

5479

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



Кафедра технологии мясных, рыбных продуктов
и консервирования холодом

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ
P-ВИТАМИННЫХ СВОЙСТВ
ПЛОДОВ И ЯГОД
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Методические указания
к лабораторным работам № 1, 2
по курсу «Методы исследования
свойств сырья и пищевых продуктов»
для студентов специальности 260504

Второе издание, исправленное



Санкт-Петербург 2008

УДК 664.8.037.1

Базарнова Ю.Г., Бутова Т.Е. Определение сохраняемости Р-витаминных свойств плодов и ягод спектрофотометрическим методом: Метод. указания к лабораторным работам № 1, 2 по курсу «Методы исследования свойств сырья и пищевых продуктов» для студентов спец. 260504 / Под ред. А.Л. Ишевского. 2-е изд., испр. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 21 с.

Приведены теоретические положения и спектральный метод определения Р-витаминных свойств плодов и ягод в зависимости от вида и технологической обработки.

Рецензент
Канд. техн. наук, доц. В.М. Зюканов

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

© Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2003, 2008

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В современных условиях жизни и деятельности человека особое значение приобретает повышение биологической ценности питания, причем положительное влияние оказывает не столько его белково-калорийная и общая пищевая ценность, сколько высокая биологическая активность потребляемой пищи.

Лучшим средством повышения биологической ценности питания является включение в суточный рацион различных свежих плодов, ягод и овощей, поскольку нет каких-либо других продуктов, которые могли бы их заменить.

В широком понимании все пищевые вещества в той или иной степени обладают биологической активностью, однако к истинным биологически активным веществам могут быть отнесены только те, которые способны в минимальных количествах проявлять выраженное биологическое действие, непосредственно участвуя в биохимических процессах и реакциях, протекающих в организме, и таким образом регулируя обмен веществ.

Типичными представителями биологически активных веществ являются витамины. Кроме витаминов к биологически активным веществам относятся микроэлементы – йод, кобальт, медь, железо и др. Общеизвестны высокие биологические свойства таких ягод, как черная смородина, земляника, черноплодная рябина (арония) и другие. В ягодах содержатся витамины С и Р, каротин, витамины группы В. Витамины С и Р в составе плодов и ягод проявляют свое биологическое действие в наибольшей степени. Объясняется это тем, что вещества, образующие биологический комплекс в составе плодов и ягод обладают синергетическим действием по отношению друг друга.

В биологическом комплексе плодов, ягод и овощей важную роль играют органические кислоты, пектины, микроэлементы и другие вещества, которые также способствуют повышению биологических свойств рассматриваемого комплекса.

Ягоды – важный источник дубильных веществ – танинов и катехинов, которые обладают вяжущим действием. Дубильные вещества имеют известную связь с красящими веществами ягод, в частности антоцианами, входящими в состав клеточного сока кожицы винограда, черной смородины, черноплодной рябины и др.

Более 100 лет назад в физиологии и биохимии растений укоренилось представление, что фенольные соединения – это продукты обмена веществ, своего рода "отходы" растительного организма, не представляющие никакого интереса.

Обнаружение капилляроукрепляющего действия фенольных соединений растений открыло наличие у этого важного класса органических соединений высокой и важной биологической активности, пробудило интерес к их изучению и использованию.

Основа структуры всех фенольных соединений – шестичленное углеродное кольцо бензола с присоединенными к его атомам гидроксильными группами (рис. 1, 2, схема 1). Количество колец и гидроксильных групп может быть различным, но эти два структурных элемента присутствуют всегда. Они и придают фенольным соединениям их наиболее характерные свойства.

