

D 5484

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 СОДЕРЖАНИЯ β-КАРОТИНА В ОБЪЕКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе № 3 по курсу
«Методы исследования свойств сырья
и пищевых продуктов»
для студентов специальности 260504

Второе издание, исправленное



Санкт-Петербург 2008

Бурова Т.Е., Базарнова Ю.Г. Определение содержания β-каротина в объектах растительного происхождения: Метод. указания к лабораторной работе № 3 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. – 12 с.

Приведены теоретические положения и метод определения содержания β-каротина в растительных объектах.

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

Термин "каротиноиды" ввел в науку М.С. Цвет для желтых спутников хлорофилла, то есть веществ, сопровождающих хлорофилл в пластидах. Каротиноиды относятся к липохромам – пигментам, которые растворяются в жирах, окрашивая при этом растворы в желтый, оранжевый и красный цвета. Эти пигменты устойчивы к щелочам и чувствительны к действию кислот.

Каротиноиды подразделяются на две большие группы: бескислородные и окисленные. К первой относятся α-, β- и γ-каротины, содержащиеся в корнеплодах моркови; ликопин, содержащийся в плодах помидоров, ягодах паслена и ландыша, цветках календулы; лепротин, выделенный из бактерий *Sarcina aurantiaca*. Ко второй группе относятся ксантофиллы, а именно: лютеин или дигидроксикаротин – постоянный спутник каротина; криптоксантин – пигмент желтых зерен кукурузы, содержащийся в кожуре мандаринов, плодах дынного дерева и зародышах пшеницы; зеаксантин – желтый пигмент семян кукурузы; рубиксантин, содержащийся в плодах шиповника; капсوروبин и капсантин – важнейшие пигменты стручкового перца.

Основными представителями каротиноидов у высших растений являются два пигмента: β-каротин (оранжевый) $C_{40}H_{56}$ и ксантофилл (желтый) $C_{40}H_{56}O_2$.

Каротин (от латинского *carota* – морковь) – основной каротиноид высших растений, один из наиболее изученных характерных представителей желтых пигментов – открыт Ваккенродером в 1831 г. в моркови.

В чистом кристаллическом состоянии и в виде масляных препаратов в промышленных масштабах получают каротин из специальных сортов моркови, тыквы, плодов шиповника, зеленой хвои, водорослей и других растительных материалов. Химически чистый каротин – блестящие медно-красные кристаллы. Из-за большого количества двойных связей молекула каротина неустойчива: он не растворяется в воде, глицерине, но легко растворяется в хлороформе, сероуглероде и бензоле, серном эфире, этиловом спирте, бензине и др.

Практическое использование каротинов основывается на биологической связи между каротинами и витамином А. Изомеры каро-

тина обладают различной способностью образовывать в организме человека витамин А. Считается, что 1 мг β-каротина по эффективности соответствует 0,17 мг витамина А. β-каротин вдвое активнее, чем его α- и γ-изомеры. В животном организме β-каротин распадается с образованием двух молекул витамина А, а из α- и γ-каротина образуется по одной молекуле. Каротиноиды накапливаются в печени – именно там происходит расщепление молекул каротина (под влиянием фермента каротиказы).

Потребность взрослого человека в витамине А составляет 1 мг/сут. При обычном питании она обеспечивается в одинаковой степени как продуктами животного происхождения, так и растительного (в первую очередь за счет β-каротина). Из продуктов животного происхождения больше всего витамина А (в мг/100 г съедобной части) содержится в рыбьем жире – 19, говяжьей печени – 8, печени трески и свиной печени – 4; гораздо меньше его в сливочном масле – 0,4...0,5, яйцах – 0,4 и молоке – 0,025. Из растительных продуктов β-каротина больше всего в красной моркови – 9, ягодах рябины – 9 и морошки – 7,9, зелени петрушки – 5,7 и сельдерея – 4,5, зеленом луке и красном перце – 2, абрикосах – 1,6, тыкве – 1,5, томатах – 1.

В моркови β-каротин составляет около 85 % общего количества каротина, причем особенно много его в Нантской 35 (88,5 %) и Шантене 27 (87,6 %), то есть в сортах с сильно окрашенными в оранжево-красный цвет мякотью и сердцевинкой.

Усвоение организмом человека каротина из овощей достигает 50 %, при этом оно увеличивается при добавлении к пище жиров, токоферола.

