

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

ИНСТИТУТ ФАРМАЦИИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

**УСТАНОВЛЕНИЕ СОХРАННОСТИ АНТОЦИАНОВ В ЭКСТРАКТАХ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 04.03.01 Химия  
очной формы обучения, группы 11001518  
Кукуровой Алены Алексеевны

Научный руководитель  
к.х.н., доцент  
Дейнека.Л.А

БЕЛГОРОД 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	6
1.1 Общая характеристика антоцианов.....	6
1.2 Химическое строение.....	7
1.3 Распространение в природе.....	11
1.4 Природные индикаторы – антоцианы.....	13
1.5 Содержание антоцианов в природных объектах.....	14
1.6 Лечебные свойства.....	15
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Влияние условий экстракции на количество выделенных антоцианов.....	17
2.2 Изучение сохранности антоцианов при разных значениях pH в водно-спиртовых растворах. ....	18
2.3 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов(гранат).....	20
2.4 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов(черника).....	21
3 ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	23
3.1 Влияние условий экстракции на количество выделенных антоцианов (Объект исследования: краснокочанная капуста) .....	23

3.2 Изучение сохранности антоцианов при различных значениях в водно-спиртовых растворах (Объект исследования: бузина).....	29
3.3 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов (Объект исследования: гранат).....	39
3.4 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов. (Объект исследования: черника).....	48
ВЫВОДЫ.....	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Антоцианы представляют собой большую группу водорастворимых пигментов. Их строение было установлено в 1913-1916 годах, немецким химиком Робертом Вильштеттером. Е 163 широко применяется как в пищевой так и в косметической отраслях. Они окрашивают листья, цветы, плоды в цвета от бледно-розового до темно фиолетового. Все антоцианы включают в гетероциклическом кольце четырехвалентный кислород (оксоний), при помощи чего они свободно могут образовывать соли, например, хлориды.

Особые антоцианы отличаются по количеству гидроксильных групп, положению гликозилирования, количеству и природе ароматических или алифатических кислот, присоединенных к сахарам. На сегодняшний день в природе было обнаружено около четырехсот антоцианов [1].

### Актуальность

Природные красители – антоцианы способны не только приносить цвет растительному сырью, но и обуславливаются общепризнанной физиологической активностью, в особенности, антиоксидантной. В то же время состав антоцианов даже для одного и того же сорта растительного сырья очень непрост и вариативен, он зависит от зрелости корнеплодов и ягод, качества сельскохозяйственных работ и от климатических условий. Спектрофотометрическое понятие антоцианов затруднено существованием целого комплекса соединений с различным строением для большинства растительных источников, при этом для каждого мономерного антоциана есть несколько форм, из которых в средах от кислой до нейтральной только флавилиевая форма является окрашенной [1].

**Целью работы является** установление сохранности экстрактов антоцианов в гранате, краснокочанной капусте, чернике и бузине в зависимости от условий хранения.

### **Для достижения данных целей**

1 изучение влияния разных факторов на степень извлечения антоцианов из растительного сырья и на сохранность полученных таким образом антоцианов

2 изучение сохранности антоцианов в водно-спиртовых растворах в зависимости от кислотности среды.

## 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

### 1.1 Общая характеристика антоцианов

Впервые возникнувший термин " антоцианы " (от греч, anthos — цветок и kyanos — синий, лазоревый) был введен Маркартом в 1835 г. Антоцианы – это вещества, которые способны окрашивать плоды, ягоды и листья в всевозможные цвета от бледно - розового до чёрно-фиолетового с разнообразными чередованиями и переходами и относятся они к группе гликозидов. Антоцианы – это гликозиды антоцианидинов и производные одной и той же ароматической структуры – флавилиевого катиона. Катион состоит из фенольного кольца и бензопирилиевого ядра. Оксониевая структура антоцианов была обнаружена в 1913 г., а антоцианидинов – в 1914. Агликоны называют антоцианидинами, а гликозидами являются – антоцианы. Антоцианидины нерастворимы в воде, а антоцианы растворимы в воде. Первые опыты по изучению антоцианов осуществил английский биохимик Роберт Бойль. Роберт заметил, что при добавлении щелочи синяя окраска лепестков василька изменились на зеленый цвет, а при добавлении кислоты цветок краснеет. Выделить такие пигменты из растений в чистом виде сумел профессор Рихард Вильштеттер. На сегодняшний день биохимиками было экстрагировано около 70 природных красителей, основными являются следующие агликоны такие как: петунидин, пеонидин, мальвидин, дельфинидин, пеларгонидин, цианидин. На образование антоцианов воздействует интенсивное освещение и низкая температура. В большей степени антоцианы хранятся в таких местах, где суровые климатические условия. Из-за изменения кислотности, один и тот же пигмент может приобретать разнообразные оттенки Источники красителей в кислой среде растение приобретает красный окрас, в щелочной среде желто - зеленый окрас, а в нейтральной фиолетовый окрас. Большую роль играет окраска плодов и цветов, она своим ярким окрасом привлекает насекомых опылителей, а они в свою очередь распространяют это по плодам.

Любопытно, что растения, которые содержат достаточно большое количество антоцианов, обладают высокой стойкостью к загрязнению воздуха газами. Достаточно часто мы можем встретить целую группу антоцианов, которые в свою очередь построены на основе одного или нескольких антоцианидинов. К примеру в клубнях картофеля ученые обнаружили около 10 видов антоцианов.

На сегодняшний день также используют антоциановые пигменты, например красные красители, используются не только в пищевой промышленности, но и в фармацевтической. Их добавляют в качестве пищевой добавки Е 163 для окрашивания различного вида сырья, таких как: сухие завтраки, джемы, сыр, вино, консервированные овощи, мармелад [2].

## 1.2 Строение антоцианов

В 1913 году было установлено строение антоцианов биохимиком Рихардом Вильштеттером, также был реализован первый химический синтез в 1928 году химиком Робертом Робинсоном. Антоцианы – это красящие вещества группы гликозиды, которые содержат метокси - и гидроксизамещенные соли флавилия. Углеводная часть соединена с агликоном обычно в положении 3, у некоторых антоцианов - в положениях 3 и 5, при этом в роли углеводного остатка могут выступать как моносахариды глюкоза, рамноза, галактоза, так и ди - и три сахараиды. Будучи пирилевыми солями, антоцианы довольно-таки легко растворимы в полярных растворителях и в воде, и малорастворимы в спирте и нерастворимы в неполярных растворителях [3].

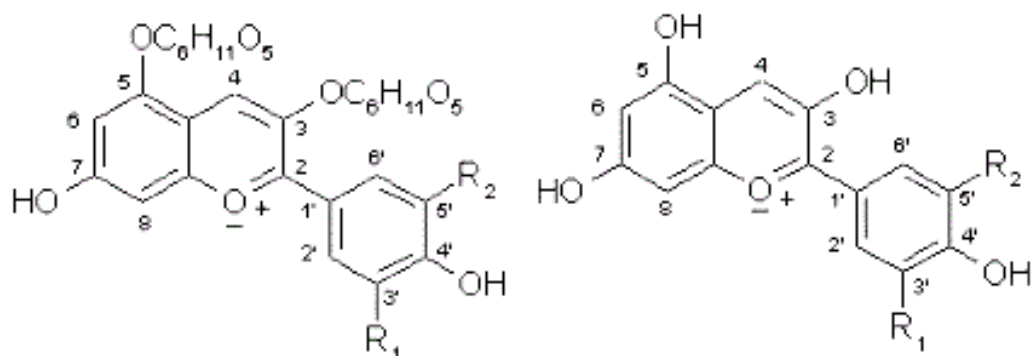


Рис. 1.1 Структура антоцианов и антоцианидинов[2].

Антоцианидины в растительных объектах почти не пересекаются, из-за того что гликозиды антоцианидинов владеют большей устойчивостью по сравнению с иными агликонами. Антоцианы и антоцианидины как правило выделяются из кисловатых экстрактов при умеренно невысоких рН, в этом случае агликоновая антоцианиновая часть антоциана либо антоцианин существуют в форме флавилиевой соли, в которой электрон гетероциклического атома кислорода участвует в гетероароматической р-системе бензпирилиевого (хроменилиевого) цикла, который и характеризуется хромофором, предопределяющим окраску этих соединений - в группе флавоноидов они подразумеваются наиболее глубоко окрашенными соединениями с высочайшим сдвигом максимума поглощения в длинноволновую область. На окраску антоцианидинов воздействует природа и число заместителей. Гидроксильные группы приобретающие свободные электронные пары предрасполагает батохромный сдвиг.

Шесть основных антоцианидинов представлены в таблице 1.1 и на рисунке 1.2

Мальвидин, петунидин, дельфинидин, пеонидин, цианидин и пеларгонидин, отличающиеся боковыми радикалами R1 и R2. При биосинтезе пеонидин образуется из цианидина, а петунидин и мальвидин из дельфинидина, можно также выделить три основных антоцианидина



:пеларгонидин, цианиди и дельфинидин, которые являются предшественниками всех антоциановых соединений [2].

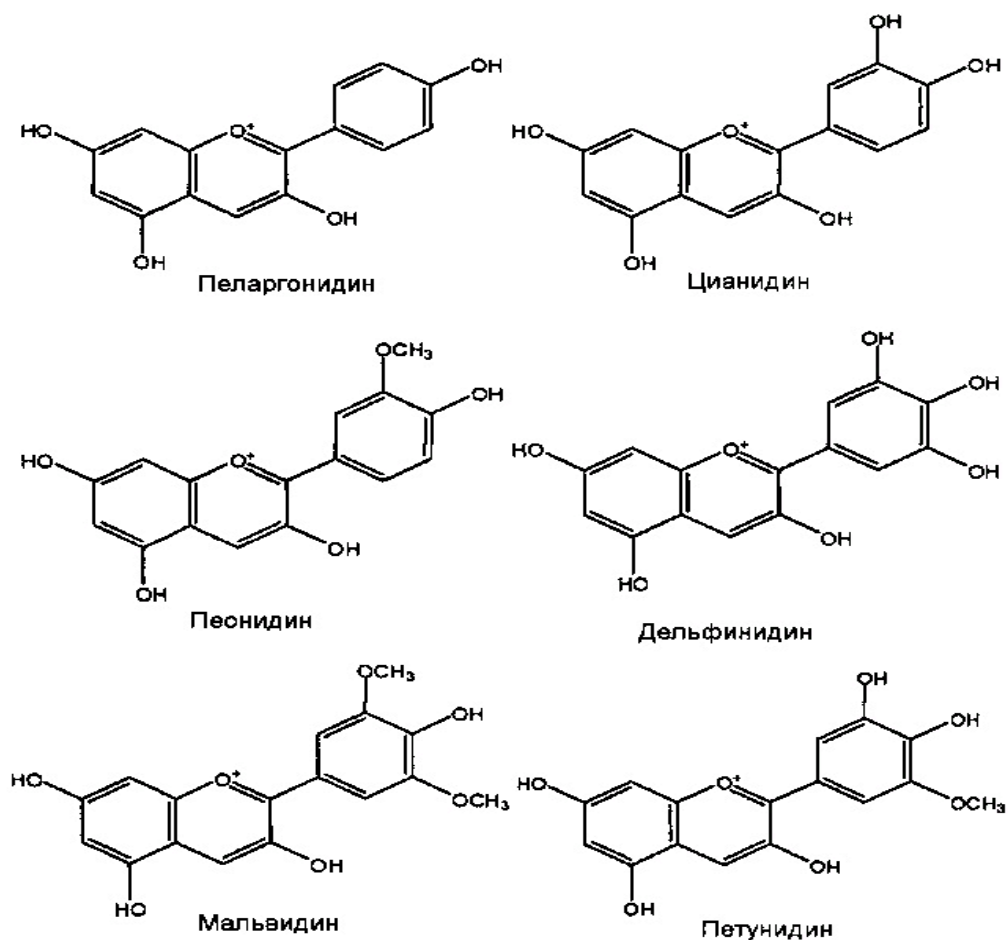


Рисунок.1.2 Шесть основных групп антоцианидинов[2].