Термин "биофлавоноиды" удачно соединяет указание на биологическую роль фенольных соединений с упоминанием об их структуре. Однако, флавоноиды (от латинского flavus – желтый) – желтые пигменты растений – далеко не единственная группа растительных фенолов, обладающих капилляроукрепляющим действием. Широко распространен термин "полифенолы", удачно подчеркивающий роль фенольных гидроксильных групп в биологическом действии Р-витаминных препаратов. Однако, к полифенолам относится обширная группа полимерных соединений (конденсированные дубильные вещества, лигнины, меланины, гуминовые кислоты), огромные молекулы которых нерастворимы в воде, не гидролизуются пищеварительными соками и не обладают Р-витаминной активностью.

Флавонолы придают растительным тканям желтую или светло-желтую (лимонную) окраску. Другая группа флавоноидов – антоцианы основные пигменты цветов и плодов растений – придают им красную, розовую, синюю или фиолетовую окраску.

К фенольным соединениям C₃-C₆ ряда относится большая группа чрезвычайно широко распространенных фенольных соединений, которая может быть разделена на две подгруппы: производные коричной кислоты и кумарины (рис. 1). Сама коричная кислота не является фенольным соединением, поскольку не содержит гидроксильной (фенольной группы) в бензольном кольце. В растениях она является промежуточным продуктом биосинтеза оксикоричных кислот:

n-оксикоричной, кофейной, феруловой и синаповой. Оксикоричные кислоты обнаружены во всех высших растениях. Их характерной особенностью является наличие различных оптически-изомерных форм, резко отличающихся по физиологической активности. Одни из них стимулируют рост растений, а другие либо не оказывают влияния на этот процесс, либо подавляют его. Другая характерная особенность оксикоричных кислот – способность образовывать сложные эфиры с ациклическими кислотами – хинной и шикимовой. Наиболее известным из таких соединений является хлорогеновая кислота. Она в больших количествах содержится в семенах подсолнечника и необжаренных зернах кофе, используемых в качестве источника ее выделения. Некоторые из оксикоричных кислот входят в состав белков и полимерных углеводов. Основная их роль – участие в формировании вкуса и аромата плодов и овощей.

При окислении фенолкарбоновых кислот часть их распадается до свободных кислот алифатического ряда, часть – до углекислоты. При этом, часть промежуточных продуктов окисления при участии восстановителей и ферментов вновь способна к образованию исходных соединений. Однако этот процесс возможен только в здоровых, неповрежденных растительных клетках. В поврежденных при замораживании, хранении и технологической обработке тканях, процесс окисления становится необратимым, а образующиеся хиноны конденсируются с аминокислотами и между собой, давая различные темноокрашенные полимерные формы флорафенов.

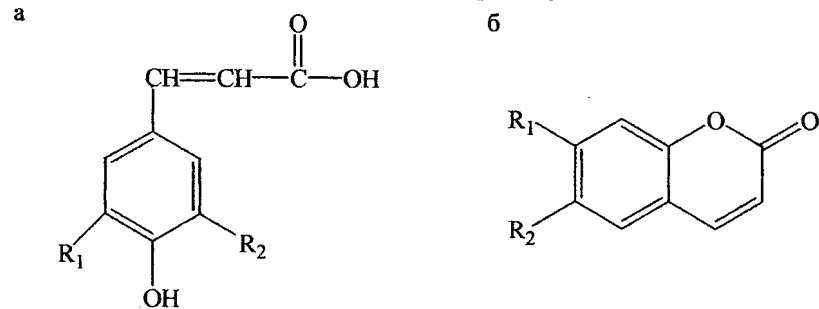
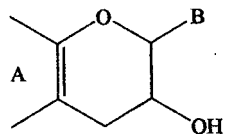


Рис. 1. C₆-C₃ – оксикоричные кислоты и кумарины:

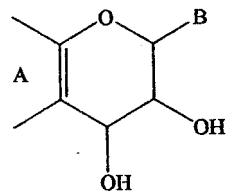
а – *n*-кумаровая, *n*-оксикоричная (R₁ = R₂ = H), кофейная (R₁ = H; R₂ = OH), феруловая (R₁ = H; R₂ = O-CH₃), синаповая (R₁ = R₂ = O-CH₃); б – кумарин (R₁ = R₂ = H), умбеллиферон (R₁ = H; R₂ = OH), эскулетин (R₁ = R₂ = OH), скополетин (R₁ = O-CH₃; R₂ = OH)

$C_6-C_3-C_6$ -флавоноиды (рис. 2) – самая обширная и распространенная группа фенольных соединений. Пять наиболее восстановленных (катехины, флаваноны, лейкоантоцианидины и др.) – бесцветные вещества. Остальные представляют собой окрашенные соединения. Халконы, ауруны, флавоны и флавонолы характеризуются желтой окраской, тогда как антоцианы отличаются более яркой и разнообразной.

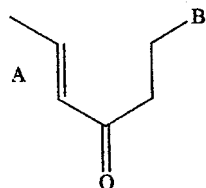
Строение C_3 -фрагмента, связывающего кольца А и В флавоноидов



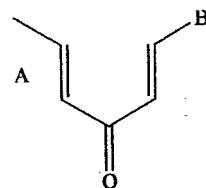
Катехины (флаван-3-олы)



Лейкоантоцианидины
(флаван-3,4-диолы)

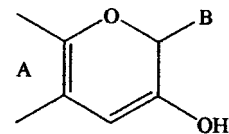


Дигидрохалконы

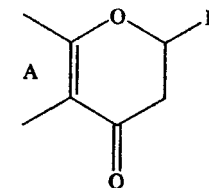


Халконы

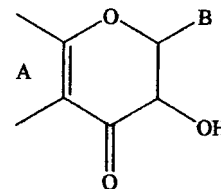
Рис. 2. $C_6-C_3-C_6$ -флавоноиды



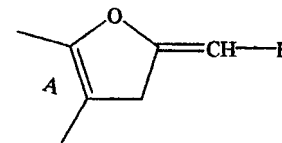
Антоцианидины



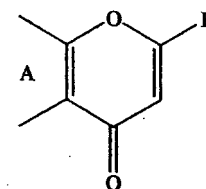
Флаваноны
(дигидрофлавоны)



Флаванонолы
(дигидрофлавонолы)

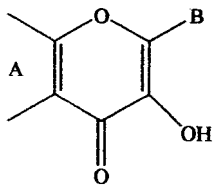


Ауруны



Флавоны

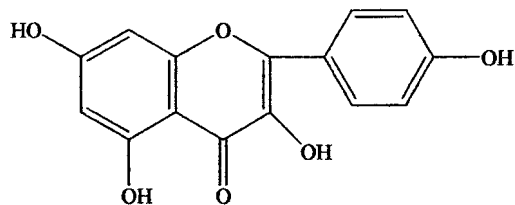
Рис. 2. $C_6-C_3-C_6$ -флавоноиды (продолжение)



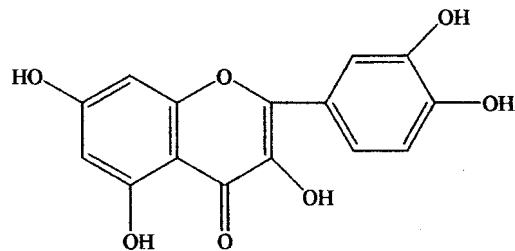
Флавонолы

Рис. 2. C₆-C₃-C₆-флавоноиды (окончание)

Флавонолы (рис. 3) наиболее широко, практически повсеместно, распространены в мире растений, в особенности кемпферол, кверцетин и их многочисленные производные. Дополнительное разнообразие в их структуру вносят многочисленные соединения с сахарами – гликозиды (например, гликозид кверцетина – рутин).

