

ШАРИПОВА МАВЗУНА БАХРИДДИНОВНА

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ВЫДЕЛЕНИЯ ФЛАВОНОИДОВ И КАРОТИНОИДОВ ИЗ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

02.00.04 – Физическая химия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук



Душанбе-2010 г.

Работа выполнена на кафедре химии Технологического университета Таджикистана

Научный руководитель: кандидат химических наук, доцент
Мирзорахимов Курбонали Каримович.

официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор,
Исобаев Музафар Джумаевич

кандидат химических наук, доцент
Раджабов Умарали Раджабович

Ведущая организация: Таджикский государственный национальный
Университет, кафедра физической химии

Защита диссертации состоится «22» сентября 2010г. 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета ДМ 047.003.01 при Институте химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан по адресу: 734063 Республика Таджикистан, г.Душанбе, ул.Айни, 299/2. E-mail: gulchera@list.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан

Автореферат разослан «10» августа 2010г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат химических наук



Касимова Г. Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Современная пищевая промышленность широко использует растительные экстракты для обогащения продуктов питания биологически активными веществами и повышения их пищевой ценности, для создания продуктов питания лечебно-профилактического и функционального назначения и как пищевые добавки для улучшения потребительских свойств продуктов.

Научные исследования, направленные на выявление новых источников сырья, разработку способов выделения, условий хранения и применения в пищевой промышленности экстрактов растений, важны и актуальны. Эта проблема особенно важна для Таджикистана, имеющего богатейшую и уникальную флору, так как здесь произрастают более 4500 видов растений, из которых многие применяются в медицинской практике и пищевой промышленности.

Целью работы является получение экстрактов флавоноидов и каротиноидов из растений, произрастающих в Таджикистане, изучение их физико-химических свойств, определение оптимальных условий выделения, хранения и областей их применения.

Задачи исследования:

- изучение процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов из растительного сырья и влияние различных факторов;
- изучение кинетики процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов;
- разработка способов получения экстрактов из растительного сырья, нахождение оптимальных условий их извлечения;
- определение флавоноидов и каротиноидов в составе выделенных растительных экстрактов;
- изучение физико-химических свойств полученных экстрактов;
- изучение влияния различных факторов на устойчивость цвета объектов исследования;
- определение токсичности выделенных растительных экстрактов;
- применение экстрактов флавоноидов и каротиноидов для окрашивания различных групп пищевых продуктов;

Научная новизна. Впервые получены экстракты флавоноидов и каротиноидов из растений, произрастающих на территории Таджикистана – зверобоя, соцветий одуванчика, древесины айвы, скорлупы грецкого ореха и использование для окрашивания пищевых продуктов.

Впервые исследована зависимость степени экстракции флавоноидов и каротиноидов из растений от различных факторов: экстрагента, соотношения сырья и растворителя, температуры, времени нагревания, способа экстракции. Изучена кинетика процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов, рассчитаны кинетические параметры: скорость, константа скорости, энергия активации и температурный коэффициент экстракции.

Изучены физико-химические свойства экстрактов: растворимость в воде и органических растворителях, содержание сухих веществ, содержание красящих веществ, плотность, кислотно-основные свойства.

Определена устойчивость цвета экстрактов к воздействию света, температуры и времени нагревания, рН среды.

Практическое значение.

Разработан метод выделения экстрактов из растительного сырья в виде сухих порошков и показана возможность их применения в качестве ингредиентов для окрашивания пищевых продуктов.

Апробация работы.

Результаты диссертационной работы доложены на Международной конференции, посвященной 60-летию Института химии АН РТ (Душанбе, 2006г.), Республиканской научно-практической конференции «Инновация - эффективный фактор связи науки с производством» (Душанбе, 2008 г.), Международной конференции «VI Нумановские чтения» (Душанбе, май, 2009 г.), Международной конференции «Наука, образование», (Санкт-Петербург, октябрь, 2009 г.).

Публикации.

По материалам диссертации опубликованы 2 статьи в журнале, рекомендованном ВАК РФ, 10 статей в сборниках научных конференций и получено 3 малых патента Республики Таджикистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 96 страницах компьютерного набора, состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной части, обсуждения результатов и выводов. Содержит 16 рисунков, 30 таблиц, список литературы, включающий 115 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во **введении** обоснована актуальность темы, цели и задачи исследования, раскрыто основное содержание диссертации.

В обзоре литературы приведены данные о применении в пищевой промышленности растительных экстрактов, способах их получения, химической природе растительных красящих веществ – флавоноидов и каротиноидов.

2. Экспериментальная часть

Экспериментальная часть содержит характеристику растений, выбранных в качестве источника флавоноидов и каротиноидов, методики их выделения из сырья, исследования физико-химических свойств, рецептуру пищевых продуктов, выбранных для испытания полученных экстрактов, и методики применения экстрактов для окрашивания пищевого продукта.

В качестве объектов исследования при получении экстрактов флавоноидов и каротиноидов, пригодных для окрашивания пищевых продуктов, были выбраны лекарственные растения – зверобой, одуванчик, древесина айвы, скорлупа грецкого ореха. Наряду с красящими веществами они содержат и другие полезные вещества – витамины, микроэлементы, органические кислоты и могут быть источником биологически активных веществ.

Выделение красящих веществ - флавоноидов и каротиноидов - из растительного сырья проводилось методом экстракции.

Физико-химические свойства и устойчивость цвета выделенных экстрактов изучались по известным методикам, микробиологическая безопасность - методом серийных разведений препаратов в мясопептонном бульоне (МПБ). Были использованы эпизоотические и музейные штаммы тест-культур *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*.

Острая токсичность определялась по методике М.Д. Машковского.

Выделенные экстракты флавоноидов и каротиноидов были испытаны для окрашивания некоторых видов пищевых продуктов – выпечных кондитерских изделий, конфетных помад, мясных и молочных продуктов по известным методикам.

3. Обсуждение результатов

В главе «Обсуждение результатов» рассматриваются процесс экстракции флавоноидов и каротиноидов, физико-химические свойства, устойчивость цвета и влияние на него различных факторов, микробиологическая безопасность и токсичность полученных экстрактов, окрашивание ими выпечных кондитерских изделий, конфетных помад, мясных продуктов (вареных колбас) и молочных десертов (йогуртов).

3.1. Экстракция флавоноидов и каротиноидов и растительного сырья

Экстракцию флавоноидов и каротиноидов из зверобоя, соцветий одуванчика, древесины айвы и скорлупы грецкого ореха проводили дистиллированной водой, 1% и 10%-ным растворами соляной, лимонной кислот и гидрокарбоната натрия, водно-спиртовыми растворами и 96%-ным этиловым спиртом.