Таблица 1.1

Перечень антоцианидинов

Антоцианидин	R1	R2	Цвет
цианидин (Cy)	ОН	Н	Пурпурный
пеонидин(Pn)	ОСН <sub>3</sub>	Н	пурпурно-синий
пеларгонидин (Pg)	Н	Н	красно-оранжевый
мальвидин (Mv)	ОСН <sub>3</sub>	ОСН <sub>3</sub>	Пурпурный

Антоцианидин	R1	R2	Цвет
дельфинидин (Dp)	ОН	ОН	Синий
петунидин (Pt)	ОСН <sub>3</sub>	ОН	Пурпурный

Ацилирование ,гликозилирование или метилирование гидроксильных групп антоцианидинов приводит к исчезновению или уменьшению батохромного эффекта.

В силу высокой электрофильности окраска антоцианидинов и антоцианов обуславливается их чувствительностью к рН: в кислой среде (рН < 3) антоцианы (и антоцианидины) находятся в виде пирилиевых солей, при повышении рН до ~4-5 происходит присоединение гидроксид-иона с образованием бесцветного псевдооснования, при дальнейшем повышении рН до ~6-7 происходит отщепление воды с образованием хиноидной формы, которая, в свою очередь, при рН ~7-8 отщепляет протон с образованием фенолята, и, наконец, при рН выше 8 фенолят хиноидной формы гидролизует и образует соответствующий халкон[2,3].

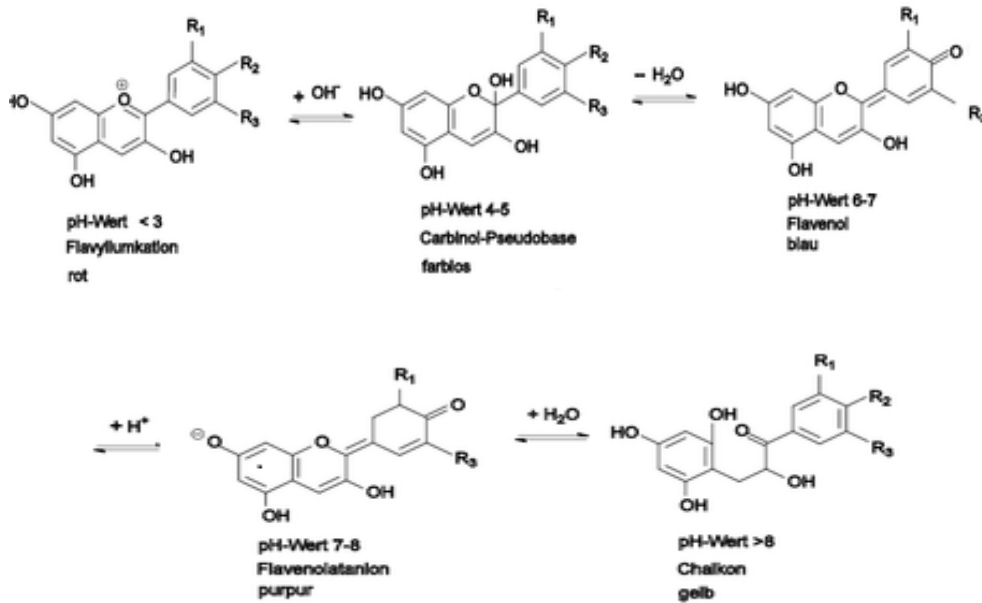


Рис.1.3 Зависимость структуры и цвета антоцианидинов от рН среды:

1.Красная пирилиевая соль; 2. Бесцветное псевдооснование; 3. Синяя хиноидная форма; 4. Пурпурный фенолят хиноидной формы; 5. Жёлтый халкон[3].

### 1.3 Распространение в природе

Наиболее широко распространенными красящими веществами являются антоцианы. Они не формируют связей внутри клетки с пластидными образованиями в отличие от хлорофилла, а чаще всего растворяются в клеточном соке, кроме того их можно застать в виде маленьких кристалликов. Антоцианы довольно-таки запросто извлекаются из любых красных или синих частей растения. Например, если прокипятить листья краснокочанной капусты или корнеплод свеклы в малозначимом количестве воды, то она поспешно окрасится от антоциана в грязно-красный или лиловый цвет. Но если к данному раствору дополнить несколько капель лимонной, уксусной или любой иной кислоты, то он сразу же примет усиленную красную окраску. Наличие антоцианов в клеточном соке растений активизирует фиалкам – фиолетовый цвет, цветкам колокольчиков синий цвет, тюльпанам, пионам, розам и георгинам – красную окраску, цветкам гвоздик, флоксов и

гладиолусам - розовый оттенок, незабудкам - небесно -голубой. Соединения антоцианов в нейтральной среде приобретают – фиолетовый цвет, с кислотами красный или розовый цвета, а в щелочной - синий. Именно поэтому в соцветиях медуницы можно найти полураспустившиеся цветки с бледно - розоватым венчиком, расцветшие - пурпуровой окраски и уже отцветающие - синего цвета. Это объясняется тем, что в бутонах клеточный сок заключает кислую реакцию, которая по мере распускания цветков перерастает в нейтральную, а потом и в щелочную [5, 8].

Есть информация, что насекомые, которые занимаются опылением у медуницы навещают только расцветшие пурпурные и розовые цветки. Такое огромное многообразие цветков предопределяется от количества гидроксильных групп в молекулах антоцианов: с их увеличением окраска становится более синей (из-за нахождения дельфинидина). При метилировании гидроксильных групп формируется пигмент мальвидин, придающий лепесткам красный цвет. Раскраска венчиков предрасполагается взаимодействиями антоцианов с ионами всевозможных металлов. Так, например, соли кальция и магния содействуют преобладанию синей окраски, а соли калия - пурпурной. Всевозможные оттенки вносит и дополнительное существование желтых пигментов (флавонолов, халконов, ауринов, флавонов) [13].

#### **1.4 Природные индикаторы – антоцианы**

Кислотно - основные индикаторы существуют не только химические. Они пребывают вокруг нас, только зачастую мы этого не замечаем. Такие растительные индикаторы, очевидно применить в быту. К примеру, сок свеклы в щелочной среде меняет свой цвет – на желтый, а в кислой среде сменяет свой рубиновый цвет на ярко-красный. Зная специфику свекольного сока можно сделать цвет борща ярким. Для этого понадобится немного столового уксуса или лимонной кислоты. В качестве природных индикаторов чаще всего используют отвары различных растений или соки ярко окрашенных плодов.

Данные растворы хранятся в темной посуде. К сожалению, у природных индикаторов есть довольно-таки серьёзный недочёт: их настои достаточно незамедлительно портятся – плесневеют и скисают (более стойкими являются спиртовые растворы) [8,11].

В основном в химических лабораториях применяются синтетические индикаторы, которые стремительно меняют свой цвет в весьма узких границах рН. Это делается из-за того что иногда достаточно затруднительно или вовсе невозможно отличить к примеру слабощелочную от сильнощелочной, или нейтральную среду от слабокислой [9].

С древних времен человечество все чаще - чаще принялось обращать особое внимание на наблюдения за природой. И уже в наше время ученые с других стран все большее внимание акцентируют на природные индикаторы. Большинство растений точнее их пигменты способны изменять цвет, который предопределяется от кислотности клеточного сока. Именно поэтому растительные пигменты являются индикаторами, которые используются для исследований кислотности других растворов. Общее название природных пигментов флавоноиды. К этой группе относятся: каротиноиды, антоцианы, ксантофиллы, соответственно определяющие фиолетовую, синюю, желтую, оранжевую, окраску растений. Антоцианы – это природные пигменты из группы флавоноидов. Нам известно огромное количество объектов, которые богаты антоцианами. Это свекла малина, вишня, слива черный виноград, голубика клубника, земляника, клюква, черника, краснокочанная капуста, и многие другие. Эти природные пигменты и индикаторы приобретают название - флаваноиды. Флавоноиды – соединения гетероциклические. В зависимости от степени окисления и структуры делятся на антоцианы, флавонолы, катехины, каротиноиды, флавононы, ксантофиллы. Пребывают в растениях как в свободном в виде так и в виде гликозидов за исключением катехинов. Антоцианы – это биофлавоноиды, которые придают плодам синюю, коричневую, фиолетовую, красную окраску. При поступлении в наш организм с фруктами и овощами, антоцианы демонстрируют действие, которое схоже с

витамином Р, они в свою очередь поддерживают нормальное состояние сосудов и кровяного давления, предохраняя внутреннее кровоизлияние. Также антоцианы желательны клеткам головного мозга они улучшают память [8,12].

### 1.5 Содержание антоцианов в природных объектах

Антоцианы фигурируют в несущественном количестве всевозможных растений, такие как картофель, груша, баклажаны, помидоры, красный перец. Но большое содержание в кожице плодов и ягод с тёмно-фиолетовой окраской. Лидерами по содержанию конкретного пигмента являются бузина черная и арония черноплодная. Также большое количество антоцианов содержится в чернике, игре, в клюкве и голубике. Среди овощей по содержанию данного пигмента лидирует краснокочанная капуста. Еще антоцианы находятся в вишне, но не в сладкой, а большое количество в темных и кислых сортах вишни. Большое количество антоцианов также фигурирует винограде и в красном вине, сделанном из него. Белое вино менее богато этим пигментом, поскольку белое вино получают из винограда без кожицы [5,6,10].

Таблица 1.2

Содержание антоцианов в продуктах [3].

Наименование	Количество в мг на 100 гр.
Арония черноплодная	1480
Бузина черная	1320
Баклажаны	750
Черная малина	589
Черника	558
Виноград	326
Асаи	320
Ежевика	317

Наименование	Количество в мг на 100 гр.
Черная смородина	300
Красный апельсин	200
Вишня	123
Игра	110
Клюква	102
Картофель	89
Краснокочанная капуста	28,3

### 1.6 Лечебные свойства

Также в краснокочанной капусте исследователи отыскали 36 различных антоцианов. В лабораторных исследованиях было продемонстрировано, что антоцианы краснокочанной капусты осложняют размножению злокачественных клеток в кишечнике также оберегает нервные клетки человека от всевозможных повреждений. Также было выяснено, что сок краснокочанной капусты значительно понижает воспалительные процессы и если употреблять его регулярно, то можно освободиться от язвенной болезни. Дополнительно наблюдалось снижение холестерина у людей, которые употребляли краснокочанную капусту [2, 3, 6].

Наш пищевой рацион обогащён цветными продуктами питания. Антоцианы имеют всеобъемлющий спектр биологической активности. Так в нашем организме они проявляют такие свойства как: противовоспалительные, бактерицидные, противоаллергические, также кровоостанавливающие и противовирусные. Именно поэтому в сутки человек должен приобретать не менее 200 мг вещества, а при болезни не менее 300 мг. После многочисленных проведенных исследований, было выяснено вся помощь антоцианов для зрения. Антоцианы помогают ликвидировать развитие катаракты. Наивысшая концентрация антоцианов заключается в чернике. Именно Поэтому препараты, которые

содержат чернику так востребованы в медицине. Антоцианы сильнее витамина С в 50 раз. А подготовленные из растений, содержащих антоцианы, подкисленные водные экстракты на протяжении нескольких часов разрушали бактерии брюшного тифа и дизентерии [2,11].