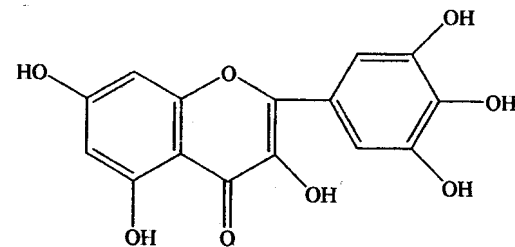


Кемпферол



Кверцетин

Рис. 3. Основные представители флавонолов



Мирицетин

Рис. 3. Основные представители флавонолов (окончание)

Спектр их физиологического действия чрезвычайно широк: капилляроукрепляющее действие, синергетическое взаимодействие с аскорбиновой кислотой, подавление действия гистамина, торможение окисления адреналина, влияние на продолжительность кровесвёртывания. К данному перечню можно добавить, что флавоноиды принимают участие в гормональной регуляции, оказывают защитное действие при лучевых воздействиях, способны блокировать и выводить из организма ионы тяжелых металлов. Кроме биологической активности природные флавоноиды проявляют и другие полезные свойства. Способность фенольных соединений к обратимому окислению открывает перспективы к использованию их в качестве антиокислителей пищевых продуктов. Найдено, что различные фенольные соединения являются также ингибиторами или стимуляторами ряда ферментативных реакций, в том числе и процессов окислительного фосфорилирования. Флавонолы оказывают стабилизирующее действие при ферментативном и неферментативном окислении аскорбиновой кислоты.

Сегодня общепризнанно, что при хранении пищевых продуктов применение холода является одним из лучших способов их консервирования.

Пищевая ценность быстрозамороженных дикорастущих плодов и ягод не исчерпывается регламентируемыми в настоящее время показателями (углеводы, каротин, ниацин, витамин С). Постепенно вводятся объективные методы качественной идентификации и количественной оценки химических веществ, участвующих в образовании аромата и вкуса. Свой вклад во вкусовую гармонию и специ-

фичность вносят не только сахара, кислоты, но и другие соединения, в особенности флавоноиды. Мономерные формы флавоноидов легко усваиваются человеком.

При замораживании количество лабильных фенольных соединений уменьшается под влиянием ферментов и кислорода воздуха. Механическое разрушение тканей плодов и ягод перед замораживанием способствует ускорению окислительных ферментативных реакций. При замораживании уменьшается содержание дубильных веществ. Относительно невелики при замораживании и последующем хранении потери витамина С и катехинов – 10 и 17 % соответственно. Даже через 6–9 месяцев хранения мороженые ягоды остаются богатым источником катехинов. Уменьшение содержания антоцианов на конец хранения составляет: клюква – 20,8 %, черника – 50,3 %, брусника – 70,2 %, голубика – 61,7 %. Потемнение является основным показателем снижения качества мороженых ягод и причиной сокращения сроков их хранения. Полуфабрикаты, хранившиеся в оптимальных условиях охлаждения, имеют натуральный «живой» цвет, так как при этих условиях гораздо лучше сохраняются красящие вещества – каратиноиды в рябине и антоцианы в малине, чернике и голубике. Потери каратиноидов составляют всего 4,3 %, антоцианов – 9–19 %.

Ряд пищевых производств связан с превращениями фенольных соединений в процессе получения конечного продукта. Это прежде всего относится к производству чая, шоколада, кофе, пива, плодово-ягодных консервов, виноделию. Основные трудности технолога состоят в поддержании оптимального режима ферментации, поскольку технологический процесс должен протекать со строго определенной скоростью и заканчиваться не исчерпанием субстрата, а образованием необходимых количеств продуктов конденсации, причем эти продукты должны иметь оптимальную степень окисления. Взаимопревращения фенольных кислот также играют важную роль при переработке растительного сырья. В большинстве случаев при получении соков, варке и консервировании желательна максимальная сохранение флавоноидных соединений и фенолкислот в первоначальном виде, без потери ими физиологической активности. Кроме того, продукты окисления окрашены и портят товарный вид пищевых продуктов, взаимодействие же их с белками приводит к образованию нераст-

воримых соединений. Результатом этого является нежелательное помутнение напитков. В ряде случаев, образование продуктов окисления приводит к полной технологической непригодности сырья.