Проведенные эксперименты показали, что лучшим экстрагентом для выделения красящих веществ из зверобоя является этиловый спирт, водно-спиртовые растворы и вода, а в кислой и щелочной среде они практически не экстрагируются. Красящие вещества из одуванчика лучше всего извлекаются этиловым спиртом и спиртовыми растворами. Установлено, что из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха при использовании в качестве экстрагента 1-2% раствора гидрокарбоната натрия, создающего щелочную среду, получают более интенсивно окрашенные растворы, а также сокращается время экстракции. В кислых растворах, спирте и водно-спиртовых растворах степень извлечения окрашенных флавоноидов незначительна – получены экстракты светлого коричневатого-желтого цвета.

Результаты изучения зависимости экстракции от соотношения сырья и экстрагента представлены на рис. 1-2

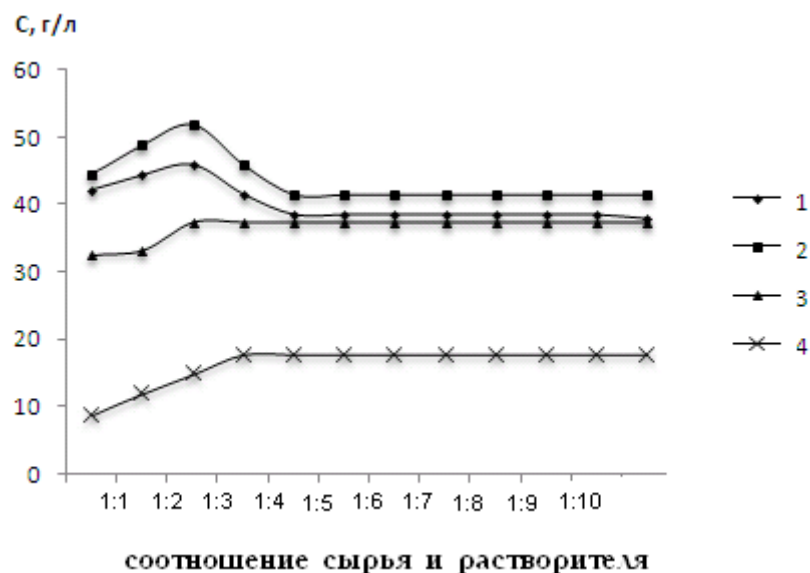


Рис. 1. Зависимость концентрации экстрактов от соотношения сырья и растворителя: 1-спиртовой экстракт из зверобоя, 2-водный экстракт из зверобоя 3-водно-спиртовой экстракт из зверобоя, 4-спиртовой экстракт из одуванчика.

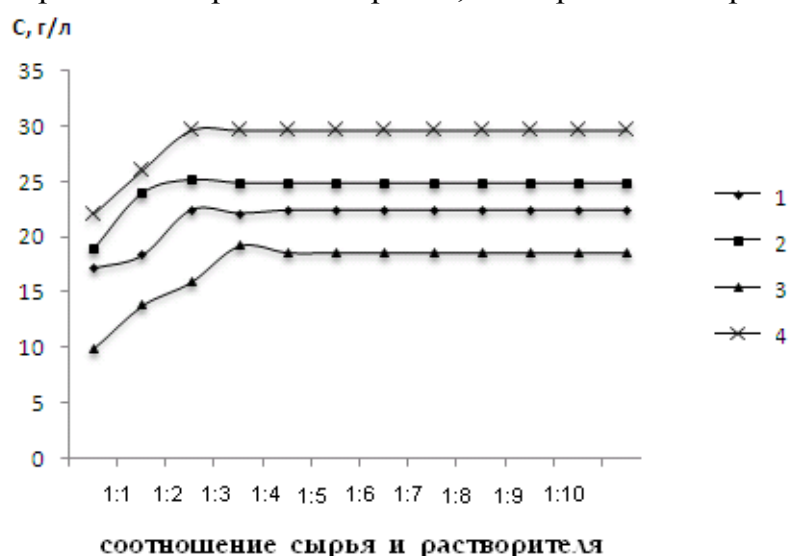


Рис. 2. Зависимость концентрация экстрактов от соотношения сырья и растворителя: 1- водный экстракт древесины айвы, 2-экстракт из древесины айвы, полученный 1%-ым раствором соды, 3- водный экстракт скорлупы грецкого ореха, 4- экстракт скорлупы грецкого ореха, полученный 1%-ым раствором соды.

Как видно из рисунков, увеличение соотношения сырья и растворителя ведет к увеличению экстракции окрашенных веществ, но, начиная с определенного соотношения, она остается практически постоянной.

Оптимальное соотношение сырья и экстрагента для зверобоя составляет 1:3, для одуванчика 1: 5, для древесины айвы и скорлупы грецкого ореха - 1:3 и 1:5 соответственно.

С целью исследования влияния температуры на степень экстракции была выполнена серия опытов по извлечению флавоноидов и каротиноидов в интервале температур 20-100°C. Сырье и экстрагент, взятые в соотношении, при котором экстракция максимальна, выдерживались в течение 1 часа при

температуре 20⁰С, 50⁰С, 80⁰С и при кипячении. Затем определялась концентрация полученных экстрактов, как показатель степени экстракции. Полученные результаты приведены на рис.5 и 6.

Как показывают полученные результаты, с увеличением температуры несколько увеличивается степень извлечения веществ. Красящие вещества - флавоноиды и каротиноиды - извлекаются наиболее полно при кипячении.

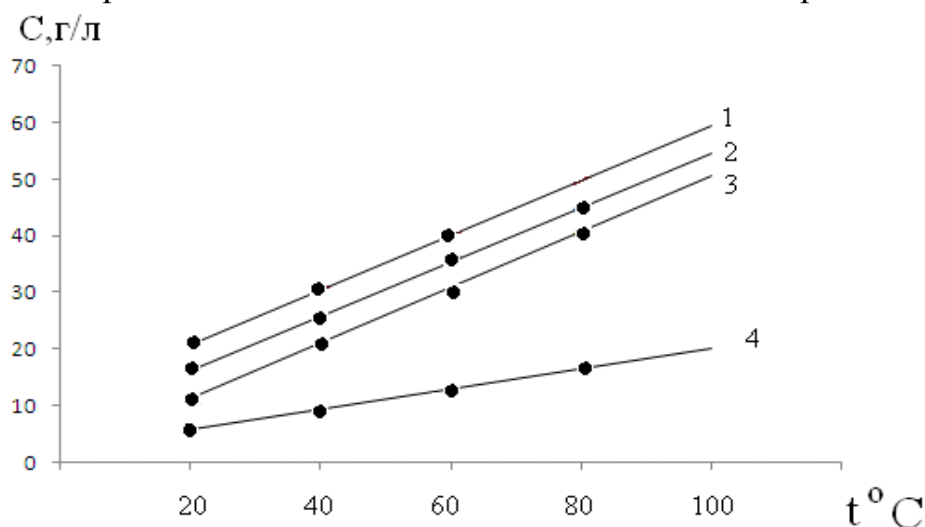


Рис.5. Зависимость концентрации флавоноидов и каротиноидов в экстрактах от температуры: 1- водно-спиртовой экстракт зверобоя; 2- водный экстракт зверобоя ; 3 – спиртовой экстракт зверобоя, 4- экстракт из одуванчика.

