

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды

им. Б. В. Всесвятского

Номинация: ботаника и экология растений

Исследовательская проектная работа

Изучение содержания антоцианов в фруктах

Выполнена учащейся

9 класса МОАУ СОШ с УИОП №37,

ЦДООШ города Кирова

Рязанцевой Марией

Научный руководитель

к.б.н., доцент, педагог

дополнительного образования ЦДООШ

Огородникова Светлана Юрьевна

Киров

2026

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы	4
1.1 Антоцианы: строение и встречаемость в природе	4
1.2 Функции антоцианов в живых организмах	4
1.3 Антоцианы в продуктах питания	6
2. Объекты и методы исследования	8
2.1 Характеристика объектов исследования	8
2.2 Методика определения содержания антоцианов	10
3. Результаты и их обсуждение	12
3.1 Содержание антоцианов в плодах растений семейства рутовых	12
3.2 Содержание антоцианов в плодах растений семейства розовые	12
3.3 Содержание антоцианов в плодах растений семейства виноградные	13
Выводы	15
Литература	16

Введение

Ухудшение качества окружающей среды, постоянный стресс, некачественные продукты питания становятся причиной роста заболеваний среди людей. На этой волне возрастает интерес к функциональному питанию, которое содержит совокупность полезных свойств. Функциональное питание удовлетворяет базовые потребности в питательных веществах, оказывает положительное влияние на здоровье и снижает риск развития заболеваний. Антоцианы являются важными компонентами функционального питания благодаря комплексному воздействию на организм человека.

Целью работы было изучить содержание антоцианов в фруктах.

Задачи:

- 1) по данным литературы изучить распространение антоцианов в природе, их значение для живых организмов;
- 2) изучить особенности накопления антоцианов в плодах растений, относящихся к трем семействам (рутовые, розовые и виноградные);
- 3) выявить фрукты наиболее богатые антоцианами.

Объект исследования: фрукты (лимон, апельсин, яблоко, слива, терн, виноград черный и зеленый).

Предмет исследования: содержание антоцианов в фруктах.

Гипотеза: в кожуре темноокрашенных фруктов антоцианов больше, чем в кожуре плодов, окрашенных в светлые цвета.

Практическая значимость работы: информация о богатстве различных фруктов антоцианами позволяет создавать функциональные продукты с усиленными полезными свойствами, а также разрабатывать диетические рекомендации по употреблению фруктов для улучшения здоровья и профилактики заболеваний.

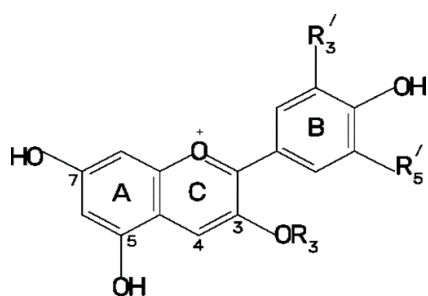
Сроки проведения исследования: лето - осень 2025 года.

1. Обзор литературы

1.1 Антоцианы: строение и встречаемость в природе

Антоцианы – это основной класс растительных фенольных пигментов, отвечающих за красный, фиолетовый или синий цвет листьев, цветов, клубней, фруктов и некоторых овощей. Они считаются самой большой, наиболее изученной и важной группой водорастворимых пигментов в природе и обладают множеством полезных свойств (Неповинных и др., 2025). Содержание антоцианов в пищевых продуктах важно, как красящих веществ самих по себе, а также в качестве компонентов функционального питания, способствующих предупреждению и снижению риска развития хронических заболеваний.

Антоцианы относятся к флавоноидным соединениям, входящим в группу полифенолов. В их структуре выделяют углеводный остаток и неуглеводное основание – агликон. Все флавоноиды, включая антоцианы, имеют общий 15-углеродный скелет C6-C3-C6, который состоит из двух ароматических колец А и В, соединенных С3-фрагментом (рис. 1). Степень окисления С-кольца определяет класс флавоноидов, к которому относится данное соединение. У антоцианов С-кольцо имеет две двойные связи и несет положительный заряд (ион флавилия) (Лилишенцева и др., 2024).