Биохимический контроль производства, использующего растительное сырье, окажет большую помощь при решении задачи повышения качества готового продукта.

Количественный анализ флавоноидов в биологических экстрактах можно проводить различными способами. Для определения общего содержания флавоноидов наиболее надежным является метод, основанный на окислении реагентом Фолина – Дениса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить сохраняемость флавоноидов в плодах и ягодах при технологической обработке спектрофотометрическим методом.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить сохраняемость оксикоричных кислот в плодах и ягодах при технологической обработке спектрофотометрическим методом.

Методы извлечения флавоноидов и оксикоричных кислот из растительного сырья основаны на их избирательной растворимости. Наиболее эффективным способом извлечения их считается настаивание растительного сырья на водно-спиртовых смесях (1:1) без нагревания с последующим отделением экстрактивных вытяжек фильтрованием. Методы определения суммарного содержания флавоноидов и оксикоричных кислот в растительных экстрактах основаны на применении различных окислительных реагентов. Окрашенные продукты окисления флавоноидов определяют спектрофотометрически.

Сущность метода заключается в измерении оптической плотности продуктов реакции флавоноидов и фенолосоединений с реактивом Фолина – Дениса и раствором хлорида алюминия при длинах волн, соответствующих максимумам их поглощения с последующим применением метода градуировочного графика и расчётом содержания флавоноидов (в пересчёте на рутин) и оксикоричных кислот (в пересчёте на хлорогеновую кислоту).

2. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Плоды или ягоды (свежие, замороженные, сухие).
2. Фотоэлектроколориметр (ФЭК) или спектрофотометр (СФ).
3. Пробирки стеклянные на 10 или 20 мл.
4. Пипетки стеклянные на 2, 5 и 10 мл.
5. Стаканы на 50 мл из термостойкого стекла.
6. Колбы мерные на 50 мл с пробками.
7. Колбы конические на 100 мл.
8. Воронки стеклянные маленького диаметра.
9. Воронка Бюхнера.
10. Фильтры бумажные.
11. Ножницы.
12. Ступка фарфоровая с пестиком.

Реактивы

1. Этиловый спирт.
2. Петролейный эфир.
3. Метабисульфит натрия.
4. Реактив Фолина – Дениса.
5. Карбонат натрия, 20 %-й раствор.
6. Хлорид алюминия, 2 %-й раствор.
7. Ацетат калия, 8 %-й раствор или ацетат натрия, 5 %-й раствор.
8. Вода дистиллированная.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

3.1. Лабораторная работа № 1 Определение сохраняемости флавоноидов в плодах и ягодах спектрофотометрическим методом

Работа проводится фронтальным методом тремя группами студентов по 2...4 человека. Одновременно выполняется не менее трех параллельных определений.

1. Навески измельченных плодов (ягод) массой 10 г растирают в фарфоровой ступке с 0,2–0,25 г метабисульфита натрия (для предотвращения окисления флавоноидов), заливают этанолом (из расчета его конечной концентрации – 80 %), переносят в стеклянный стакан, нагревают в термостате при температуре не более 70 °С в течение 30 минут, затем охлаждают, количественно переносят на воронку Бюхнера и фильтруют через бумажный фильтр в конические колбы. Хлорофилл и каротиноидные пигменты удаляют промыванием фильтратов петролейным эфиром. Полученные экстракты переносят в мерные колбы, доводят их объем до 50 мл и используют для дальнейшего определения флавоноидов и оксикоричных кислот.

2. Берут 2 мл исходного раствора экстракта, помещают в пробирку с притертой пробкой, добавляют 2 мл 2 %-го раствора хлорида алюминия и 6 мл 5 %-го раствора ацетата натрия (или 8 %-го раствора ацетата калия).