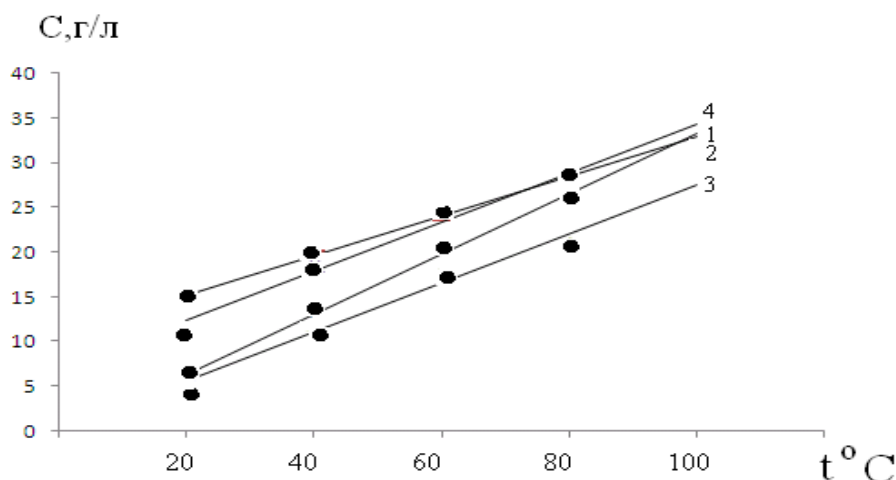


Рис. 6 Зависимость концентрации флавоноидов и каротиноидов в экстрактах от температуры: 1- водный экстракт из древесины айвы; 2- экстракт из древесины айвы, полученный 1%-ным раствором соды, 3-водный экстракт из скорлупы грецкого ореха, 4- экстракт из скорлупы грецкого ореха полученный 1%-ным раствором соды.

Для определения оптимального времени кипячения была изучена зависимость степени экстракции от времени кипячения. Для этого сырье и экстрагент в соотношении 1:3 кипятили в колбе с обратным холодильником в течение определенного времени и вычисляли концентрацию красящих веществ в экстракте. Результаты приведены на рис. 7, 8.

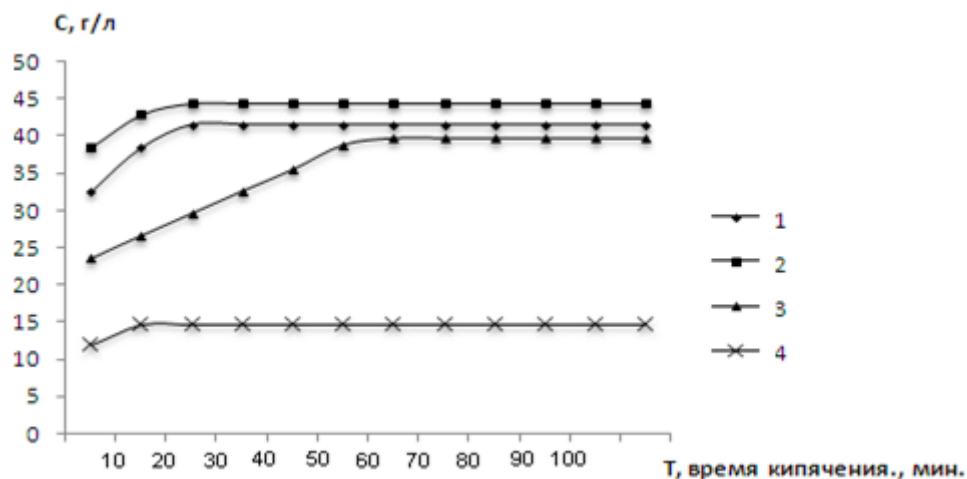


Рис. 7- Зависимость концентрации красящих веществ в экстрактах от времени кипячения: 1- водно-спиртовой экстракт зверобоя; 2 – водный экстракт из зверобоя; 3 – спиртовой экстракт из зверобоя; 4- водный экстракт из одуванчика.

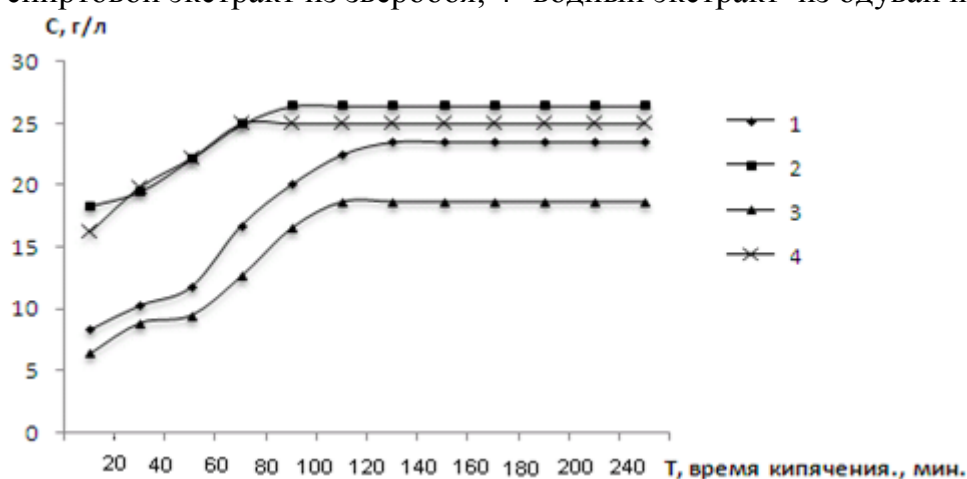


Рис. 8. Зависимость концентрации красящих веществ в экстрактах от времени кипячения: 1 – водный экстракт из древесины айвы; 2 – экстракт из древесины айвы раствором соды; 3 – водный экстракт из скорлупы грецкого ореха; 4– экстракт из скорлупы грецкого ореха раствором соды.