Антоцианидин	R1	R2
Цианидин	ОН	Н
Пеларгонидин	Н	Н
Дельфинидин	ОН	ОН
Мальвидин	ОСН ₃	ОСН ₃
Петунидин	ОСН ₃	ОН
Пеонидин	ОСН ₃	Н

Рис. 1. Структура антоцианов.

1.2 Функции антоцианов в живых организмах

Функции антоцианов в растениях. Наиболее распространённое значение пигментированных лепестков цветов и плодов - привлечение насекомых для

опыления и распространения семян. Давно известно, что антоцианы защищают от ультрафиолетового излучения типа В, поскольку оно вызывает покраснение. Более поздние исследования показали, что антоцианы маскируют органеллы, содержащие хлорофилл, и тем самым защищают хлоропласты от высокой интенсивности света, предотвращая фотоингибирование. Кроме того, антоцианы группы В, поглощающие на той же длине волны, что и хлорофилл, играют вспомогательную роль в защите тканей растений и обеспечивают извлечение питательных веществ во время старения, когда хлорофилл разрушается. Известно, что антоцианы накапливаются в результате механического повреждения или дефицита фосфора или азота (Неповинных и др., 2025).

Антоцианы в растениях выполняют три основные функции: поглощают вредное излучение, служат переносчиками моносахаридов и регулируют осмотическое давление в периоды засухи и низких температур.

Функции антоцианов в организме человека. Физиологические эффекты, которые оказывают антоцианы в растениях, предположительно аналогичны тем, которые они оказывают на людей после употребления окрашенных продуктов питания.

Несмотря на низкую скорость усвоения (менее 1%), антоцианы, попадая в ткани с активным метаболизмом, могут накапливаться до концентраций, обеспечивающих системное действие. Экспериментально подтверждено, что антоцианы обладают следующими свойствами (Неповинных и др., 2025):

- антиоксидантными: проявляются в нейтрализации свободных радикалов, что защищает клетки от повреждений, снижая риск развития хронических заболеваний, например, сердечно-сосудистых;
- эффективная профилактика атеросклероза, обусловленного сужением сосудов и снижением кровотока за счет отложения холестерина (Лилишенцева и др., 2024);
- снижают проницаемость и хрупкость капилляров (Неповинных и др., 2025);

- противовоспалительными: помогают уменьшать воспалительные процессы, что полезно при заболеваниях, включая артрит и воспалительные заболевания кишечника;
- гипогликемическими и антидиабетическими: в качестве функциональных компонентов питания антоцианы могут быть использованы для предотвращения ожирения, диабета 2-го типа;
- антимуtagenными;
- антиканцерогенными свойствами (противораковыми): обусловлены их способностью прерывать клеточный цикл, ингибировать рост раковых клеток и способствовать апоптозу (запрограммированной смерти клеток);
- нейропротекторными свойствами: основными механизмами, с помощью которых антоцианы влияют на функции мозга, служат их способности защищать нейроны от повреждений (Лилишенцева и др., 2024);
- стимуляция иммунитета (Неповинных и др., 2025);
- полезны для здоровья глаз: способность восстанавливать зрительный пигмент родопсин, улучшают зрение в условиях низкой освещенности (Лилишенцева и др., 2024).

Антоцианы встречаются в большинстве фруктов, овощей и ягодах, защищают растения от ультрафиолетового излучения, а также обладают множеством полезных свойств для здоровья человека.

1.3 Антоцианы в продуктах питания

Согласно расчетам комитета экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по пищевым добавкам (JECFA), допустимая суточная норма потребления антоцианов (ADI) для человека составляет 2,5 мг/кг массы тела. По рекомендациям российских ученых, необходимый уровень потребления антоцианов должен составлять 50 – 150 мг/сут (Акимов и др., 2019).

Качественный состав антоцианов, как правило, специфичен для каждого окрашенного пигментами растения и довольно стабилен, что позволило считать его визитной карточкой или «отпечатками пальцев» конкретного вида растений. Данный факт обусловлен тем, что уровни концентрации отдельных антоцианов могут изменяться, но общая картина антоцианового состава для определенного вида очень характерна и практически не зависит от сорта, условий произрастания (Лилишенцева и др., 2024).