3. Одновременно с испытуемыми образцами готовят контрольный раствор. В контроль вместо 2 мл 2 %-го раствора хлорида алюминия, добавляют 2 мл дистиллированной воды. В случае помутнения растворов их отфильтровывают в чистые пробирки через бумажный фильтр.

4. Приготовленные образцы выдерживают в темном месте при комнатной температуре в течение 2,5 ч, после этого измеряют оптическую плотность на ФЭК-56М с синим светофильтром (440 нм) и с рабочей длиной кюветы 10 мм или на СФ-26 при длине волны 420 нм и с длиной оптического пути 10 мм. Раствором сравнения служит вода.

5. Содержание суммы флавонолов в экстрактах (мг/г в пересчете на рутин) определяют, пользуясь калибровочным графиком (прил. 1). Расчет производят по формуле

$$X = \frac{a(D - D_k)V_o P}{2M}$$

где X – содержание флавонолов, мг/г; a – содержание рутина, определяемое по калибровочному графику, мг/мл; D, D_k – оптическая плотность исследуемого и контрольного образцов, отн. ед.; V_o – общий объем вытяжки, мл; P – степень разбавления; M – масса образца, г.

Результаты исследований содержания флавонолов в экстрактивных вытяжках плодов и ягод заносят в табл. 1.

Таблица 1

Исследуемое сырье	№ пробы	Степень разбавления, P	D	D_k	$D - D_k$	a , мг/мл	X	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta X$
			отн. ед.						
Плоды (ягоды) свежие	1								
	2								
	3								
Плоды (ягоды) замороженные	1								
	2								
	3								
Плоды (ягоды) бланшированные	1								
	2								
	3								

3.2. Лабораторная работа № 2

Определение сохраняемости оксикоричных кислот в плодах и ягодах спектрофотометрическим методом

Работа проводится фронтальным методом теми же группами студентов. Одновременно выполняется не менее трех параллельных определений.

К 1 мл экстракта приливают 0,3 мл реактива Фолина–Дениса, тщательно взбалтывают и ровно через 20 секунд прибавляют 5 мл

20 %-го раствора Na_2CO_3 ; через 30 секунд измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 730 нм, с шириной кюветы 10 мм. Раствором сравнения служит вода с добавлением всех указанных реактивов. Содержание оксикоричных кислот находят по калибровочному графику, построенному по хлорогеновой кислоте (прил. 2). Суммарное содержание оксикоричных кислот рассчитывается по формуле

$$X = \frac{aV_o P}{M}$$

где X – количество оксикоричных кислот, мг/г; a – содержание хлорогеновой кислоты, определяемое по калибровочному графику, мг/мл; V_o – общий объем вытяжки, мл; P – степень разбавления; M – масса образца, г.

Результаты исследований содержания оксикоричных кислот в экстрактивных вытяжках плодов и ягод заносят в табл. 2.

Таблица 2

Исследуемое сырье	№ пробы	Степень разбавления, P	D , отн. ед.	a , мг/мл	X	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta X$
					мг/г		
Плоды (ягоды) свежие	1						
	2						
	3						
Плоды (ягоды) замороженные	1						
	2						
	3						
Плоды (ягоды) бланшированные	1						
	2						
	3						

3.3. Математическая обработка результатов

1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания флавоноидов (оксикоричных кислот) – \bar{X} в свежих (замороженных, бланшированных) плодах (ягодах):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i.$$

2. Найти среднее квадратическое отклонение результата измерения:

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n(n-1)}}.$$

3. Определить доверительный интервал при вероятности $\alpha = 0,95$:

$$\Delta \bar{X} = t_{\alpha, n} \cdot S_{\bar{X}},$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\alpha, n}$	12,7	4,3	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,3

4. Округлить результат определения содержания флавоноидов (оксикоричных кислот) – \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в табл. 1.