Полученные результаты показывают, что концентрация флавоноидов и каротиноидов в экстрактах сначала возрастает при увеличении времени кипячения, затем остается постоянной. Постоянство концентрации при экстракции из зверобоя водой и водно-спиртовыми растворами достигается при кипячении в течение 40 минут, а спиртовыми растворами – при кипячении в течение 20 минут. Экстракция каротиноидов из одуванчика спиртом завершается за 30 минут. Красящие вещества из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха водой наиболее полно извлекаются при кипячении в течение 1,5 часа, а 1%-ным раствором соды - при кипячении в течение 1 часа.

3.2. Определение кинетических параметров процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов

Полученные экспериментальные данные позволили рассчитать кинетические параметры процесса экстракции красящих веществ из выбранных растений.

Были рассчитаны средние скорости экстракции красящих веществ, выделенных водой, водно-спиртовыми растворами и спиртом из зверобоя, спиртом из одуванчика, водой и растворами соды из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха при кипячении сырья и экстрагентов, взятых в оптимальных соотношениях. Средние скорости процесса экстракции были рассчитаны при различных промежутках времени кипячения в интервале от 20 минут до достижения постоянства концентрации экстрагированных веществ. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Скорость экстракции экстрактов при кипячении

Экстракт	Средняя скорость экстракции, г/л·мин
Водный экстракт зверобоя	0.5351
	0.4460
	0.3574
Водно-спиртовый экстракт зверобоя	0.4460
	0.1495
	0.0490
Спиртовый экстракт из зверобоя	0.3764
	0.3001
	0.2908
	0.1502
Спиртовый экстракт одуванчика	0.2913
	0.1450
	0.0720
	0.0415
	0.0132
Водный экстракт из древесины айвы	0.0920
	0.3486
	0.1507
	0.1102
	0.0915
Содовый экстракт из древесины айвы	0.1206
	0.2604
	0.1906
	0.076
Водный экстракт из скорлупы грецкого ореха	0.360
	0.2306
	0.1803

Как видно из данных табл.1, скорость экстракции флавоноидов и каротиноидов из зверобоя, одуванчика, скорлупы грецкого ореха различными экстрагентами уменьшается с увеличением времени кипячения. Уменьшение скорости особенно резко происходит при экстракции флавоноидов и каротиноидов из зверобоя спиртом. Скорость экстракции флавоноидов из древесины айвы при экстракции водой и раствором соды с течением времени кипячения сначала увеличивается, затем также постепенно падает. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что флавоноиды и каротиноиды зверобоя, одуванчика хорошо растворяются в выбранных экстрагентах и их основная часть экстрагируется в течение первых 20 минут кипячения, а для спиртовых экстрактов зверобоя – в первые 10 минут. В древесине айвы и скорлупы грецкого ореха красящие вещества связаны более прочно. Для извлечения большей их части требуется до 40 минут кипячения. Графическая зависимость степени экстракции от времени и от температуры показывает, что процесс экстракции можно описать кинетическим уравнением для реакций первого порядка:

$$\ln c = -kt + B \quad (1)$$

Если исходить из начальной концентрации c_0 при t_0 , то постоянная интегрирования B равна $\ln c_0$, откуда

$$\ln \ln \frac{c}{c_0} = -kt \quad \text{или} \quad \ln \frac{c_0}{c} = kt \quad (2)$$

Переходя от натуральных логарифмов к десятичным, получим:

$$2,303 \lg \frac{c_0}{c} = kt \quad (3)$$

Согласно уравнению (1) логарифм концентрации находится в линейной зависимости от времени. Если опытные данные укладываются на прямую линию в координатах $\ln c - t$, то это является доказательством того, что рассматриваемый процесс описывается кинетическим уравнением для реакций первого порядка.

Проведенные эксперименты позволили рассчитать некоторые кинетические параметры процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов из выбранных растений. На рис. 9А и 9Б представлены графики зависимости $\lg c$ от времени для процесса экстракции красящих веществ водой из зверобоя, древесины айвы и скорлупы грецкого ореха.

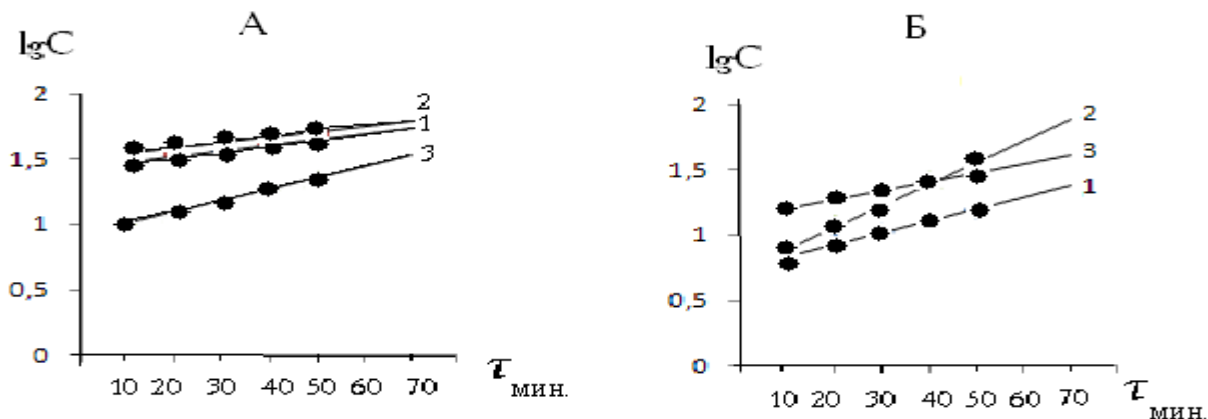


Рис. 9.А. Зависимость I_gC от времени для процесса экстракции красящих веществ из: 1-зверобоя водой; 2-зверобоя водно-спиртовым; 3-соцветий одуванчика спиртом.

Рис. 9.Б. Зависимость I_gC от времени для процесса экстракции красящих веществ из 1-скорлупы грецкого ореха; 2- скорлупы грецкого ореха 1%-ным раствором соды; 3-древесины айвы.

Как видно из представленных графиков, зависимость $\ln c$ от времени при экстракции красящих веществ имеет линейный характер и процесс экстракции описывается кинетическим уравнением для реакций первого порядка.