2. Объекты и методы исследования

2.1 Характеристика объектов исследования

Изучали особенности накопления антоцианов в плодах растений разных видов, относящихся к разным семействам.

Характеристика объектов исследования подготовлена по материалам «Большой российской энциклопедии».

РУТОВЫЕ (*Rutaceae*), семейство цветковых растений. Вечнозелёные деревья или кустарники, редко травы. Листья простые, у ряда видов с колючками. Цветки обычно 4–5-членные, белые, розоватые, красные или жёлтые, обычно в соцветиях. Плоды сухие или сочные, в том числе характерные только для рутовых сочные померанцы. Более 1 тыс. видов, преимущественно в тропических и субтропических областях. Важнейшими субтропическими плодовыми культурами, являются культуры из рода цитрус.

Апельсин (*Citrus sinensis*), вечнозелёное дерево семейства рутовых. В диком состоянии неизвестен. Одна из важнейших плодовых культур в мире. Цветки обоеполые, одиночные или собраны в щитки. Плод – многогнёздная ягода (*померанец*); в зависимости от сорта сильно различается по размеру, форме и окраске кожуры (от светло-жёлтой до красновато-оранжевой). Мякоть сочная, сладкая или кисло-сладкая.

Лимон (*Citrus limon*), растение рода цитрус. Древняя плодовая культура. Цветки белые, обоеполые, собранные в небольшие кисти или одиночные, расположены в пазухах листьев. Плод – многогнёздная ягода с толстой горьковатой светло-жёлтой кожурой и сочной кислой мякотью, размер плода зависит от сорта.

РОЗОВЫЕ, розоцветные (*Rosaceae*), крупное семейство цветковых растений. Деревья, кустарники, травы. Листья сложные, реже простые, обычно с прилистниками. Цветки в разнообразных соцветиях от сложно-метельчатых до кистевидных и зонтиковидных, реже одиночные. Околоцветник двойной, очень редко без лепестков. Тычинок обычно от 25 до более чем 100. Плоды –

листочка, костянки, многолисточка, многокостянки. Включают около 4 тыс. видов; распространены на всех континентах.

Яблоня (*Malus*), род многолетних листопадных деревьев или кустарников семейства розовых. Плодовая семечковая культура. В роду более 70 видов, распространённых почти повсеместно, главным образом в зоне умеренного климата. Цветки простые или махровые, крупные (3–4 см в диаметре), на коротких цветоножках, обоеполые, от белой до бледно-малиновой окраски, собраны по несколько штук преимущественно в щитковидные соцветия. Яблоня – перекрёстно опыляемое растение, поэтому необходимы сорта-опылители. Плод – яблоко.

Слива (*Prunus*), род деревьев и кустарников семейства розовых подсемейства сливовых (*Prunoideae*). Плодовая культура. Помологи называют плодовые растения, входящие в эти роды, косточковыми культурами. Цветки пятичленные, обычно обоеполые, по 1–3 в пучках. Плод – односемянная костянка. Окраска плодов жёлтая, розовая, фиолетовая, окраска мякоти зелёная, жёлтая, красная.

ВИНОГРАДОВЫЕ (*Vitaceae*), семейство цветковых двудольных растений. Чаще всего лианы, цепляющиеся за опору усиками, реже невысокие деревья и кустарники. Листья обычно 3–5-лопастные или 3–5-пальчато-раздельные. Цветки раздельнополые или обоеполые, 4–5-членные, зеленоватые, мелкие, собраны в кистевидные или щитковидные соцветия. Плоды – мясистые или почти сухие ягоды с 1–4 семенами. Насчитывается около 700 видов, распространённых в тропиках, субтропиках и умеренных поясах обоих полушарий; в большинстве своём произрастают во влажных и тёплых лесах.

Оценивали содержание антоцианов в плодах апельсина, лимона, яблони, винограда (чёрный и зелёный) и сливы. В таблице 1 представлены объекты исследования.