## 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Методика исследования влияние условий экстракции на количество выделенных антоцианов

Приборы и материалы: краснокочанная капуста, соляная кислота HCl(0,1M) чистые стаканы, фильтровальная бумага, спектрофотометр СФ-56, ультразвуковая баня.

В качестве объекта исследования использовали краснокочанную капусту.

Краснокочанную капусту нарезали кубиками. Пробы взвешивали на весах (по 5г) в стаканчиках на 50 мл. Порции полученного материала смешивали с заданным объемом 0.1 М водного раствора соляной кислоты и выдерживали в ультразвуковой бане в течение заданного времени (15,30,60,120 минут). После выдерживания в ультразвуковой бане экстракт отфильтровывали через бумажный фильтр, а к остатку добавляли новую порцию экстрагента, повторяя процесс экстракции и затем измеряли концентрацию антоцианов спектрофотометрическим методом с предварительным подбором разбавления.

Разбавление подбирали следующим образом: отбирали 10,15,20 мл отфильтрованного экстрагента переносили в мерную колбу на 50 мл, доводили до метки HCl, измеряли оптическую плотность.

Содержание антоцианов рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{A}{\varepsilon * l} * V * R * \frac{M}{m} * 484 \text{ г/100г, где}$$

$A$  – оптическая плотность раствора;

- $\varepsilon$  – коэффициент экстинкции;
- $l$  – толщина кюветы, см;
- $R$  – разбавление.
- $M$  – молярная масса антоциана (цианидин-3-глюкозида);
- $m$  – масса навески;

- $V$ -объем колбы

## 2.2 Изучение сохранности антоцианов при разных значениях рН в водно-спиртовых растворах

### Методика выполнения.

Приборы и материалы: концентрированный экстракт бузины, соляная кислота  $\text{HCl}(0.1\text{M})$  чистые стаканы, стеклянная палочка, фильтровальная бумага, спектрофотометр СФ-56, спирт ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), мерная колба на 100 мл.

В качестве объекта исследования использовали концентрированный экстракт бузины.

- 1) Определение разбавления.

Разбавление подбирали следующим образом:

В мерную колбу добавляли 50 мл экстракта, переливали в стакан, добавляли соляной кислоты ,50 мл спирта и измеряли оптическую плотность. ( $A=0,9395, \lambda=510$ ) (разбавление 1:50)

- 2) Приготовление экстрактов бузины с рН= 0.83.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 4 мл разбавленного экстракта бузины, доводили 0.1н соляной кислотой до метки, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и измеряли рН с помощью рН метра, затем измеряли оптическую плотность.

- 3) Изучение сохранности экстрактов бузины.

После этого разливали полученный раствор в 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20°), другие 7 помещали в холодильник(+4°)

- 4) Приготовление раствора с рН=1,39.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 4 мл разбавленного экстракта бузины, 20 мл 0,1н соляной кислоты и доводили до метки водой, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и

переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и промеряли рН с помощью рН метра, затем измеряли оптическую плотность.

После этого разливали наш полученный раствор на 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20), другие 7 помещали в холодильник(+4).

5) Приготовление раствора с рН=2,22.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 4 мл разбавленного экстракта бузины, доводили до метки водой, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и промеряли рН с помощью рН - метра, затем измеряли оптическую плотность.

После этого разливали наш полученный раствор на 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20°), другие 7 помещали в холодильник(+4°).

б) Приготовление раствора с рН=3,5.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 10 мл разбавленного экстракта бузины, доводили до метки водой, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и промеряли рН с помощью рН-метра, затем измеряли оптическую плотность.

После этого разливали наш полученный раствор на 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20°), другие 7 помещали в холодильник(+4°).

7) Приготовление раствора с рН=5,11.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 10 мл разбавленного экстракта бузины, доводили до метки водой, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и промеряли рН с помощью рН метра, затем измеряли оптическую плотность.

После этого разливали наш полученный раствор на 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20°), другие 7 помещали в холодильник(+4°).

#### 8) Приготовление раствора с рН=6,1.

В мерную колбу на 100 мл добавляли 10 мл разбавленного экстракта бузины, доводили до метки водой, затем переливали все это в стакан и в ту же мерную колбу наливали 100 мл спирта и переливали в стакан с уже имеющимся раствором. Все это смешивали и промеряли рН с помощью рН метра, затем измеряли оптическую плотность.

После этого разливали наш полученный раствор на 14 пенициллиновых пузырьков, 7 из них оставляли на воздухе(+20), другие 7 помещали в холодильник(+4).

### **2.3 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов**

#### **Методика выполнения.**

Приборы и материалы: гранат, соляная кислота HCl(0,1M) чистые стаканы, фильтровальная бумага, спектрофотометр СФ-56, ультразвуковая баня.

В качестве объекта исследования использовали гранат.

Гранат взвешивали на весах (по 10 и 15г) в двух стаканчиках на 50 мл. Порции полученного материала смешивали с заданным объемом 0.1 M водного раствора соляной кислоты и выдерживали первые два стакана с массами 10,057 г и 15,138 г в ультразвуковой бане в течение заданного времени (120 минут), вторые образцы с массами 10,079 и 15,149 в течение этого же времени выдерживали на воздухе После выдерживания все образцы отфильтровывали через бумажный фильтр, а к остаткам добавляли новые порции экстрагента, повторяя процесс экстракции аналогичным образом в

течение четырех дней. Концентрацию антоцианов в фильтрате определяли спектрофотометрическим методом с предварительным подбором разбавления.

Разбавление подбирали следующим образом: отбирали 12,15, мл отфильтрованного экстрагента переносили в мерную колбу на 50 мл, доводили до метки HCl, измеряли оптическую плотность.

Содержание антоцианов рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{A}{\varepsilon * l} * V * R * \frac{M}{m} * 484 \text{ г/100г, где}$$

$A$  – оптическая плотность раствора;

- $\varepsilon$  – коэффициент экстинкции;
- $l$  – толщина кюветы, см;
- $R$  – разбавление;
- $M$  – молярная масса антоциана (цианидин-3-глюкозида);
- $m$  – масса навески;
- $V$  – объем колбы;

## 2.4 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов

### Методика выполнения.

Приборы и материалы: черника, соляная кислота HCl(0,1M) чистые стаканы, фильтровальная бумага, спектрофотометр СФ-56, ультразвуковая баня.

В качестве объекта исследования использовали чернику.

Чернику взвешивали на весах (по 5г) в двух стаканчиках на 50 мл. Порции полученного материала смешивали с заданным объемом 0.1 M водного раствора соляной кислоты и выдерживали первый стакан в ультразвуковой бане в течение заданного времени (120 минут), второй образец в течение этого же времени выдерживали на воздухе. После выдерживания оба образца отфильтровывали через бумажный фильтр, а к остатку добавляли

новую порцию экстрагента, повторяя процесс экстракции аналогичным образом в течение 7 дней. Концентрацию антоцианов в фильтрате определяли спектрофотометрическим методом с предварительным подбором разбавления.

Разбавление подбирали следующим образом: отбирали 5,10,15,25,30,35 мл отфильтрованного экстрагента переносили в мерную колбу на 50 мл, доводили до метки НСІ, измеряли оптическую плотность.

Содержание антоцианов рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{A}{\varepsilon * l} * V * R * \frac{M}{m} * 484 \text{ г/100г, где}$$

$A$  – оптическая плотность раствора;

- $\varepsilon$  – коэффициент экстинкции;
- $l$  – толщина кюветы, см;
- $R$  – разбавление;
- $M$  – молярная масса антоциана (цианидин-3-глюкозида);
- $m$  – масса навески;
- $V$  – объем колбы;

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Влияние условий экстракции на количество выделенных антоцианов

##### Объект исследования краснокочанная капуста.

В первый день проведения опыта приготовили растворы и после выдерживания в ультразвуковой бане экстракт отфильтровали через бумажный фильтр, а к остатку добавляли новую порцию экстрагента. Полученный экстракт доводили до нужного объема и подобрав разбавление промеряли оптическую плотность.

На второй день, после выдерживания в ультразвуковой бане, вторые экстракты отфильтровали, и подобрав разбавление промеряли оптическую плотность.

На третий и четвертый дни, повторили все тоже самое, разбавление пока не меняли.

На пятый день провели заключительную экстракцию растворов и разбавление в 2 раза для этого взяли 25 мл отфильтрованного раствора перенесли в мерную колбу на 50 мл и довели до метки соляной кислотой и также промерили оптическую плотность.

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблице 3.1.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,955}{26900 \cdot 1} * 1 * 3.33 * 0,05 * \frac{100}{5,014} * 484 = 0,07 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,793}{26900 \cdot 1} * 1 * 3.33 * 0,05 * \frac{100}{5,014} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,645}{26900 \cdot 1} * 1 * 3.33 * 0,05 * \frac{100}{5,014} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,528}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,014} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,437}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,014} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$

Таблица.3.1.

Влияние времени (15 минут) экстрагированных антоцианов.

№	Время экстракции в ультразвуковой бане, минут	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1	15	0,955	523	3,33	0,07
2	15	0,793	523	3,33	0,05
3	15	0,645	523	3,33	0,04
4	15	0,528	523	2,5	0,03
5	15	0,437	523	2	0,03

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблице 3.2.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,714}{26900 \cdot 1} * 1 * 5 * 0,05 * \frac{100}{5,002} * 484 = 0,07 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,698}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,002} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,559}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,002} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,510}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,002} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,456}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,002} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$



Таблица.3.2.

Влияние времени (30 минут) экстрагированных антоцианов на второй день.

№	Время экстракции в ультразвуковой бане, минут	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1	30	0,714	522	5	0,07
2	30	0,698	521	3.33	0,04
3	30	0,559	521	3,33	0,04
4	30	0,510	521	2,5	0,04
5	30	0,456	521	2	0,03

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблице 3.3.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,786}{26900 \cdot 1} * 1 * 5 * 0,05 * \frac{100}{5,000} * 484 = 0,07 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,654}{26900 \cdot 1} * 1 * 3.33 * 0,05 * \frac{100}{5,000} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,614}{26900 \cdot 1} * 1 * 3.33 * 0,05 * \frac{100}{5,000} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,561}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,000} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,498}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,000} * 484 = 0,02 \text{ г/100г (5 день)}$$

Таблица.3.3.

Влияние времени (60 минут) экстрагированных антоцианов на третий день

№	Время экстракции в ультразвуковой бане, минут	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1	60	0,786	523	5	0,07
2	60	0,654	522	3,33	0,05
3	60	0,614	522	3,33	0,03
4	60	0,561	523	2,5	0,03
5	60	0,498	522	2	0,02

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблице 3.4.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{1,010}{26900 \cdot 1} * 1 * 5 * 0,05 * \frac{100}{5,019} * 484 = 0,09 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,852}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,019} * 484 = 0,06 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,791}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,019} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,558}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,019} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,523}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,019} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$

Таблица.3.4.

Влияние времени (120 минут) экстрагированных антоцианов на четвертый день

№	Время экстракции в ультразвуковой бане, минут	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1	120	1,010	523	3,33	0,09
2	120	0,852	523	3,33	0,06
3	120	0,791	523	3,33	0,04
4	120	0,558	523	2,5	0,03
5	120	0,523	523	2	0,03

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблице 3.5.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,854}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,013} * 484 = 0,07 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,627}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,013} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,563}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,013} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,526}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,013} * 484 = 0,04 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,419}{26900 \cdot 1} * 1 * 2,5 * 0,05 * \frac{100}{5,013} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$

Таблица.3.5.