Были рассчитаны константы скорости экстракции экстрактов в интервале температур от $20^{\circ}C$ до $100^{\circ}C$. Значения констант скорости экстракции, рассчитанные при $100^{\circ}C$ приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Константы скорости экстракции красящих веществ при температуре $100^{\circ}C$

Экстракция	$k_1, \text{мин}^{-1}$	$k_2, \text{мин}^{-1}$	$k_3, \text{мин}^{-1}$	$k_{\text{ср}}, \text{мин}^{-1}$
Из зверобоя водой	0.0788	0.0810	0.0795	0.0797
Из зверобоя водно-спиртовым раствором	0.1005	0.0899	0.0887	0.0930
Из зверобоя спиртом	0.0378	0.0304	0.0272	0.0318
Из соцветий одуванчика спиртом	0.0812	0.0837	0.0825	0.0824
Из древесины айвы водой	0.0168	0.0129	0.0141	0.0146
Из древесины айвы раствором соды	0.0609	0.0463	0.0474	0.0515
Из скорлупы грецкого ореха водой	0.0199	0.0215	0.0177	0.0197
Из скорлупы грецкого ореха раствором соды	0.0498	0.0491	0.0491	0.0493

Для определения энергии активации процесса экстракции красящих веществ из исследуемых растений использовано уравнение Аррениуса. Результаты расчета энергии активации представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Значения энергии активации процесса экстракции красящих веществ

Экстракция	Энергия активации, Дж/моль
Из зверобоя водой	2331.5010
Из зверобоя водно-спиртовым раствором	1771.3217
Из зверобоя спиртом	4382.505
Из соцветий одуванчика спиртом	3224.4901
Из древесины айвы водой	6550.3087
Из древесины айвы раствором соды	1934.8803
Из скорлупы грецкого ореха водой	2563.6402
Из скорлупы грецкого ореха раствором соды	667.5001

Как показывают полученные расчетные данные, процесс экстракции имеет небольшую энергию активации, то есть процесс экстракция незначительно зависит от температуры.

Таким образом, результаты исследований показали, что для выделения экстрактов из зверобоя оптимальным является экстракция водно-спиртовыми растворами и этанолом при кипячении в колбе с обратным холодильником или в аппарате Сокслета в течение 20 мин. при соотношении сырья и растворителя 1:3. Присутствие гидрокарбоната натрия в воде сокращает время экстракции до 40 мин. Для получения экстрактов из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха необходимо кипячение сырья в течение 1,5 часов. Оптимальное соотношение сырья и растворителя составляет 1:5.

3.3. Состав выделенных экстрактов

Содержание флавоноидов и каротиноидов в составе выделенных экстрактов определяли качественными реакциями и данными ИК и УФ- спектров.

Для качественного определения всех групп флавоноидов были использованы реакция образования осадка при действии ацетата свинца и реакция с ванилином в сильно кислой среде, при которой образуется ярко-красное окрашивание. Указанными реакциями установлено содержание флавоноидов в исследуемых экстрактах. Индивидуальные группы флавоноидов не определялись. Однако, изменение цвета экстрактов в кислой, нейтральной и щелочной среде позволяет предположить, что в выделенных экстрактах зверобоя, преобладают флаванолы, флаваноны, в древесине айвы и скорлупе грецкого ореха - катехины. Антоцианы содержатся в незначительных количествах или отсутствуют.

Данные ИК- спектров подтверждают присутствие флавоноидов во всех полученных экстрактах. В ИК-спектрах присутствуют полосы поглощения при 3292 см^{-1} , характерные для гидроксильных спиртовых групп, полосы поглощения ароматических C - C связей при 1622 см^{-1} . В ИК-спектрах экстрактов зверобоя присутствуют также полосы поглощения при 1087 см^{-1} , которые согласно литературным данным, относятся к C-O колебаниям гликозидной связи.

УФ-спектры экстрактов из зверобоя характерны для флавоноидов и имеют максимум поглощения при 263, 292 и 335 нм. В щелочной среде максимум поглощения при 350 нм сдвигается в сторону больших длин волн примерно на 20 нм. Это свидетельствует о том, что в исследуемом объекте присутствуют флаванолы.

В УФ-спектре экстракта из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха кроме максимумов поглощения при вышеуказанных длинах волн имеются максимумы поглощения при 210-280 нм, что характерно для катехинов.

Количественное содержание флавоноидов определялось как сумма красящих веществ фотоколориметрическим методом со стандартным раствором сульфата кобальта, а каротиноидов –раствором хромата калия.

3.4. Физико-химические свойства выделенных экстрактов

Для технологической характеристики растительных экстрактов важны органолептические (цвет, вкус, запах) и такие физико-химические свойства, как растворимость, плотность, содержание сухих веществ, содержание красящих веществ, общая и активная кислотность, устойчивость цвета к влиянию различных факторов. Определение указанных свойств необходимо для выяснения областей и технологических режимов применения красящих веществ. Физико-химические свойства выделенных экстрактов – растворимость в воде и органических растворителях, плотность, содержание сухих веществ и содержание красящих веществ представлены в табл. 4.

Таблица 4
Физико-химические свойства выделенных экстрактов

Экстракты	Растворимость			Плотность раствора, г/мл	Содержание сухих веществ, %	Содержание красящих веществ, г/кг
	В воде	В спирте	В эфире			
из древесины айвы						
1. содовый	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.05	64.4	72.41
2. водный	<i>p</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.04	59.7	52.51
из скорлупы ореха						
3. водный	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.02	90.7	23.60
4. содовый	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.05	31.2	56.30
Из зверобоя						
5. водный	<i>P</i>	<i>P</i>	-	0.99	70.0	33.20
из семян зверобоя						
6. водный	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.08	70.0	27.36
7. спиртовой	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	0.86		
Из цветков зверобоя						
8. водный	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.09	79.1	72.43
9. спиртовой	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	0.99		
из соцветий одуванчика						
10. водный	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	1.00	62.3	2.40
11. спиртовой	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>HP</i>	0.86		14.0

Как видно из данных табл. 4, все полученные экстракты растворимы в воде, спирте и спиртовых растворах и не растворимы в органических растворителях. Содержание красящих веществ в выделенных экстрактах составляет от 27 до 72 г/л, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к растительным экстрактам, применяемым для окрашивания пищевых продуктов.

Сравнение значений плотности выделенных экстрактов с литературными данными показывает, что они близки к плотности растительных экстрактов, применяемых в качестве пищевых красителей.

Значения активной и титруемой кислотности экстрактов флавоноидов и каротиноидов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Активная и титруемая кислотность экстрактов флавоноидов и каротиноидов

№	Экстракты	Активная кислотность		Общая кислотность
		Измеренная электрометрически	Определенная индикатором	
1	Из древесины айвы: содовый экстракт	7.21	7	0.01250
	водный экстракт	5.11	5	0.03600
2	Из скорлупы ореха: водный экстракт	5.20	5	0.00031
	содовый экстракт	7.21	7	0.00330
3	Из зверобоя: водный экстракт	5.31	5	
4	Из семян зверобоя: водный экстракт	5.05	5	0.00130
	спиртовой экстракт	6.14	6	
5	Из цветков зверобоя водный	5.06	5	0.00150
	спиртовой экстракт	6.17	6	
6	Из соцветий одуванчика: водный экстракт	5.28	5	0.001168
	спиртовой экстракт	6.31	6	

Как видно из данных табл. 5, экстракты обладают низкими значениями общей (титруемой) кислотности, а активная кислотность, выражаемая значением рН экстрактов, равна 5-7, что расширяет область их применения.