Объекты исследования

№ п/п	Вид растения	Исследуемая часть плода	
		цедра	мякоть
1	Апельсин	цедра	мякоть
2	Лимон	цедра	мякоть
3	Яблоня	кожура	мякоть
4	Слива	кожура	мякоть
5	Терн (слива колючая)	кожура	мякоть
6	Зеленый виноград	кожура	мякоть
7	Черный виноград	кожура	мякоть

2.2 Методика определения содержания антоцианов

Экстракцию и количественное определение антоцианов проводили по методике Д.А. Муравьевой (Муравьева и др., 1987). Навеску массой 0,3-0,35 г мелко измельчали, помещали в колбу и добавляли 10 мл 1% HCl, затем в течение 20 минут выдерживали на водяной бане ($t=40-45$ °C). Вытяжку отфильтровывали через бумажный фильтр, измеряли оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длинах волн 510 и 657 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Содержание суммы антоцианов рассчитывали с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1% -ном водном растворе HCl, который равен 453.

$$X = D \cdot V \cdot 100 / (E \cdot a \cdot (100 - b)), \text{ где}$$

X - концентрация суммы антоцианов, %

D – оптическая плотность испытуемого извлечения при длине волны 510 нм с учетом поправки $D(510) - 0,33 \cdot D(657)$

V – разведение

E – удельный показатель поглощения цианидин-3,5 дигликозида при длине волны 510 нм в 1 %-ном водном растворе HCl

a – масса навески

b – потеря в массе при высушивании, %

Все определения пигментов выполнены в трехкратной биологической повторности. При статической обработке данных были использованы стандартные методы с применением программы Microsoft Excel 6.0. На рисунках и в таблицах представлены средние арифметические величины со стандартной ошибкой.

3. Результаты и их обсуждение

3.1 Содержание антоцианов в плодах растений семейства рутовых

Было изучено содержание вакуолярных пигментов – антоцианов в плодах растений семейства Рутовые. Оценивали накопление антоцианов в разных частях плодов, в цедре и мякоти. В цедре лимона и апельсина содержание антоцианов было близко (рис. 2). Выявлены различия в содержании антоцианов в мякоти плодов изученных видов. Повышенное содержание антоцианов выявлено в плодах лимона, апельсин отличался меньшим количеством пигментов. В мякоти лимона содержалось на 35% больше антоцианов, чем в цедре. В плодах апельсина выявлена обратная закономерность, в цедре уровень пигментов был выше на 40%, чем в мякоти. Данные различия, вероятно, обусловлены видовыми особенностями изучаемых растений.

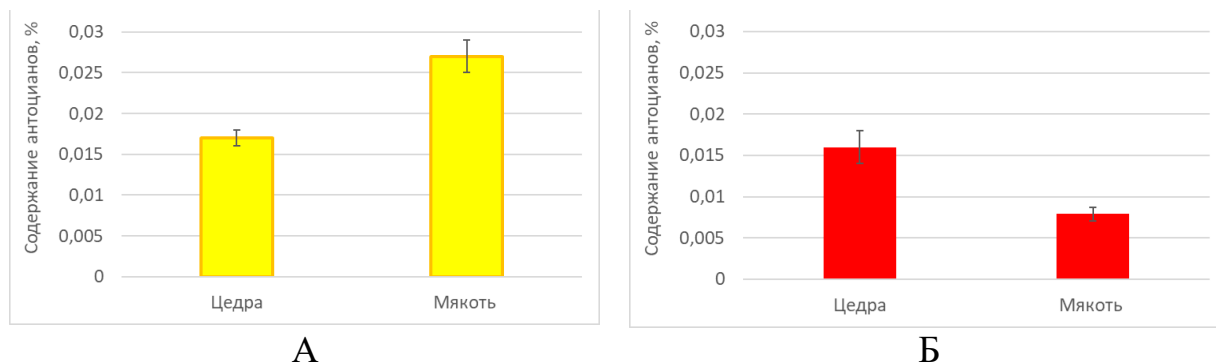


Рис. 2. Содержание антоцианов в плодах лимона (А) и апельсина (Б).

3.2 Содержание антоцианов в плодах растений семейства розовые

Плоды растений семейства Розовые (яблоня и слива) имеют яркую окраску и могут быть ценным источником антоцианов. В ходе работы было изучено содержание антоцианов в кожуре и мякоти яблока, сливы и терна (рис. 3).