5. Найти относительную погрешность измерения содержания флавоноидов (оксикоричных кислот) – $\varepsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} \cdot 100.$$

4. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

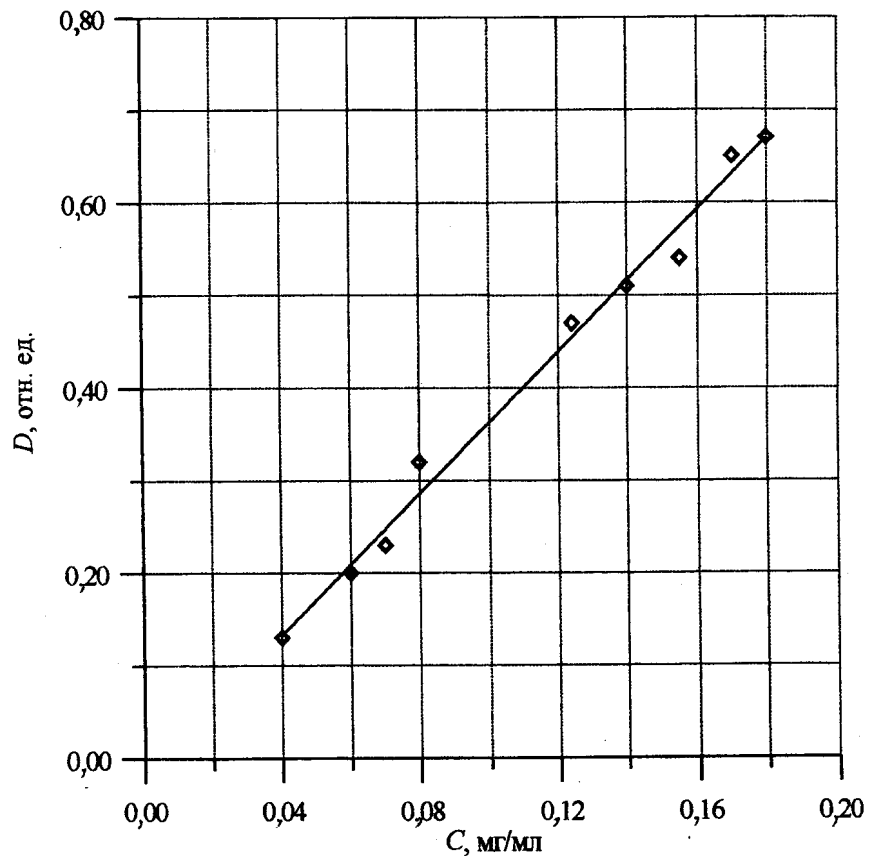
Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Таблицы.
4. Необходимые расчеты.
5. Расчет погрешности определения содержания флавоноидов и оксикоричных кислот.
6. Анализ данных и выводы.