3.3. Исследование устойчивости выделенных экстрактов

Одной из важнейших технологических характеристик красящих экстрактов является устойчивость цвета, его стабильность к воздействию времени, температуры, рН-среды. Результаты исследования устойчивости цвета экстрактов, о которой судили по концентрации красящих веществ, представлены на рис. 10-11.

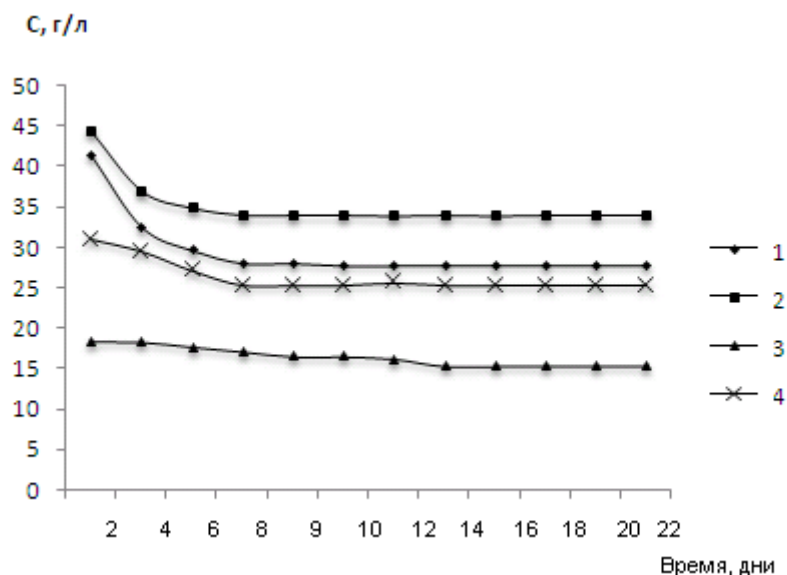


Рис. 10. Зависимость концентрации полученных экстрактов от времени: 1 – водный экстракт из древесины айвы; 2 – содовый экстракт из древесины айвы, 3- водный экстракт из скорлупы ореха, 4- содовый экстракт скорлупы ореха.

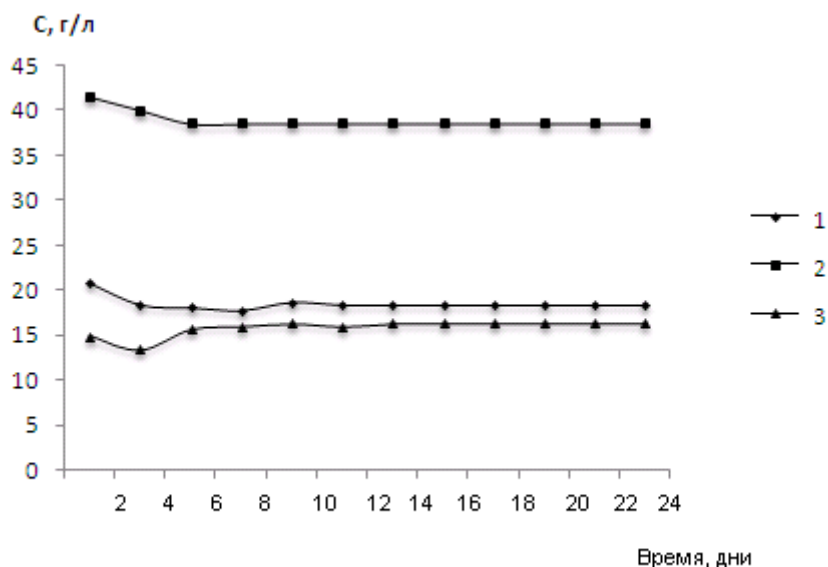


Рис. 11. Зависимость концентрации полученных экстрактов от времени: 1- водный экстракт зверобоя; 2- спиртовой экстракт зверобоя; 3 - спиртовой экстракт соцветий одуванчика.

Как видно из представленных рисунков, концентрация растворов выделенных красящих веществ - флавоноидов и каротиноидов несколько изменяется в течение 2 - 4 суток, а затем остается практически неизменной в течение 6 месяцев. Изменение концентрации по сравнению с первоначальной через 180 дней составляет от 11 (водный экстракт из древесины айвы) до 5 % (водный экстракт зверобоя). Концентрация растворов красящих веществ, полученных из древесины айвы, через 12 месяцев существенно не изменяется, т.е. цвет полученного красящего экстракта из древесины айвы устойчив в течение 12 месяцев. Динамика изменения концентрации всех исследованных

растворов красящих веществ в зависимости от времени аналогична, что позволяет говорить о стабильности их цвета в течение указанного срока.

При изучении воздействия температуры на устойчивость цвета экстрактов исходили из того, что в предполагаемых областях их применения технологические процессы проходят при температуре не выше 100⁰С. В связи с этим, влияние времени воздействия температуры на устойчивость цвета экстрактов была определена при температуре кипения. Результаты определения влияния длительности воздействия температуры на устойчивость цвета выделенных природных экстрактов представлены на рис. 12-13.

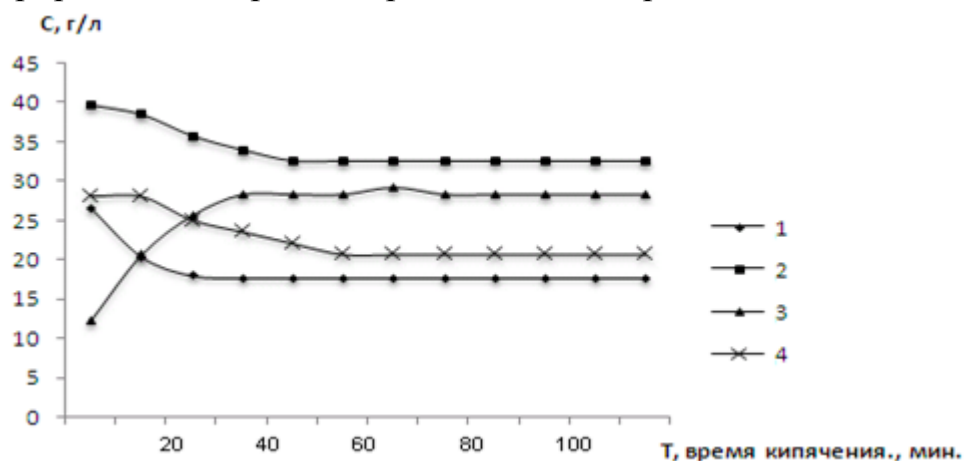


Рис. 12.- Зависимость концентрации экстрактов от продолжительности кипячения: 1 – водный экстракт из древесины айвы ; 2 – экстракт древесины айвы раствором соды; 3 – водный экстракт скорлупы грецкого ореха; 4 – экстракт скорлупы грецкого ореха раствором соды.