## Влияние времени экстрагированных антоцианов на пятый день

№	Время экстракции в ультразвуковой бане, минут	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1	Без использования ультразвуковой бани	0,854	523	3,33	0,07
2	Без использования ультразвуковой бани	0,627	523	3,33	0,05
3	Без использования ультразвуковой бани	0,563	522	3,33	0,04
4	Без использования ультразвуковой бани	0,526	523	2,5	0,04
5	Без использования ультразвуковой бани	0,419	522	2	0,03

Сумма антоцианов за пять последовательных экстракций (15 мин) = 0,21г/100г.

Сумма антоцианов за пять последовательных экстракций (30 мин) =0,22 г/100г.

Сумма антоцианов за пять последовательных экстракций (60 мин) =0,22 г/100г.

Сумма антоцианов за пять последовательных экстракций (120 мин) =0,25 г/100г.

Сумма антоцианов за пять последовательных экстракций (без ультразвуковой бани) = 0,23 г/100г.

Вывод: использование ультразвуковой обработки экстрактов практически не оказывает влияние на степень экстракции.

Далее изучаем сохранность всех экстрактов при разных вариантах хранения: на воздухе и в холодильнике.

### **3.2 Изучение сохранности антоцианов при различных значениях в водно-спиртовых растворах**

#### **Объект исследования бузина.**

В таблице 3.6 и на рисунках 3.1 и 3.2 представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях рН=0,83 в водно-спиртовых растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре (+20°) и в холодильнике с температурой (+4°).

Таблица 3.6.

Изучение сохранности антоцианов при значениях рН=0.83 в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	А	Сохран. %	№	Время, сутки	А	Сохран. %
0	0	0,58	100	0	0	0,58	100
1	7	0,45	85,6	1	7	0,54	92,1
2	14	0,44	75,2	2	14	0,52	85,3
3	21	0,40	67,2	3	21	0,50	73,9
4	28	0,30	54,7	4	28	0,49	64,5
5	35	0,29	42,5	5	35	0,49	53,5
6	42	0,19	32,8	6	42	0,47	44,3

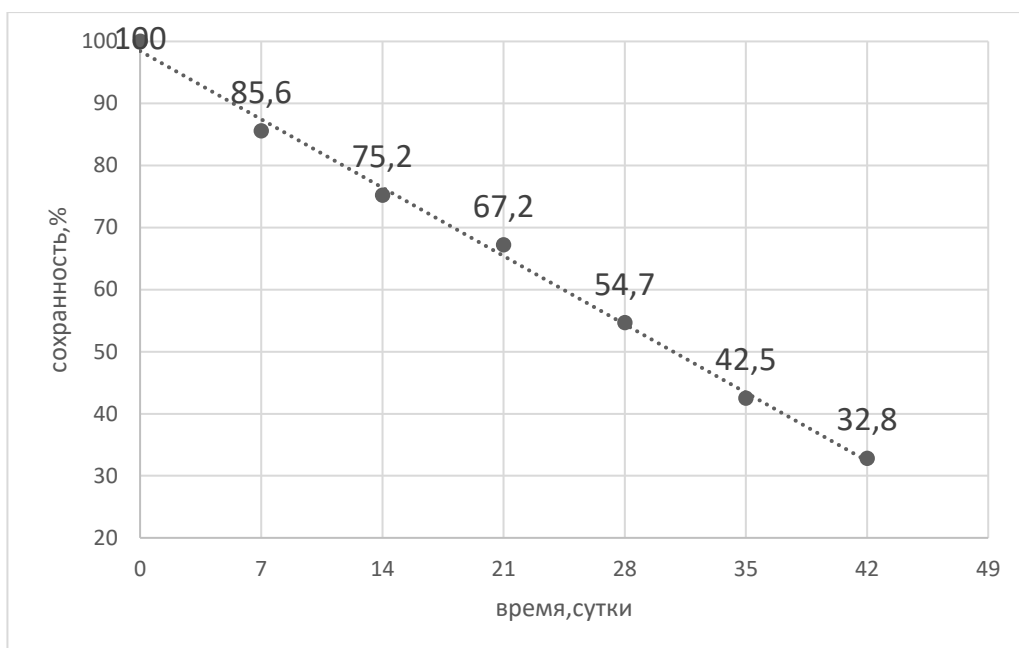


Рис.3.1. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе(+20°) при pH=0,83.

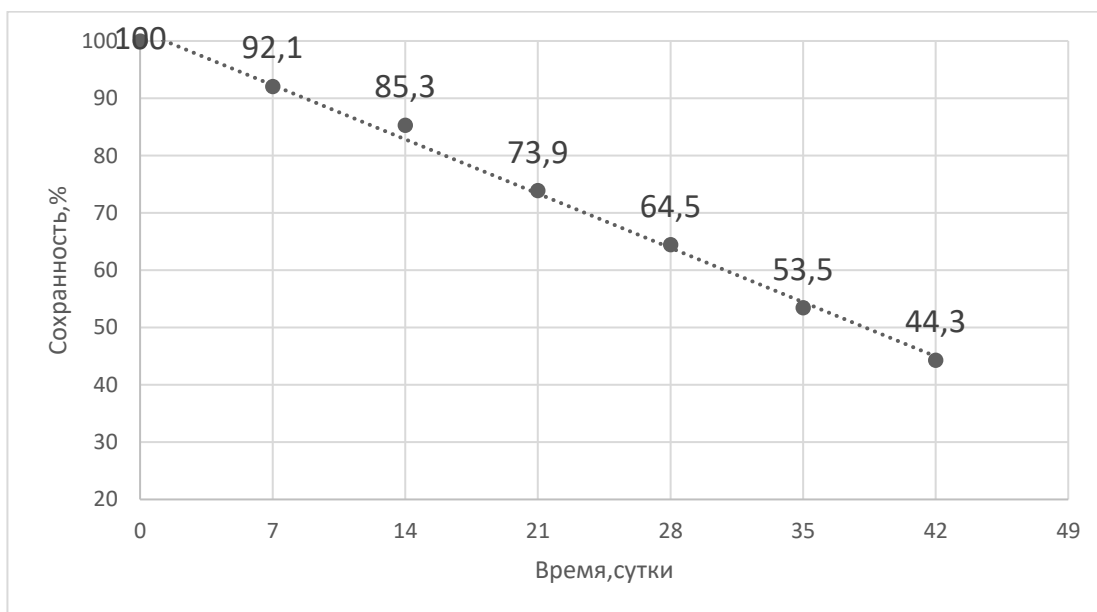


Рис.3.2. Зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при pH=0,83.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°) Сохранность составляет при хранении (+4°) 44,3, а при хранении (+20°) 32,8.

В таблице 3.7. и на рисунках 3.3. и 3.4. представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях  $pH=1,39$  в водно-спиртовых растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре ( $+20^\circ$ ) и в холодильнике с температурой ( $+4^\circ$ ).

Таблица 3.7.

Изучение сохранности антоцианов при значениях  $pH=1,39$  в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	A	Сохранность, %	№	Время, сутки	A	Сохранность, %
0	0	0,94	100	0	0	0,94	100
1	7	0,86	91,5	1	7	0,94	92,5
2	14	0,83	83,7	2	14	0,93	85,6
3	21	0,72	75,3	3	21	0,89	78,6
4	28	0,68	68,7	4	28	0,88	71,9
5	35	0,64	62,1	5	35	0,87	67,1
6	42	0,63	56,4	6	42	0,87	59,7

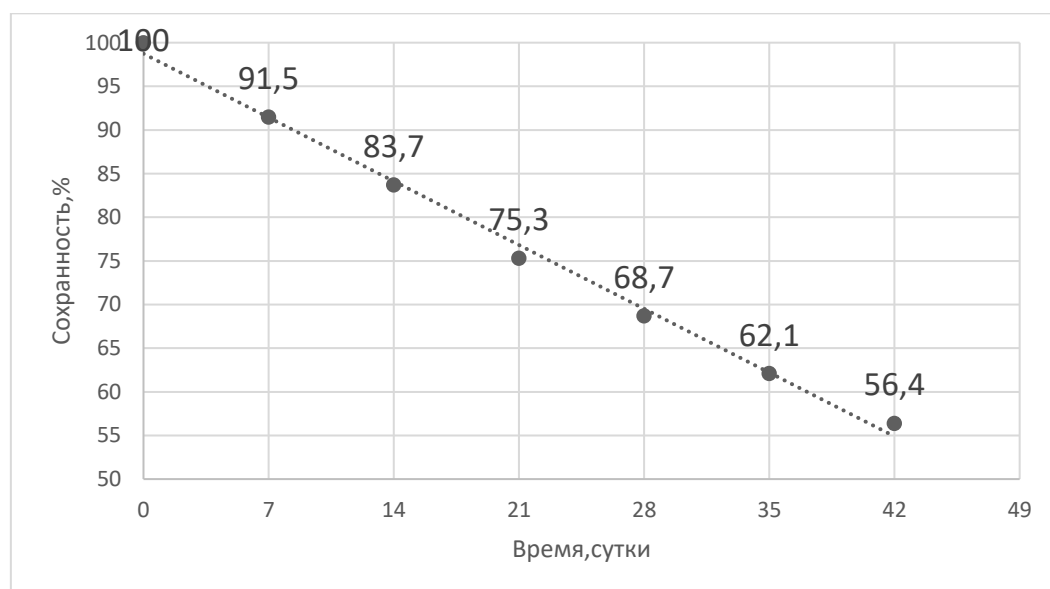


Рис.3.3. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе( $+20^\circ$ ) при  $pH=1,39$ .

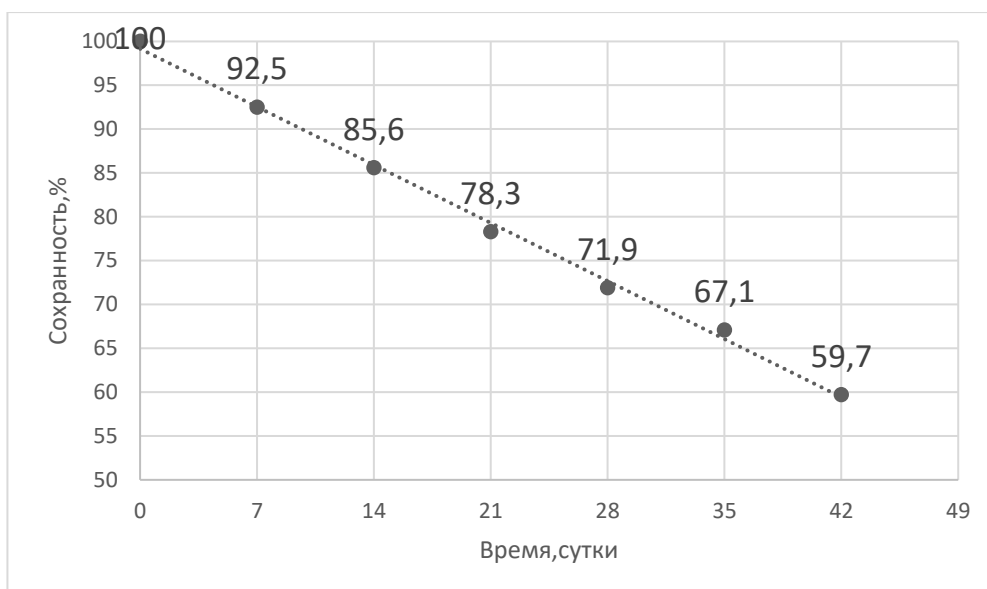


Рис.3.4. Зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при рН=1,39.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°). Сохранность составляет при хранении (+4°) 59,7, а при хранении (+20°) 56,4.

В таблице 3.8 и на рисунках 3.5 и 3.6 представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях рН=2,22 в водно-спиртовых растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре (+20°) и в холодильнике с температурой (+4°).

Таблица 3.8.