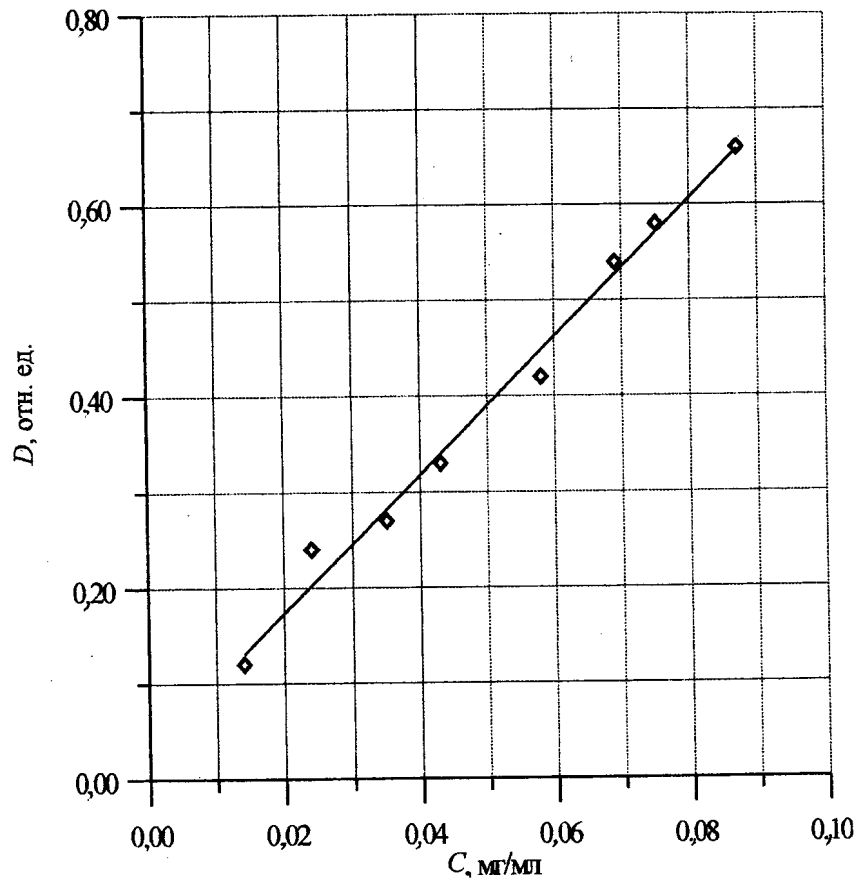
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Барбой В.А.** Растительные фенолы и здоровье человека. – М.: Наука, 1984. –158 с.
2. Биологически активные вещества плодов и ягод. / Под ред. В.Г. Трушечкина // Материалы V Всесоюзного семинара по БАВ. – М., 1976. – 192 с.
3. Биохимия фенольных соединений. / Под ред. Дж. Харборна. /Пер. с англ. под ред. Н.М. Эмануэля. – М.: Мир, 1968. – С. 58–59.
4. **Загibalов А.Ф., Зверькова А.С., Титова А.А., Флауменбаум Б.Л.** Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции. – М.: Агропромиздат, 1992. – 353 с.
5. **Кацерикова Л.В., Позняковский В.М.** Природные пищевые красители. – Новосибирск: Экор, 1999. – 58 с.
6. **Круглякова Г.В.** Заготовка, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов. – М.: Экономика, 1987. – 127 с.
7. **Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А.** Пищевая химия / Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
8. Химический состав пищевых продуктов. Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.И. Волгарева. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 224 с.
9. **Цапалова И.Э., Губина М.Д., Позняковский В.М.** Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 2000. – 180 с.

Градуировочный график для определения содержания флавоноидов в растительном сырье (по рутину)



Градуировочный график для определения содержания оксикоричных кислот в растительном сырье (по хлорогеновой кислоте)



СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.....	12
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	13
3.1. Лабораторная работа № 1. Определение сохраняемости флавоноидов в плодах и ягодах спектрофотометрическим методом	13
3.2. Лабораторная работа № 2. Определение сохраняемости оксикоричных кислот в плодах и ягодах спектрофотометрическим методом	14
3.3. Математическая обработка результатов.....	16
4. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.....	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	19

Базарнова Юлия Генриховна
Бурова Татьяна Евгеньевна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ P-ВИТАМИННЫХ СВОЙСТВ ПЛОДОВ И ЯГОД СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Методические указания
к лабораторным работам № 1, 2
по курсу «Методы исследования
свойств сырья и пищевых продуктов»
для студентов специальности 260504

Второе издание, исправленное

Редакторы
Е.О. Трусова, Л.Г. Лебедева

Корректор
Н.И. Михайлова

Подписано в печать 03.03.08. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 1,4 Печ. л. 1,5 Уч.-изд. л. 1,31
Тираж 50 экз. Заказ № 78 С 50