Установлено, что при хранении моркови при температуре 4 °С в течение первых 2,5 мес может наблюдаться увеличение содержания β-каротина. При дальнейшем хранении содержание его снижается.

Для сохранения каротина применяется технология изготовления соков из богатых им плодов и овощей. Так как каротин содержится в основном в мякоти овощей и плодов, то эти соки, как правило, не осветляют, а выпускают соки с мякотью, обладающие высокой питательной и физиологической ценностью. Например, ввиду высокого содержания каротина из моркови получают только соки с мяко-

тью: натуральный или с сахаром. Среди овощных соков доминирующее положение занимают томатный, морковный, тыквенный. Из плодов соки с мякотью вырабатывают натуральными и с добавлением сахарного сиропа (нектары): персиковый, абрикосовый, айвовый. Технический уровень производства соков с мякотью в большинстве стран высок. Также в промышленности вырабатывают значительный ассортимент овощных и фруктовых консервов, богатых каротином, для детского, диетического и лечебного питания.

Для сохранения плодов и овощей применяют сушку. Сушеная продукция выпускается в широком ассортименте: овощи (морковь, пряная зелень, зеленый горошек и др.), фрукты (абрикосы, вишня, черешня, виноград, ягоды), овощные и фруктовые порошки (морковный, тыквенный, томатный и др.).

Содержание витамина А изменяется при сушке, а также стерилизации плодов и овощей. При нагревании А-витаминная активность понижается за счет изомеризации и превращения части витамина А в менее активные формы на 15...20 % в зеленых овощах, которые содержат главным образом β-каротин, и на 30...35 % – в овощах с желтым цветом, содержащих преимущественно α-каротин. Увеличение продолжительности нагрева увеличивает потери.

Сушка овощей с помощью воздуха вызывает значительные потери каротинов, начиная с почти полного их разрушения в сушилках старого типа, в которых применяется горячий воздух при атмосферном давлении, до 10...20 % в вакуум-сушилках. Так, морковь теряет 40...50 % β-каротина при сушке с помощью воздуха, 20 % – при сушке под вакуумом и 7 % – при сушке под вакуумом с введением в сушилку азота, когда сушка заканчивается и вакуум нарушается.

Интенсификация процесса и сокращение потерь достигается применением сушки в кипящем, виброкипящем и фонтанирующем слое.

Современным способом обезвоживания жидких продуктов является распылительная сушка, которая применяется для сушки овощных и фруктовых паст, пюре, соков и др.

Продукты высокой пищевой ценности, в которых хорошо сохраняются витамины, красящие и ароматические вещества, можно получить сублимационной сушкой. Большим достоинством этого

способа является быстрая и наиболее полная восстанавливаемость сушеных продуктов до уровня свежих при насыщении водой.

Бланширование и замораживание почти не влияют на величину А-витаминной активности.

При переработке моркови образуются отходы с достаточно высоким содержанием каротина, например, при производстве сока на долю отходов приходится 40, при выработке пюре – 20...22 %, из которых получают белково-каротиноидный препарат, содержащий 0,83 % каротина. Белково-каротиноидный препарат используют при производстве комбикормов.

Из растительного сырья, богатого каротином, получают желтый краситель для окраски конфет, фруктовых соков, напитков, масла, сыра, мороженого и др. Каротин используют в виде антиоксиданта, улучшающего хранение пищевых жиров. В животноводстве в рацион питания входит витаминная мука из люцерны и хвои, содержащая каротин.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: определить содержание β -каротина в различных объектах растительного происхождения оптическим методом.

Метод основан на извлечении β -каротина из растительных объектов гексаном и оптическом определении β -каротина в гексановом экстракте.

2. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Растительное сырье: корнеплоды моркови, мякоть тыквы, ягоды рябины, плоды шиповника.
2. Фотоэлектроколориметр (ФЭК) или спектрофотометр (СФ).
3. Ступки фарфоровые с пестиками.
4. Колбы Бунзена.
5. Воронки Бюхнера.
6. Колбы конические с притертыми пробками на 250 мл.
7. Цилиндры мерные на 250 мл.
8. Стаканы на 50 мл.
9. Стекланные палочки.

10. Фильтры бумажные.
11. Ножи.
12. Терки.
13. Насос вакуумный.