Изучение сохранности антоцианов при значениях рН=2,22 в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	А	Сохранность, %	№	Время, сутки	А	Сохранность, %
0	0	1,05	100	0	0	1,05	100
1	7	0,94	92,4	1	7	1,01	94,2
2	14	0,97	89,6	2	14	1,00	91,2
3	21	0,95	81,3	3	21	1,00	86,5
4	28	1,08	76,8	4	28	1,01	79,6



№	Время, сутки	А	Сохранность, %	№	Время, сутки	А	Сохранность, %
5	35	0,89	71,5	5	35	0,97	74,8
6	42	0,89	69,2	6	42	0,93	70,3

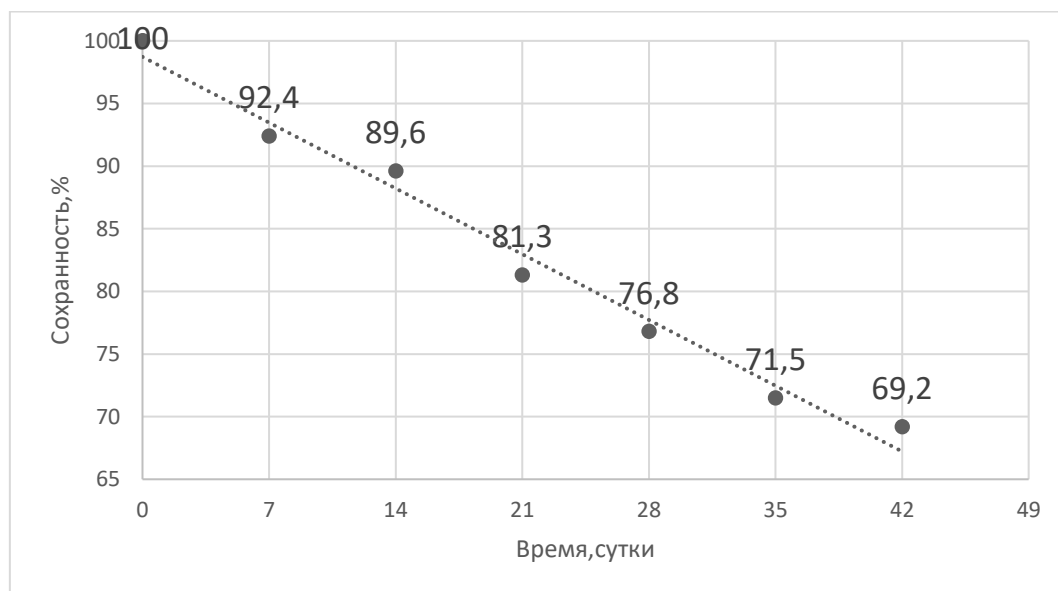


Рис.3.5. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе(+20°) при рН=2,22.

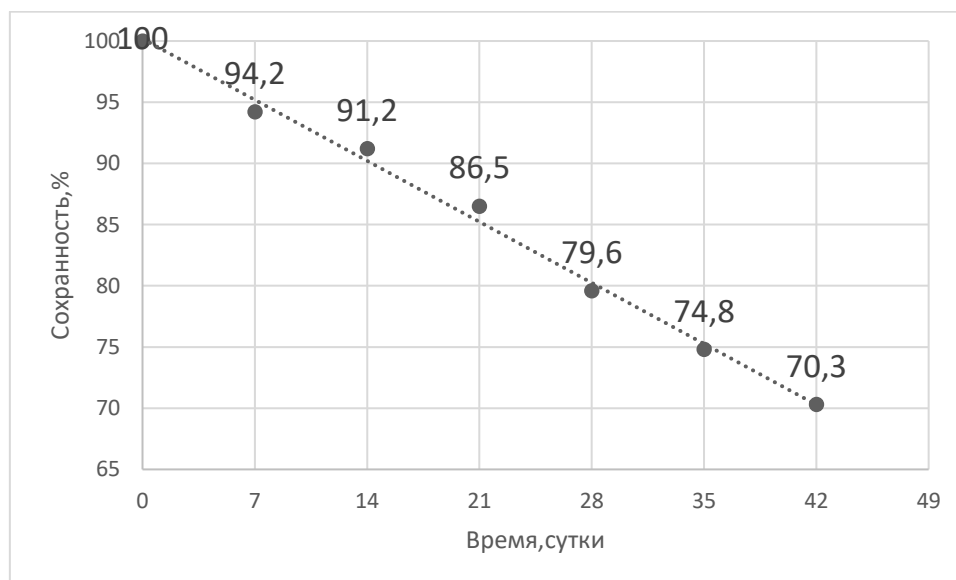


Рис.3.6. зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при рН=2,22.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°). Сохранность составляет при хранении (+4°) 70,3, а при хранении (+20°) 69,2.

В таблице 3.9. и на рисунках 3.7. и 3.8. представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях рН=3,5 в водно-спиртовых растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре (+20°) и в холодильнике с температурой (+4°).

Таблица 3.9.

Изучение сохранности антоцианов при значениях рН=3,5 в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	А	Сохранность, %	№	Время, сутки	А	Сохранность, %
0	0	0,35	100	0	0	0,35	100
1	7	0,29	95,3	1	7	0,34	94,4
2	14	0,27	89,7	2	14	0,30	89,8
3	21	0,26	82,3	3	21	0,28	85,3
4	28	0,24	76,5	4	28	0,27	81,3
5	35	0,23	69,1	5	35	0,27	77,4
6	42	0,23	63,5	6	42	0,26	71,6

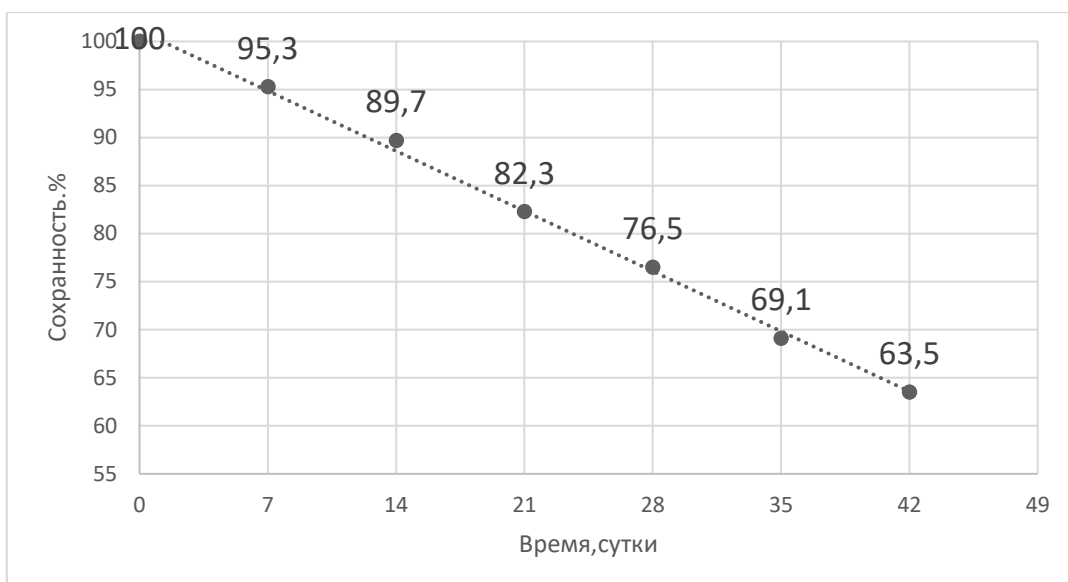


Рис.3.7. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе(+20°) при pH=3,5

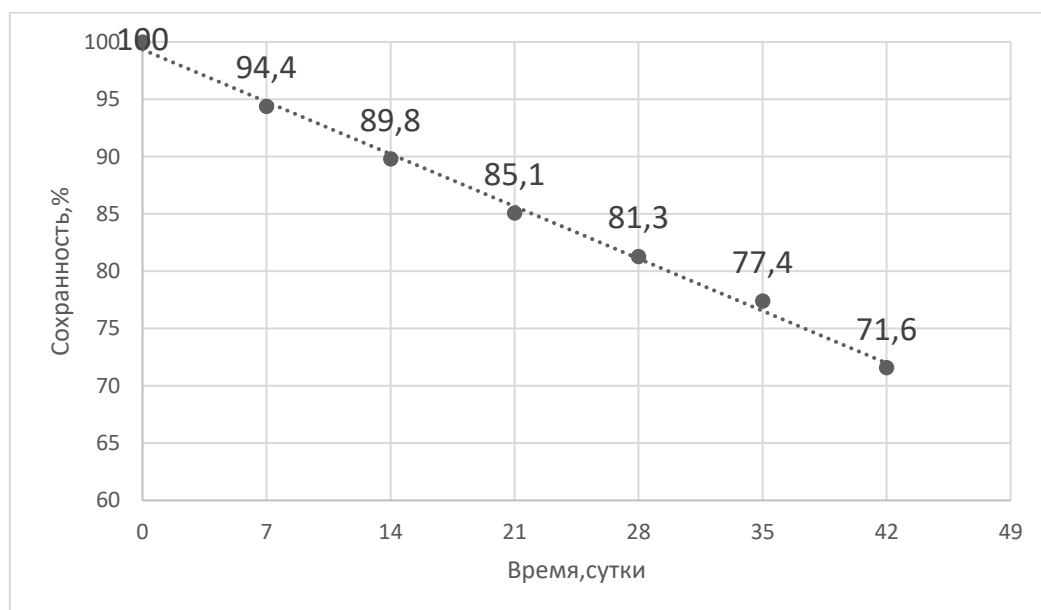


Рис.3.8. Зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при pH=3,5.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°). Сохранность составляет при хранении (+4°) 71,6, а при хранении (+20°) 63,5.

В таблице 3.10. и на рисунках 3.9. и 3.10. представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях pH=5,11 в водно-спиртовых

растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре (+20°) и в холодильнике с температурой (+4°).

Таблица 3.10.

Изучение сохранности антоцианов при значениях рН=5,11 в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	А	Сохран. %	№	Время, сутки	А	Сохран. %
0	0	0,32	100	0	0	0,32	100
1	7	0,30	96,2	1	7	0,31	97,1
2	14	0,29	92,3	2	14	0,30	93,2
3	21	0,28	88	3	21	0,28	88,7
4	28	0,25	81	4	28	0,26	82,5
5	35	0,23	75,9	5	35	0,24	77,5
6	42	0,22	71	6	42	0,23	74,8

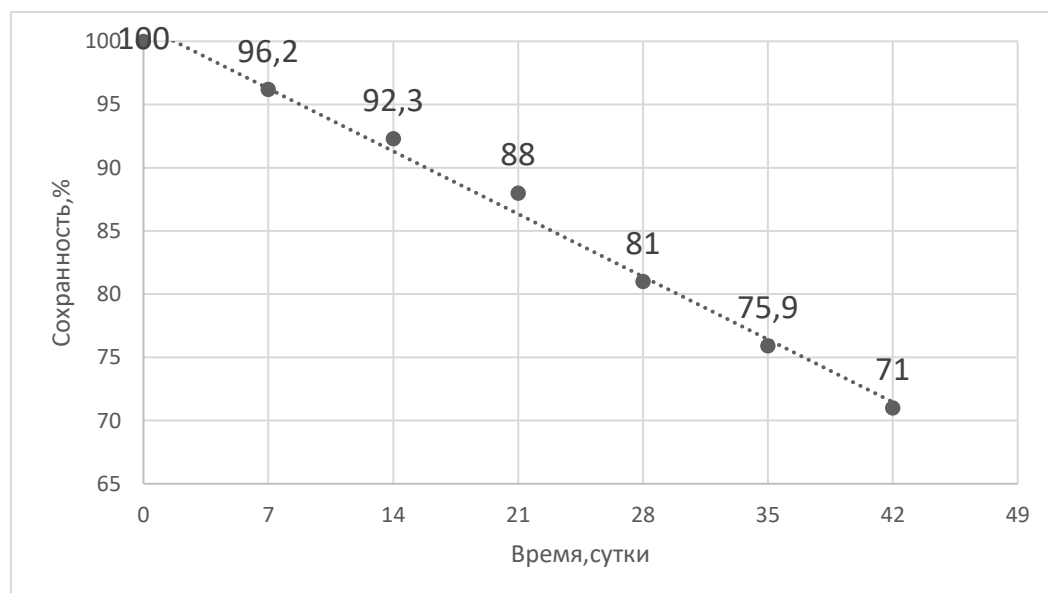


Рис.3.9. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе(+20°) при рН=5,11.