В исследуемых фруктах содержание антоцианов варьирует в широком диапазоне от 0,029% (мякоть терна) до 10,7% (кожура терна). В кожуре терна, антоцианов больше, чем в мякоти в 369 раз. В кожуре сливы антоцианов

больше, чем в мякоти в 43 раза. В кожуре и мякоти яблока содержание антоцианов не отличалось и составляло менее 0,1%.

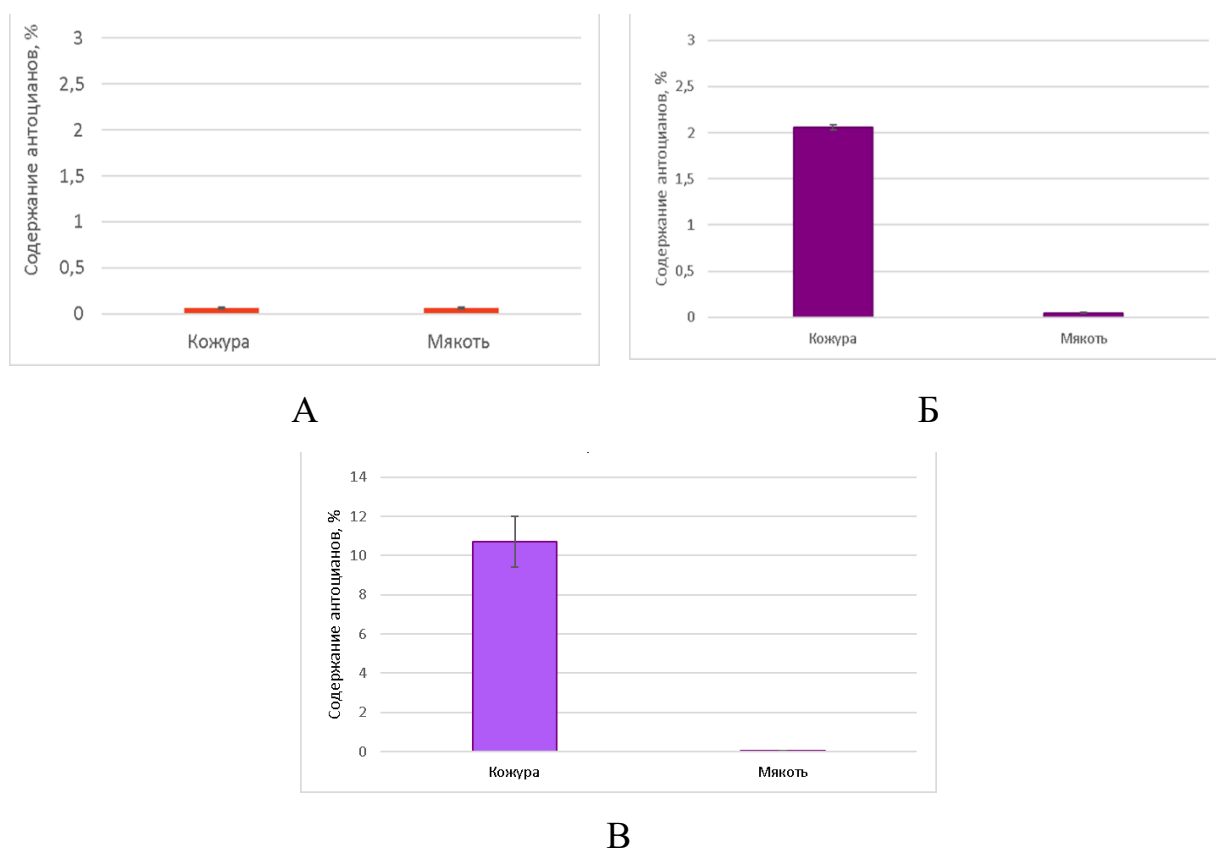


Рис. 3. Содержание антоцианов в плодах яблоки (А), сливы (Б) и терна (В).