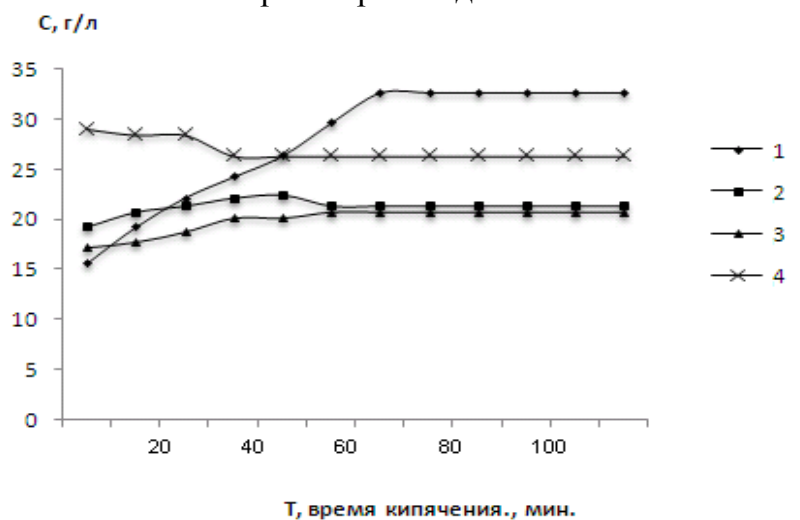


Рис. 13. Зависимость концентрации экстрактов от продолжительности кипячения: 1 – водный экстракт зверобоя; 2 – водно-спиртовой экстракт зверобоя; 3 – спиртовой экстракт зверобоя; 4- спиртовой экстракт соцветий одуванчика.

При непродолжительном кипячении растворов концентрация экстрактов меняется незначительно. При увеличении времени кипячения до 20 минут концентрация растворов несколько увеличивается, затем остается постоянной.

При дальнейшем увеличении времени воздействия температуры концентрация остается неизменной.

Изучение динамики изменения концентрации экстрактов в процессе кипячения показало высокую степень устойчивости их окраски в зависимости от такого технологического фактора, как температура и время ее воздействия.

В технологии пищевых продуктов не менее важным технологическим фактором является воздействие рН среды. Большинство известных красных красящих экстрактов, являющихся по химической природе антоцианами, проявляют индикаторные свойства и при различных значениях рН имеют разный цвет. Цвет исследуемых экстрактов также меняется в зависимости от среды, но характер изменения цвета значительно отличается по сравнению с антоцианами. При значении рН 1 и 2 цвет растворов исследуемых экстрактов становится желтым. Устойчивый красный цвет появляется при рН 4 и сохраняется до значений рН 12. Результаты влияния активной кислотности на цвет экстрактов представлены на рис. 14-15

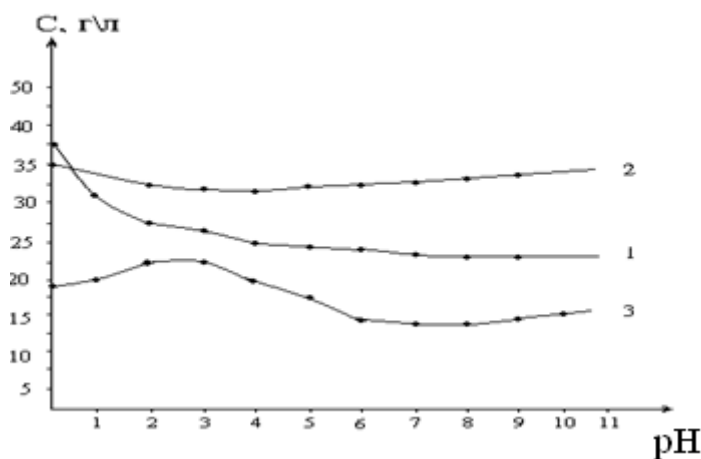


Рис.14. Изменение концентрации экстрактов в зависимости от активной кислотности: 1-содовый экстракт из древесины айвы, 2-водный экстракт из древесины айвы, 3-водный экстракт скорлупы ореха.

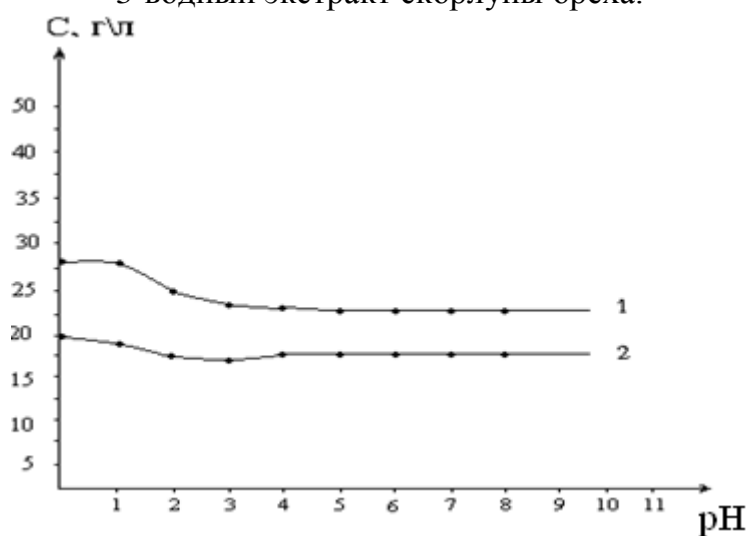


Рис. 15. Изменение концентрации экстрактов зверобоя в зависимости от активной кислотности: 1-водный раствор красителя из семян зверобоя. 2-водный раствор красителя из цветков зверобоя.

Выделенные экстракты устойчивы в нейтральной и щелочной средах, цвет их стабилен в течение продолжительного кипячения.