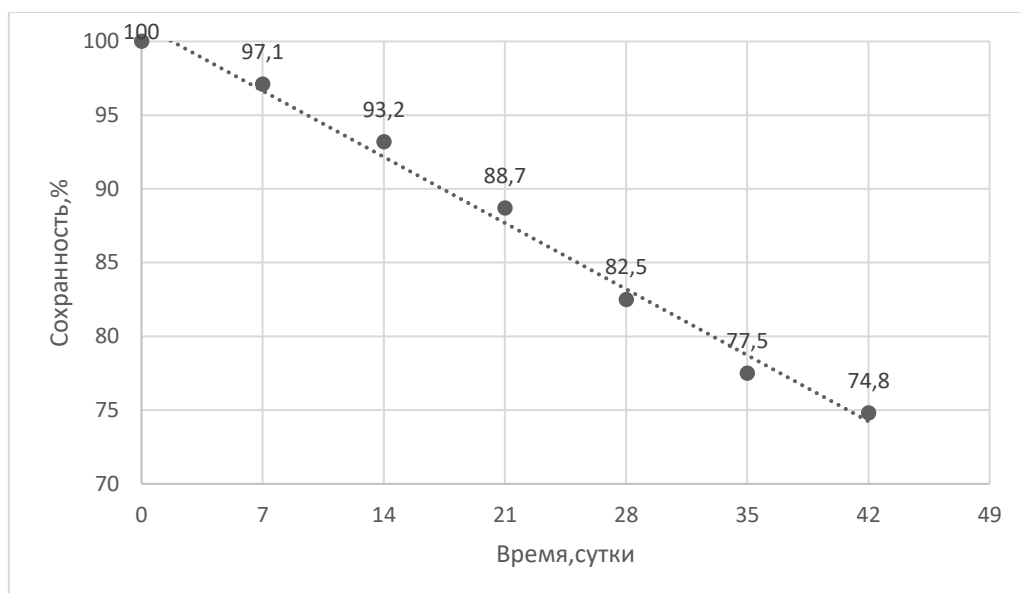


Рис.3.10. Зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при рН=5,11.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°) Сохранность составляет при хранении (+4°) 74,8, а при хранении (+20°) 71.

В таблице 3.11. и на рисунках 3.11. и 3.12. представлены результаты по изучению сохранности антоцианов при значениях рН=6,1 в водно-спиртовых растворах, которые хранились на воздухе при комнатной температуре (+20°) и в холодильнике с температурой (+4°).

Таблица 3.11.

Изучение сохранности антоцианов при значениях рН=6,1 в водно-спиртовых растворах.

№	Время, сутки	А	Сохранность, %	№	Время, сутки	А	Сохранность, %
0	0	0,24	100	0	0	0,24	100
1	7	0,22	97,1	1	7	0,23	97,7
2	14	0,21	94,5	2	14	0,22	95,3
3	21	0,18	88,2	3	21	0,20	89,2
4	28	0,17	83,6	4	28	0,18	84,3

№	Время, сутки	A	Сохранность, %	№	Время, сутки	A	Сохранность, %
5	35	0,15	79,4	5	35	0,16	80,5
6	42	0,14	75,1	6	42	0,15	76,2

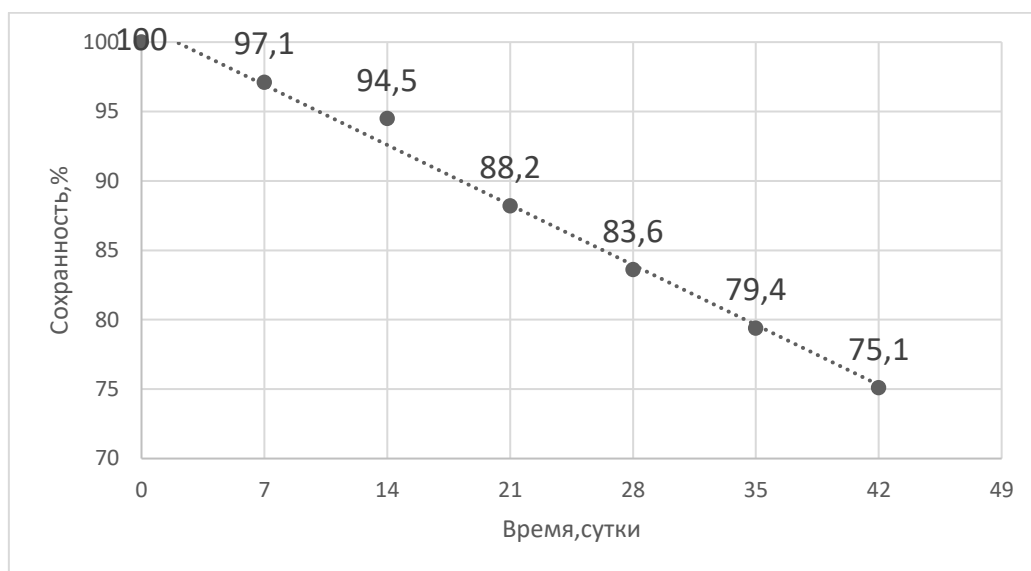


Рис 3.11. Зависимость изменения сохранности от времени на воздухе(+20°) при рН=6,1

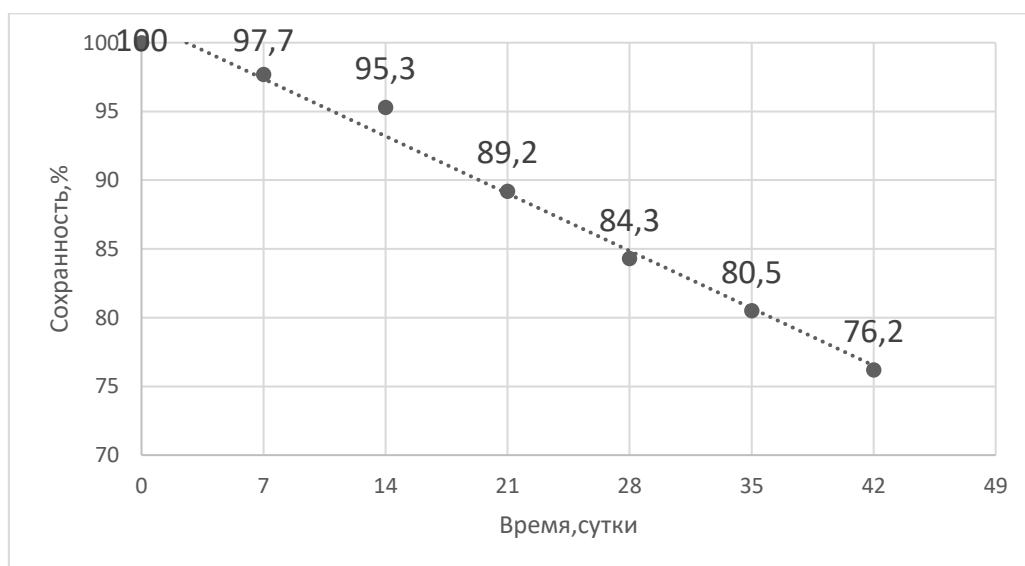


Рис3.12.Зависимость изменения сохранности от времени на холоде(+4°) при рН=6,1.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы лучше сохраняются при выдерживании в холодильнике(+4°), чем на воздухе(+20°) Сохранность составляет при хранении (+4°) 76,2, а при хранении (+20°) 75,1.

Из экспериментальных данных видно, что антоцианы при всех значениях рН, лучше сохраняются при температуре (+4°), чем при температуре (+20°).

### 3.3 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов

#### Объект исследования: гранат

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблицах 3.12, и 3.13.

Расчет концентрации антоцианов с массой 10,057 в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,9812}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,029 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,6841}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,006 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,2905}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,002 \text{ г/100г(3 день)}$$

Таблица 3.12.

Определение количества выделенных антоцианов за трое суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,9812	517	3,33	0,029
2 день	0,6841	517	-	0,006
3 день	0,2905	510	-	0,002

Суммарное содержание выделенных антоцианов за три выделенные экстракции составляет:0,037

Расчет концентрации антоцианов с массой 10,079 в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,8861}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,029 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,5429}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,004 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,2507}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{10,797} * 484 = 0,002 \text{ г/100г (3 день)}$$

Таблица 3.13.

Определение количества выделенных антоцианов за трое суток без использования ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,8861	510	3,33	0,029
2 день	0,5429	510	-	0,004
3 день	0,2507	509	-	0,002

Суммарное содержание выделенных антоцианов за три выделенные экстракции составляет 0,035.

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблицах 3.14, и 3.15.

Расчет концентрации антоцианов с массой 15,138 в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,9665}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,024 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,7998}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,009 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,5387}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,003 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,3365}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,002 \text{ г/100г (4 день)}$$



Таблица 3.14.

Определение количества выделенных антоцианов за четверо суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,9665	517	4,16	0,024
2 день	0,7998	517	2	0,009
3 день	0,5387	510	-	0,003
4 день	0,3365	510	-	0,002

Суммарное содержание выделенных антоцианов за три выделенные экстракции составляет 0,038.

Расчет концентрации антоцианов с массой 15,149 в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,9355}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,023 \text{ г/100 г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,7135}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,008 \text{ г/100 г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,4861}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,003 \text{ г/100 г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,3028}{26900 \cdot 1} * 1 * 1 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,002 \text{ г/100 г (4 день)}$$

Таблица 3.15.

Определение количества выделенных антоцианов за четверо суток без использования ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,9355	510	4,16	0,023
2 день	0,7135	510	2	0,008
3 день	0,4861	509	-	0,003
4 день	0,3028	509	-	0,002

Экспериментальные данные показывают, что при экстрагировании антоцианов с использованием ультразвуковой бани позволяет выделить за четыре экстракции при массе  $10,057=0,037$  г/100г, а при массе  $15,138=0,038$  г/100г, а при экстрагировании антоцианов без использования ультразвуковой бани позволяет выделить за четыре экстракции при массе  $10,079=0,035$ , а при массе  $15,149=0,036$  г/100г.

Сохранность изучали на примере первых экстрактов на протяжении шести дней. Определение концентраций антоцианов проводили спектрофотометрическим методом по аналогичным формулам.

. Отфильтрованные и разбавленные растворы, полученные в первый день, оставляли и промеряли сохранность в течении шести дней.