3.3 Содержание антоцианов в плодах растений семейства виноградовые

Виноград является одним из продуктов, который используется в пищу в свежем и сухом виде (изюм). Ягоды черного винограда могут служить источником антоцианов. В ходе исследования было изучено содержание антоцианов в кожуре и мякоти черного и зеленого винограда.

Содержание антоцианов в плодах винограда варьирует значительно (рис. 4). В мякоти зеленого винограда антоцианов не обнаружено, а кожура черного винограда содержала 9,7% антоцианов.

В кожуре зеленого винограда концентрация антоцианов была 0,01%, что в 970 раз меньше, по сравнению с черным виноградом. В кожуре черного винограда антоцианов было больше, чем в мякоти в 440 раз.

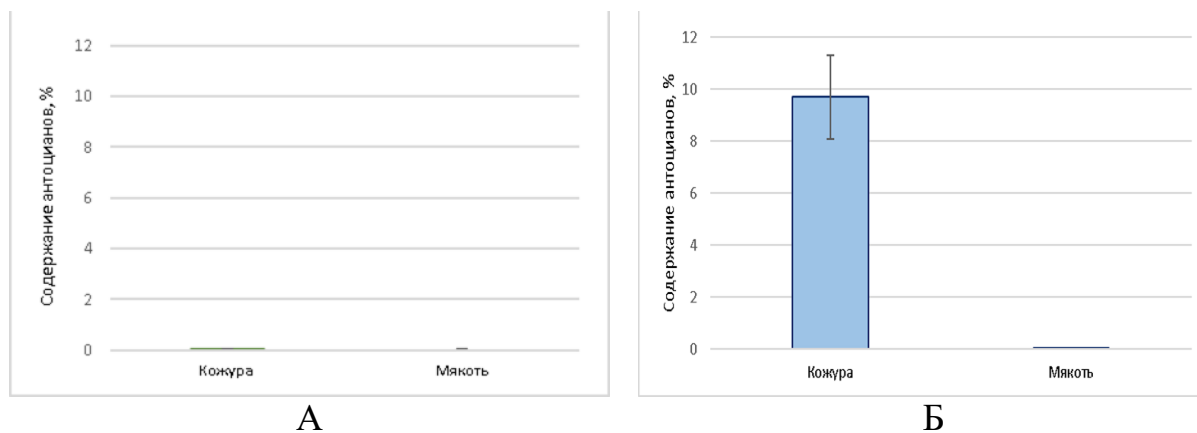


Рис. 4. Содержание антоцианов в плодах зеленого винограда (А) и черного винограда (Б).

Выводы

1. Литературный анализ показал, что антоцианы широко распространены в растениях и играют важную роль в защите растений от стрессов, ультрафиолетового излучения и патогенов. Кроме того, антоцианы обладают антиоксидантными, противовоспальными и противораковыми свойствами, что подтверждает их значение для живых организмов.

2. Уровень накопления антоцианов сильно различается у плодов представителей трех семейств: рутовые, розовые и виноградные. Внутри каждого семейства определенные виды характеризуются более выраженным синтезом и накоплением этих пигментов, что связано с их генетическими особенностями, условиями выращивания и стадией созревания.

3. Наиболее богатыми антоцианами оказались плоды семейств розовые (терн, слива) и виноградные (черный виноград). Эти фрукты можно рекомендовать как источник природных антиоксидантов и полезных биологически активных веществ, способных оказывать положительный эффект на здоровье человека при регулярном потреблении.

Литература

Акимов М. Ю., Макаров В. Н., Жбанова Е. В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 56–60. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.

Лилишенцева А. Н., Кривко И. В., Петухов М. М. /Антоцианы как компоненты питания человека // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2024. Том 17, № 3 (65). С.94-100.

Муравьева Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветках василька синего // Фармация. 1987. Т. 36. С. 28-29.

Функциональные свойства антоцианов в растениях, продуктах питания и рационе человека / Неповинных Н. В., Максименко Ю. А. // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации: сборник научных статей III Международной научно- практической конференции (29 апреля 2025 года), Выпуск 1 - Орел: Орел ГТУ, 2025, - 305с.

Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/> (дата обращения 18.11.2025).