3.5. Исследование микробиологической чистоты и токсичности выделенных экстрактов

Исследование микробиологической чистоты растительных экстрактов, выделенных из древесины айвы, скорлупы грецкого ореха, различных частей звербоя и соцветий одуванчика выявило, что изученные вещества в отношении эпизотических и музейных штаммов тест-культур *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella pullorum*, *Pasteurella multocida*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae* отвечают требованиям, предъявляемым к соответствующим растительным экстрактам.

Изучение острой токсичности выделенных экстрактов показало, что сухие экстракты из спиртового и водного экстракта звербоя и из древесины айвы в концентрации 5 г/кг ж.в. не являются токсичными, а раствор из сухого экстракта, полученного из скорлупы грецкого ореха с концентрацией 5 г/кг токсичен и привел к гибели 12 % мышей.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что для применения в пищевых целях возможно использование красящих экстрактов флавоноидов и каротиноидов, выделенных из звербоя в дозировке до 6 г/кг, а красителей, выделенных из древесины айвы и скорлупы грецкого ореха – в дозировке до 5 г/кг и менее 4 г/кг соответственно.

Изучение органолептических и физико-химических свойств выделенных экстрактов флавоноидов и каротиноидов показало, что они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к растительным экстрактам и их возможно применять для окрашивания пищевых продуктов.

4. Применение выделенных экстрактов флавоноидов и каротиноидов для окрашивания пищевых продуктов

Полученные красящие вещества были испытаны в качестве пищевых красителей. Проведены лабораторные опыты по окрашиванию кондитерских изделий, мясных и молочных продуктов. Показано, что выделенные красители можно использовать в качестве пищевых красителей для указанных групп пищевых продуктов.

ВЫВОДЫ

1. Впервые выделены экстракты флавоноидов и каротиноидов из древесины айвы, скорлупы грецкого ореха, и соцветий одуванчика.
2. Изучен процесс экстракции и влияние на него различных факторов – вида растворителя, соотношения сырья и растворителя, времени и температуры. Разработан метод получения экстрактов из растительного сырья, определены оптимальные режимы экстракции и экстрагенты.
3. Рассчитаны кинетические параметры процесса экстракции: скорость экстракции, константы скорости экстракции и энергия активации.
4. Изучены физико-химические свойства полученных экстрактов флавоноидов и каротиноидов. Установлено, что совокупность указанных физико-химических и органолептических свойств исследованных экстрактов соответствует значениям, известным из литературы, а содержание красящих веществ выше, чем в известных растительных экстрактах, применяемых для окрашивания пищевых продуктов.
5. Установлено, что полученные экстракты устойчивы в течение длительного времени, цвет их стабилен при нагревании в течение 60-80 минут.
6. Исследована микробиологическая чистота и токсичность выделенных экстрактов. Показано, что они не обладают токсичностью.
7. Лабораторными опытами показана возможность окрашивания полученными экстрактами некоторых видов кондитерских изделий, колбасных изделий, кисломолочных продуктов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Икромии М.Б., Мирзорахимов К.К., Шарипова М.Б. Кислотно-основные свойства природных пищевых красителей // Материалы Международной конференции, посвященной 60-летию Института химии АН РТ.- Душанбе, 2006, С.43-44.
2. Патент РТ Мирзорахимов К.К., Икромии М.Б., Шарипова М.Б. Способ получения красного пищевого красителя из зверобоя. 2006г. ТЖ №205
3. Патент РТ Мирзорахимов К.К., Икромии М.Б., Шарипова М.Б. Способ получения красного пищевого красителя из древесины айвы. 2008г. ТЖ №206
4. Икромии М.Б., Мирзорахимов К.К., Шарипова М.Б. Юсупов А.А. Получение пищевых красителей из некоторых растений флоры Таджикистана // Депонирована в национальном патентно-информационном центре, №04 (1772) Душанбе-2008-40с.
5. Икромии М.Б., Шарипова М.Б., Мирзорахимов К.К. Методы получения пищевых красителей //Труды Технологического университета Таджикистана, т.12, 2007, С.93-106.
6. Икромии М.Б., Шарипова М.Б., Мирзорахимов К.К. Окрашивание пищевых продуктов натуральными красителями// Труды Технологического университета Таджикистана, т.12, 2007, С.106-110.

7. Икрами М.Б., Мирзорахимов К.К., Шарипова М.Б., Рахимова Ф. Применение растительных экстрактов в качестве пищевых красителей//Труды республиканской научно-практической конференции «Инновация – эффективный фактор связи науки с производством» - Душанбе, 2008 г, С.240-248.
8. Патент РТ Икрами М.Б., Мирзорахимов К.К., Шарипова М.Б., Тураева Г.Н., Ясинов М.М. Способ придания окраски мясным изделиям. 2009г. ТЖ №209
9. Мирзорахимов К.К., Икрами М.Б., Шарипова М.Б. Применение красящих экстрактов для цветообразования в мясных продуктах //Материалы Международной конференции «VI Нумановские чтения» - Душанбе, 2009, С.55-56.
- 10.Мирзорахимов К.К., Икрами М.Б., Шарипова М.Б., Рахимова Ф.А. Тураева Г.Н., Применение пищевого красителя в выпечных кондитерских изделиях//Материалы Международной конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», - Санкт-Петербург, 2009, С. 220-221
- 11.Мирзорахимов К.К., Икрами М.Б., Тураева Г.Н., Шарипова М.Б., Рахимова Ф.А. К вопросу о цветообразовании в мясных продуктах // Вестник Технологического университета Таджикистана. Вып.1(15)2009,С.103-105
- 12.Шарипова М.Б.Икрами М.Б., Мирзорахимов К.К., Расчет константы скорости процесса экстракции из растительного сырья// Депонирована в национальном патентно-информационном центре, №11 (1842) Душанбе-2010-7с.
- 13.Шарипова М.Б Мирзорахимов К.К., Расчет энергии активации процесса экстракции из некоторых растений флоры Таджикистана // Депонирована в национальном патентно-информационном центре, №10 (1841) Душанбе-2010-5с.
14. Шарипова М.Б., Икрами М.Б., Мирзорахимов К.К., Расчет константы скорости процесса экстракции флавоноидов и каротиноидов из растительного сырья. Известия АН РТ Серия физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2010 №1(138),–С.70-73.
- 15.Шарипова М.Б Мирзорахимов К.К., Энергия активации процесса экстракции из некоторых растений флоры Таджикистана// Известия АН РТ Серия физико-математических, химических, геологических и технических наук. – 2010 №2(138),–С.60-63.

Разрешено к печати 14.07.2010г.
Формат 60x90/16. Бумага финн. копир.
Гарнитур Times New Roman. Усл. п. л. 1,0.
Тираж 100 экз.
Типография «Экспресс-принт»
Душанбе, 734013, 1 пр. Зехни 6