Расчет концентрации антоцианов с массой  $10,057$  в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже:

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 3,33 раз.

$$C = \frac{0,9812}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,030 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,9564}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,028 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,9237}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,027 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,8941}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,026 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8584}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,025 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,7956}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,024 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,7764}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,057} * 484 = 0,023 \text{ г/100г (7 день)}$$

Результаты, полученные при изучении сохранности антоцианов представлены в таблице 3.16 и на рисунке 3.13.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов граната в течении 7 суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,9812	510	0,030	100
2 день	0,9564	510	0,028	97,5
3 день	0,9237	510	0,027	94,2
4 день	0,8941	510	0,026	91,2
5 день	0,8584	510	0,025	87,5
6 день	0,7956	509	0,024	83,1
7 день	0,7764	509	0,023	79,2

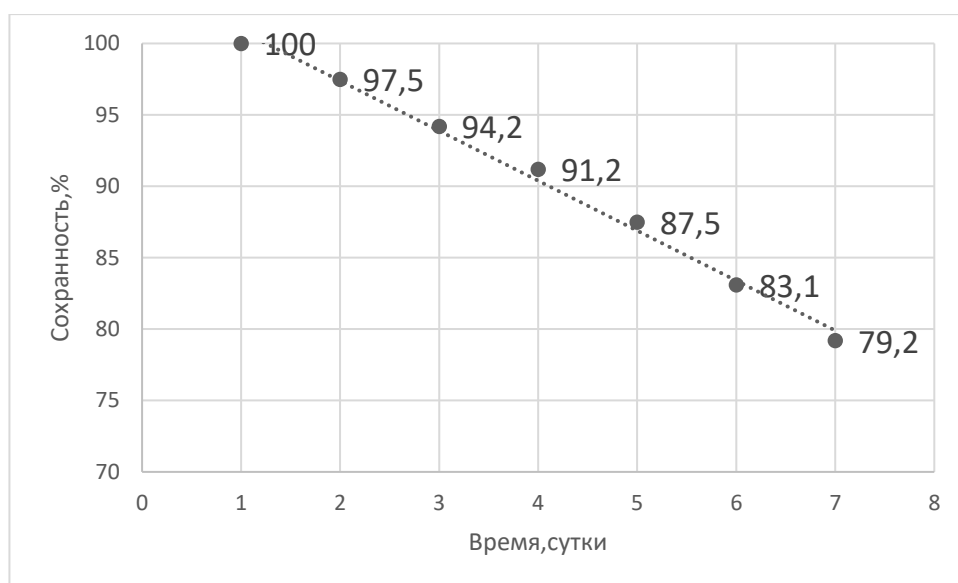


Рис.3.13. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных с участием ультразвуковой бани.

За семь дней количество антоцианов в экстракте уменьшилось на 20,8%, т.е. сохранность составила 79,2%

Расчет концентрации антоцианов с массой 10,079 в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 3,33 раз.

$$C = \frac{0,8861}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,026 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,8591}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,025 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,8311}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,024 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,7946}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,023 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,7515}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,022 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,7154}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,021 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,6836}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{10,079} * 484 = 0,020 \text{ г/100г (7 день)}$$

Результаты, полученные при изучении сохранности антоцианов представлены в таблице 3.17. и на рисунке 3.14.

Таблица 3.17.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов граната в течении 7 суток без участия ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,8861	511	0,026	100
2 день	0,8591	511	0,025	96,9
3 день	0,8311	511	0,024	93,6
4 день	0,7946	511	0,023	89,6
5 день	0,7515	511	0,022	84,8
6 день	0,7154	510	0,021	80,7
7 день	0,6836	510	0,020	77,1

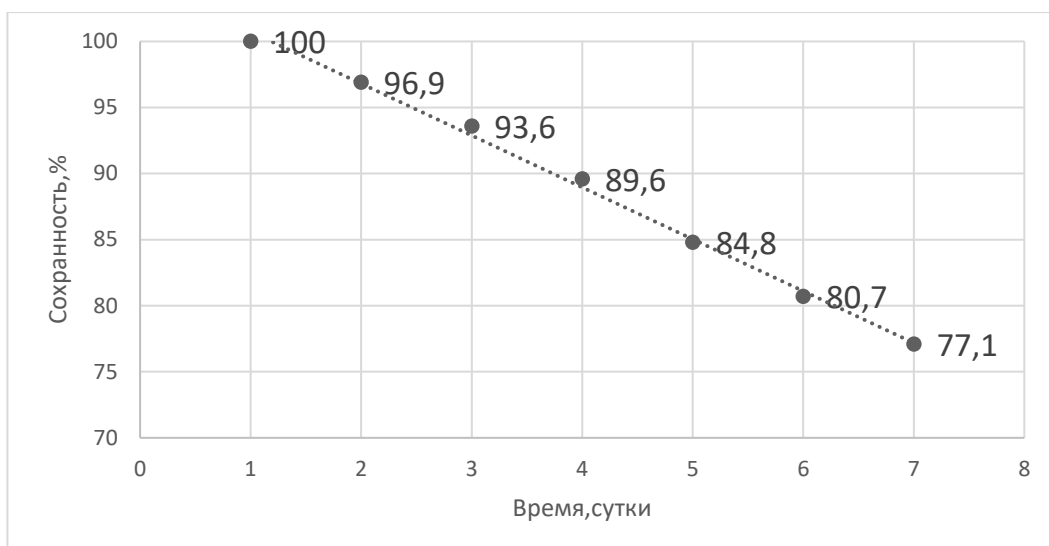


Рис.3.14. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных без использования ультразвуковой бани.

За семь дней количество антоцианов в экстракте уменьшилось на 22,9%, т.е. сохранность составила 77,1%

Расчет концентрации антоцианов с массой 15,138 в экстрактах полученных с использованием ультразвуковой бани приведены ниже.

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 4,16 раз.

$$C = \frac{0,9665}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,024/100\text{г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,9546}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,023 \text{ г}/100\text{г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,9432}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,023 \text{ г}/100\text{г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,9092}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,022\text{г}/100\text{г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8725}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,021 \text{ г}/100\text{г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,8448}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,021 \text{ г}/100\text{г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,8236}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,138} * 484 = 0,020 \text{ г}/100\text{г (7 день)}$$

Результаты, полученные при изучении сохранности антоцианов представлены в таблице 3.18, и на рисунке 3.15.

Таблица 3.18.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов граната в течении 7 суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,9665	511	0,024	100
2 день	0,9546	511	0,023	98,4
3 день	0,9432	511	0,023	95,3
4 день	0,9092	511	0,022	92,7
5 день	0,8725	511	0,021	90,2
6 день	0,8448	510	0,021	87,4
7 день	0,8236	510	0,020	85,2

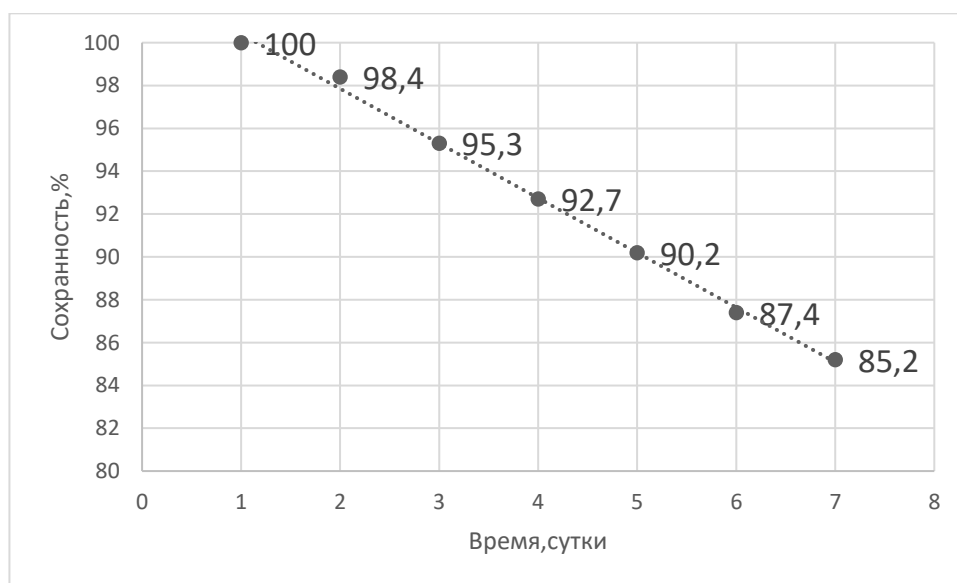


Рис.3.15. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных с участием ультразвуковой бани.

За семь дней количество антоцианов в экстракте уменьшилось на 14,8%, т.е. сохранность составила 85,2%

Расчет концентрации антоцианов с массой 15,149 в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 4,16 раз.

$$C = \frac{0,9355}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,023 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,9276}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,023 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,9013}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,022 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,8752}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,022 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8569}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,021 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,8056}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,020 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,7921}{26900 \cdot 1} * 1 * 4,16 * 0,05 * \frac{100}{15,149} * 484 = 0,019 \text{ г/100г (7 день)}$$

Результаты, полученные при изучении сохранности антоцианов представлены в таблице 3.19. и на рисунке 3.16.

Таблица 3.19.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов граната в течении 7 суток без участия ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,9355	510	0,023	100
2 день	0,9276	510	0,023	98,7
3 день	0,9013	510	0,022	95,4
4 день	0,8752	510	0,022	93,1
5 день	0,8569	510	0,021	89,8
6 день	0,8056	510	0,020	87,3
7 день	0,7921	510	0,019	84,6

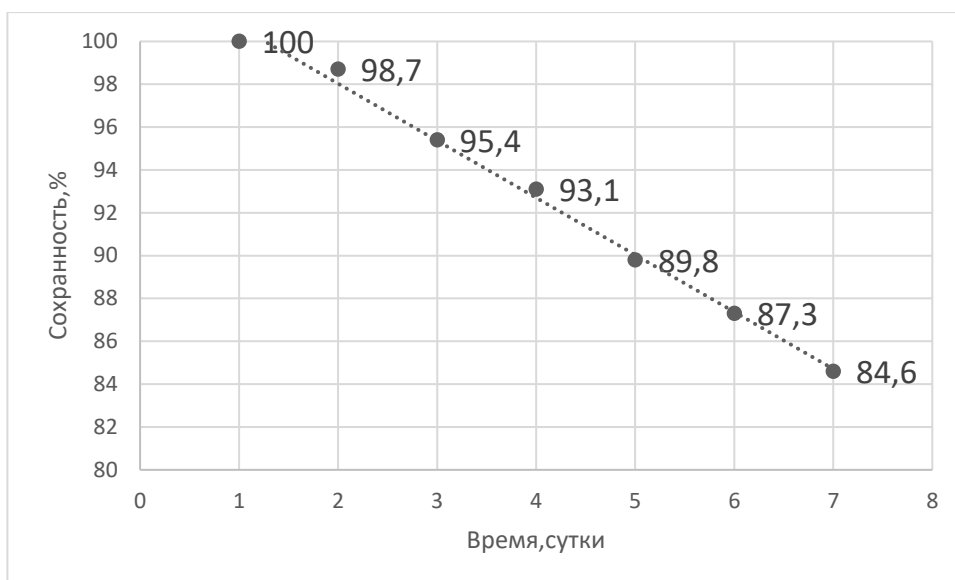


Рис.3.16. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных без участия ультразвуковой бани.

За семь дней количество антоцианов в экстракте уменьшилось на 15,4%, т.е. сохранность составила 84,6%

Таким образом, при определении общего содержания антоцианов по методике в общем случае требуется выдержка раствора в ультразвуковой бане.

### 3.4 Влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов

**Объект исследования: черника.**

Результаты, полученные в ходе изучения влияние способа экстракции на количество выделенных антоцианов представлены в таблицах 3.20, и 3.21.

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных без использования ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,9075}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,15 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,8847}{26900 \cdot 1} * 1 * 5 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,07 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,8512}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,8289}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (4 день)}$$



$$C = \frac{0,8143}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,7921}{26900 \cdot 1} * 1 * 1,6 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,02 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,7893}{26900 \cdot 1} * 1 * 1,4 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,02 \text{ г/100г (7 день)}$$

Таблица 3.20.