РЕАКТИВЫ

1. Гексан.
2. Карбонат натрия Na_2CO_3 (безводный).
3. Сульфат натрия Na_2SO_4 (безводный).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Лабораторная работа проводится фронтальным методом тремя группами студентов по 2...4 человека. Задания для групп различаются видом растительного сырья:

I группа – корнеплоды моркови,

II группа – мякоть тыквы,

III группа – ягоды рябины или плоды шиповника.

1. Приготовить средние пробы из растительного сырья:

I группа: 3 корнеплода моркови вымыть, высушить фильтровальной бумагой, очистить от кожицы, разрезать вдоль. Половинку каждого корнеплода растереть на терке, тщательно перемешать.

II группа: мякоть тыквы вымыть, высушить фильтровальной бумагой, очистить от кожуры, натереть на терке и тщательно перемешать.

III группа: ягоды рябины (плоды шиповника) вымыть, высушить фильтровальной бумагой, растереть в фарфоровой ступке до получения кашицеобразной массы, тщательно перемешать.

2. В 3 стеклянных стаканчика на 50 мл взять навески исследуемого растительного сырья по 3 г (с точностью до 0,01 г).

3. Перенести навески в фарфоровые ступки и растереть с небольшим количеством песка в течение 3...5 мин; добавить немного Na_2CO_3 , затем добавить Na_2SO_4 и растереть все не более 15 мин. Добиться сухого состояния.

4. Поместить ступки с растертыми навесками в темное место на 30 мин.

5. В воронку Бюхнера поместить бумажный фильтр и закрепить ее в колбе Бунзена. Выложить на фильтр всю навеску из ступки. Ополоснуть ступку небольшим количеством гексана и вылить на фильтр. Чистым гексаном залить фильтр так, чтобы закрыть навеску. Навеска должна пропитаться гексаном.

6. Вакуумным насосом проводить отсасывание гексана, постоянно добавляя небольшое количество гексана в воронку, чтобы навеска была закрыта слоем гексана. Добиться, чтобы через фильтр проходил чистый гексан.

7. Количество полученного раствора измерить стеклянным цилиндром (общее количество раствора не должно превышать 200 мл).

8. Определить оптическую плотность полученных растворов на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре при длине волны $\lambda = 440$ нм, используя кювету толщиной 10 мм.

В качестве стандартного раствора используется чистый гексан.

Рассчитать содержание β -каротина в полученных растворах по формуле

$$X = \frac{0,00626 V D}{a} 100,$$

где X – содержание β -каротина в полученном растворе, мг/100 г съедобной части; V – объем полученного раствора, мл; D – показания ФЭК или СФ, отн. ед.; a – навеска растительного продукта, г; 0,00626 – коэффициент пересчета, мг/мл.

Результаты исследования содержания β -каротина в растительных объектах заносятся в таблицу.

Исследуемое сырье	№ пробы	Объем раствора, мл	D, отн.ед.	X_i	\bar{X}	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
				мг/100 г		
Морковь	1					
	2					
	3					
Тыква	1					
	2					
	3					
Ягоды рябины или плоды шиповника	1					
	2					
	3					

3.1. Математическая обработка результатов измерений

1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания β -каротина в растительных объектах

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

где n – число измерений.

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 β -каротина – \bar{X} в соответствии с полученной величиной $\Delta \bar{X}$ и занести их значения в таблицу.

5. Найти относительную погрешность измерения содержания β -каротина – $\epsilon_{\bar{X}}$ (%):

$$\epsilon_{\bar{X}} = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} 100.$$

4. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Отчет о работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики эксперимента.
3. Необходимые расчеты.
4. Отчетная таблица.
5. Расчет погрешности определения содержания β -каротина.
6. Анализ данных и выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8756.22-80 "Переработка плодов и овощей. Метод определения каротина".
2. **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.
3. **Лебедева Т.С., Сытник К.М.** Пигменты растительного мира. – Киев: Наукова думка, 1986. – 87 с.
4. **Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А.** Пищевая химия / Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
5. 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.
6. **Якушкина Н.И.** Физиология растений. – М.: Просвещение, 1993. – 335 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.....	6
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	7
3.1. Математическая обработка результатов измерений.....	9
4. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.....	10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	10

Базарнова Юлия Генриховна
Бурова Татьяна Евгеньевна

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ β-КАРОТИНА В ОБЪЕКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе № 3 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. 0,7 Печ. л. 0,75 Уч.-изд. л. 0,56
Тираж 50 экз. Заказ № 81. С 48

СПбГУНИПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИИК СПбГУНИПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9