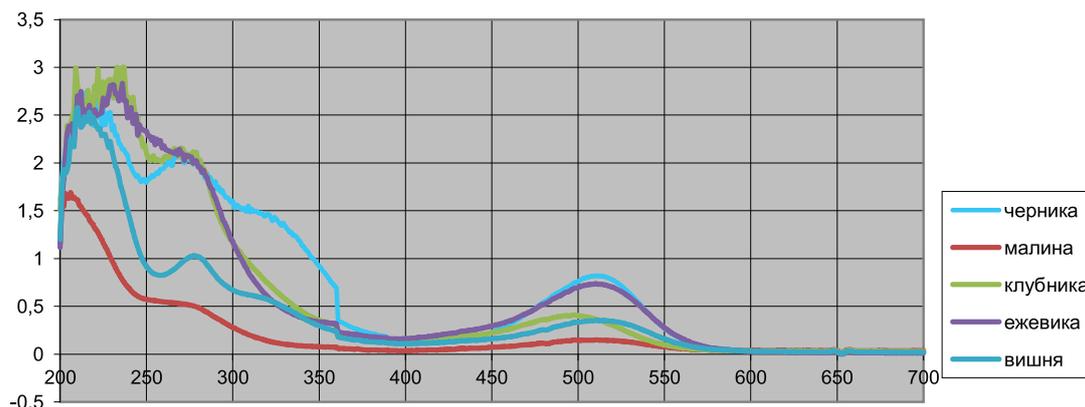
плодоножек и чашелистиков (кроме красной смородины). Допускается до 20% неравномерных по размеру ягод и небольшое количество слегка мятых ягод. Цвет должен быть однородным, естественным, свойственным виду ягод. Вкус и запах в размороженном состоянии должен соответствовать сырью, а консистенция – близкой к консистенции свежих ягод. Исключительно быстрое индивидуальное замораживание обеспечивает не только красивый внешний вид ягод, но и высокое качество, а также малые потери массы. Это позволяет использовать ягоды, как свежие, так и замороженные, для производства продуктов переработки – варенье, джемы, настои, морсы, экстракты.

В настоящее время не вызывает сомнения, что полноценное питание определяется не только энергетической ценностью пищи, но и обеспеченностью витаминами, пектиновыми веществами, микро- и макроэлементами. По данным НИИ питания РАМН у 80–90% населения России обнаружен дефицит витамина С, у 60% снижены уровни витаминов А, В₁, В₂, В₆, выявлен дефицит минеральных веществ [5].

Комитетом экспертов ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) рассчитана приемлемая суточная доза антоцианов (ADI) для человека в количестве 2,5 мг/кг массы тела [1]. Согласно рекомендациям российских ученых, необходимый уровень потребления антоцианов должен составлять 50–150 мг в сутки [8]. Среднее потребление антоцианов, по данным исследований, проведенных в США, оценивается в 12,5 мг на человека в день [3].

Для исследования были приобретены образцы замороженных ягод черники, черной смородины, ежевики, малины, клубники и вишни в магазине. Далее были изучены УФ-спектры извлечений 0,1% раствором соляной кислоты всех выбранных образцов. Результаты приведены на рисунке.

Как видно из рисунка, характер поглощения для всех извлечений имеет сходную картину. Основной максимум поглощения лежит в области 500–525 нм, что соответствует поглощению цианидин-3,5-дигликозида, основного компонента антоцианового комплекса. Поэтому количественные измерения содержания антоцианов в образцах замороженных ягод проводили по методике, приведенной в Государственной фармакопее СССР. Была выбрана статья 6 «Цветки василька синего», в которой определение антоцианов проводится с использованием удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида (453). В основе методики



УФ-спектры извлечений 0,1% раствором соляной кислоты образцов ягод:
1 – черники; 2 – черной смородины; 3 – ежевики; 4 – малины; 5 – клубники; 6 – вишни

Содержание антоцианов в образцах замороженных ягод черники, черной смородины, клубники, ежевики, малины и вишни

Образцы ягоды	Содержание антоцианов	
	В, %	В мг на 100 г продукта
Черника	0,649	649
Ежевика	0,467	467
Черной смородина	0,378 ± 3,5	378
Клубника	0,195	195
Малина	0,17 ± 10,56	170
Вишня	0,130 ± 0,160	130

лежит экстракция антоцианового комплекса раствором 1% хлористоводородной кислоты, с последующим спектрофотометрированием при длине волны 510 нм. Результаты исследований приведены в таблице.

Как видно из таблицы, все ягоды, подвергшиеся криообработке, сохранили определенный процент антоцианов. Максимальное содержание характерно для ежевики и черники.

По современной концепции, предложенной В.А. Куркиным [6], ведущей группой БАС (биологически активных соединений) следует понимать «наиболее уязвимую с точки зрения фармакогнозии на всех стадиях технологического процесса – от «грядки» до лекарственной формы». Одной из ведущих групп БАС ягод черники, черной смородины, клубники, ежевики, малины и вишни являются антоцианы. Поэтому ягоды, прошедшие криообработку, также являются источником антоцианов для полноценного питания человека.

Список литературы

1. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* / Н.Ю. Колбас

и др. // Вести НАН Беларуси. Сер. биологические науки. – 2012. – № 1. – С. 5-10.

2. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1991. – 400 с.

3. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. – Самара: ООО «Офорт» Сам ГМУ, 2004. – 1180 с.

4. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 28 с.

5. Тутельян В.А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. – М.: ДеЛи-принт, 2002. – 206 с.

6. Функции и свойства антоцианов растительного сырья / А.М. Макаревич и др. // Труды Белорусского государственного университета. Серия: «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». – 2009. – Т. 4. – ч. 2. – С. 147–157.

7. Concentrations of Anthocyanins in Common Foods in the United States and Estimation of Normal Consumption / X. Wu et al. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54. – P. 4069–4075.

8. Hou D.X. Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins // Current molecular medicine. – 2003. – № 3 (2). – P. 149–159.

9. Kylli P. Berry phenolics: isolation, analysis, identification, and antioxidant properties: Academic dissertation, University of Helsinki Department of Food and Environmental Sciences Food Chemistry. – Helsinki, 2011. – 90 p.