Определение количества выделенных антоцианов за 7 суток без использования ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,9075	517	10	0,15
2 день	0,8847	517	5	0,07
3 день	0,8512	517	3,33	0,05
4 день	0,8289	517	2	0,03
5 день	0,8143	517	2	0,03
6 день	0,7921	516	1,6	0,02
7 день	0,7893	516	1,4	0,02

Расчет концентрации антоцианов в экстрактах полученных при использовании ультразвуковой бани приведены ниже:

$$C = \frac{0,9236}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,16 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,9178}{26900 \cdot 1} * 1 * 5 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,08 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,9021}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,8838}{26900 \cdot 1} * 1 * 3,33 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,05 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8725}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,8591}{26900 \cdot 1} * 1 * 2 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,03 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,8356}{26900 \cdot 1} * 1 * 1,6 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,02 \text{ г/100г (7 день)}$$

Таблица 3.21.

Определение количества выделенных антоцианов за 7 суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	Разбавление	C, г/100г
1 день	0,9236	517	10	0,16
2 день	0,9178	517	5	0,08
3 день	0,9021	517	3,33	0,05
4 день	0,8838	517	3,33	0,05
5 день	0,8725	517	2	0,03
6 день	0,8591	517	2	0,03
7 день	0,8356	516	1.6	0,02

Экспериментальные данные показывают, что при экстрагировании антоцианов с использованием ультразвуковой бани позволяет выделить за семь экстракций 0,42 г/100г, а при экстрагировании антоцианов без использования ультразвуковой бани позволяет выделить за семь экстракций 0,37 г/100г.

Сохранность изучали на примере первых экстрактов на протяжении семи дней. Определение концентраций антоцианов проводили спектрофотометрическим методом по аналогичным формулам.

Результаты, полученные при изучении сохранности антоцианов представлены в таблицах 3.22. и 3.23. и на рисунках 3.17. и 3.18.

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 10 раз.

$$C = \frac{0,9075}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,16 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,8964}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,154 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,8812}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,151 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,8762}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,150 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8596}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,146 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,8361}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,145 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,8130}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,284} * 484 = 0,142 \text{ г/100г (7 день)}$$

Таблица 3.22.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов черники в течении 7 суток без участия ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,9075	517	0,16	100
2 день	0,8964	517	0,15	98,5
3 день	0,8812	517	0,15	97,1
4 день	0,8762	516	0,15	95,5
5 день	0,8596	516	0,14	94,2
6 день	0,8361	516	0,14	92,1
7 день	0,8130	516	0,14	90,3

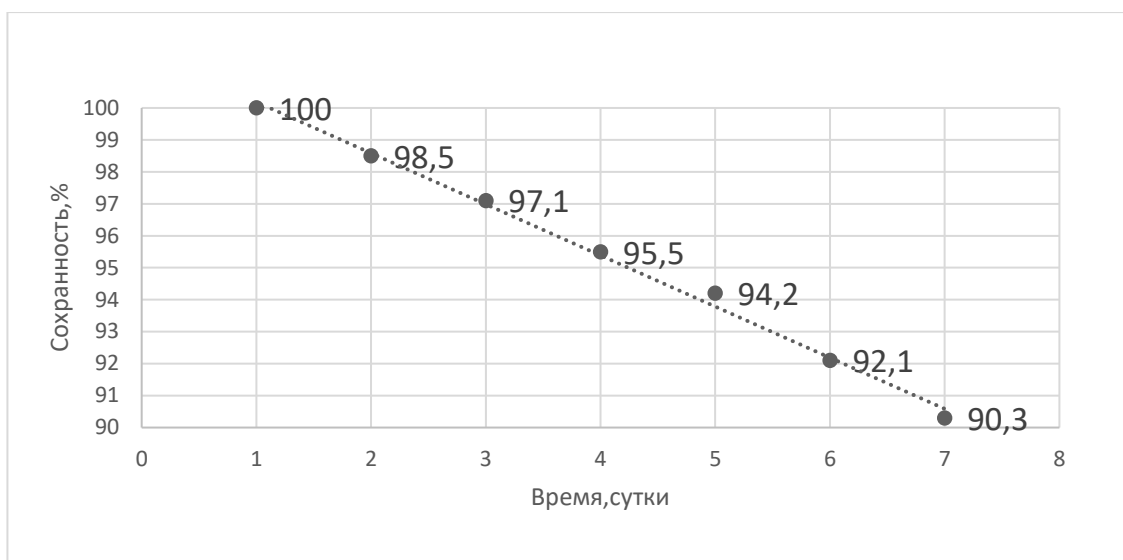


Рис.3.17. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных без участия ультразвуковой бани.

За семь дней количество антоцианов в экстракте уменьшилось на 9,7%, т.е. сохранность составила 90,3%

Разбавление в исходных экстрактах проводили в 10 раз.

$$C = \frac{0,9236}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,16 \text{ г/100г (1 день)}$$

$$C = \frac{0,9201}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,157 \text{ г/100г (2 день)}$$

$$C = \frac{0,9179}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,157 \text{ г/100г (3 день)}$$

$$C = \frac{0,9089}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,155 \text{ г/100г (4 день)}$$

$$C = \frac{0,8963}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,153 \text{ г/100г (5 день)}$$

$$C = \frac{0,8818}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,151 \text{ г/100г (6 день)}$$

$$C = \frac{0,8715}{26900 \cdot 1} * 1 * 10 * 0,05 * \frac{100}{5,254} * 484 = 0,149 \text{ г/100г (7 день)}$$

Таблица 3.23.

Изучение сохранности экстрактов антоцианов черники в течении 7 суток с участием ультразвуковой бани.

№	Оптическая плотность	Длина волны, нм	C, г/100г	Сохранность, %
1 день	0,9236	517	0,16	100
2 день	0,9201	517	0,15	99,2
3 день	0,9179	517	0,15	98,5
4 день	0,9089	516	0,15	97,8
5 день	0,8963	516	0,15	97,1
6 день	0,8818	516	0,15	96,1
7 день	0,8715	516	0,14	95,4

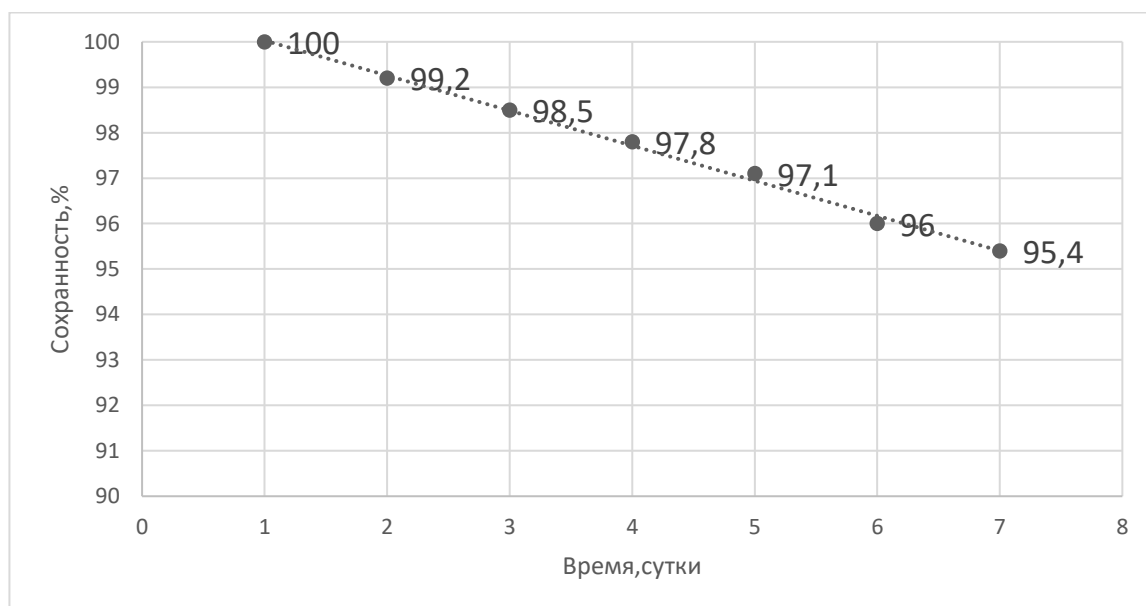


Рис.3.18. Изменение концентрации антоцианов в экстрактах, полученных при использовании ультразвуковой бани

Таким образом, при определении общего содержания антоцианов по методике в общем случае требуется выдержка раствора в ультразвуковой бане.

## ВЫВОДЫ

1 Использование ультразвуковой обработки экстрактов краснокочанной капусты практически не оказывает влияние на степень экстракции.

Далее изучаем сохранность всех экстрактов при разных вариантах хранения: на воздухе и в холодильнике.

2 Из экспериментальных данных видно, что антоцианы экстракта бузины при всех значениях рН, лучше сохраняются при температуре (+4°), чем при температуре (+20°).

3. При использовании ультразвуковой бани на седьмые сутки сохранность антоцианов в экстракте граната при навеске (10 г) составила 79,2%, без использования ультразвуковой бани - сохранность составила 77,1%

4. При использовании ультразвуковой бани на седьмые сутки сохранность антоцианов в экстракте граната при навеске (15 г) составила 85,2%, без использования ультразвуковой бани - сохранность составила 84,6%

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова Е.В., Школьников М.Н., Егорова Е.Ю. Физиологически активные вещества растительного сырья. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. 105 с.
2. Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. Функции и свойства антоцианов растительного сырья // Труды БГУ 2010. Том 4. Выпуск 2. С. 1 – 11.
3. Дейнека Л.А., Шапошников А.А., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н. Антоцианы: природные антиоксиданты и не только // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. 2006. №2, Вып.4. С. 92–100.
4. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Перевод с англ. канд. биол. наук В.Д. Цыдендамбаева / Под редакцией проф. М.Н. Запрометова. М.: «Мир», 1986. 422 с.
5. Чулков А.Н., Дейнека В.И., Навальнева И.А., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н. Антоцианы лепестков цветков *Chamomiles.Japonica* и *S.Maulei* // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2011. № 9 (104). Выпуск 15/1. С. 382 – 388.
6. Чуб В. Для чего нужны антоцианы // Цветоводство. 2008. № 6. С. 22—25.
7. Дедков В.П., Масленников П.В., Гребенев Н.Н. Содержание антоцианов как показатель нефтяного загрязнения растений и растительных сообществ дюн Куршской косы // Вестник РГУ им. И. Канта. 2006. Вып. 1. Естественные науки. С. 102–108.
8. Болотов В.М., Нечаев А.П., Сарафанова Л.А. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. СПб.: «ГИОРД», 2008. 240 с.
9. Писарев Д.И., Новиков О.О., Селютин О.А., Писарева Н.А. Биологическая активность полифенолов растительного происхождения. Перспектива использования антоцианов в медицинской практике. Научные

ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. - 2012. - №10(129), вып.18/2.-С. 17-24.

10 Третьяков М.Ю., Хорошилов С.А., Сидоров А.Н., Чулков А.Н., Дейнека В.И., Дейнека Л.А. Кукуруза как источник антоцианов // Достижения науки и техники АПК. 2012. №9. С. 30 – 31.

11. Харламова О.А., Кафка Б.В. Натуральные пищевые красители. М.: «Пищевая промышленность», 1979. 191 с.

12. Блажей, А. Фенольные соединения растительного происхождения / А. Блажей, Л. Шутый. М.: Мир, 1977. 240 с.

13. Дейнека, В.И. Основные антоцианы некоторых растений семейства Grossulariaceae / В.И. Дейнека, А.М. Григорьев, В.М. Староверов, А.А. Сиротин // Химия природн. соединений. 2003. №4. С. 324–325