

АБЧЗ

**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 КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ В КОРНЕПЛОДАХ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ**

**Методические указания  
к лабораторной работе № 4 по курсу  
«Методы исследования свойств сырья  
и пищевых продуктов»  
для студентов специальности 260504**

**Второе издание, исправленное**



**Санкт-Петербург 2008**

**Базарнова Ю.Г., Булова Т.Е.** Определение содержания красящих веществ в корнеплодах столовой свеклы: Метод. указания к лабораторной работе № 4 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. – 11 с.

Приведены теоретические положения и методы определения содержания красящих веществ в корнеплодах столовой свеклы в зависимости от размеров корнеплодов и наличия 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

Яркий цвет мякоти корнеплодов столовой свеклы обусловлен наличием красящих веществ. Красящими веществами столовой свеклы являются красно-фиолетовые пигменты – бетацианины и желтые – бетаксантины.

Бетацианины – азотсодержащие, гетероциклические соединения, состоящие из восстановленных индольного и пиридинового колец. По своей химической природе и свойствам бетаксантины близки к бетацианинам и также представляют собой азотсодержащие гетероциклические соединения, в состав молекул которых входят восстановленные кольца пиррола и пиридина. Структура этих соединений установлена сравнительно недавно.

Корнеплоды столовой свеклы содержат смесь пигментов, из которых основным красно-фиолетовым пигментом является бетанин, кроме бетанина в небольшом количестве содержатся изобетанин и пребетанин. Эмпирическая формула бетанина установлена Н. Wylер в виде  $C_{25}H_{28-30}O_{13}N_2$ . Бетанин представляет собой гликозид: агликоном его является бетанидин, сахарной частью – глюкоза. Спектральный анализ показал, что бетанин и его производные имеют максимум поглощения при длине волны  $\lambda = 530...536$  нм, бетаксантин –  $\lambda = 480$  нм.

Содержание красящих веществ в корнеплодах столовой свеклы зависит прежде всего от сортовых особенностей, а также от зрелости корнеплодов, их размеров, условий и длительности хранения.

По мере роста корнеплодов общее содержание красящих веществ в пересчете на средний вес одного корнеплода равномерно возрастает, качественный состав пигментов не изменяется. Наблюдается увеличение содержания всех исходных пигментов, но несколько замедленное для бетанина по сравнению с бетаксантином. Содержание пигментов выше в корнеплодах, которые растут медленнее. Чем крупнее корнеплод, тем меньше в нем процентное содержание красящих веществ. В этой связи определено содержание красящих веществ в мелких и стандартных корнеплодах столовой свеклы сорта Бордо 237. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание красящих веществ в корнеплодах столовой свеклы сорта Бордо 237

Размер корнеплода, см	Средняя масса корнеплода, кг	Содержание красящих веществ, г/кг сырой массы	
		Бетаксантин	Бетанин
5...14 (стандарт)	0,22	7,2	9,1
Менее 5 (мелкий)	0,07	5,6	10,2

При длительном хранении корнеплодов содержание красящих веществ значительно уменьшается. Наряду с одновременным уменьшением содержания исходных пигментов наблюдается образование к концу хранения в незначительном количестве нового оранжево-желтого пигмента с максимумом поглощения 480 нм, что свидетельствует об усилении процессов разложения красящих веществ.

Исследование влияния температуры, рН среды, света, кислорода воздуха и других факторов на красящие вещества свекольного сока показали, что под действием повышенной температуры происходит разрушение красящих веществ. Окраска свежего свекольного сока, выдержанного в течение 1 ч при температуре 50 °С, уменьшается на 41, при 60 °С – на 48, а при 70 °С – на 69 % по сравнению с исходной окраской сока. В кислой среде сок сохраняет окраску, в щелочной среде по мере роста величины рН красный цвет бледнеет, а при рН > 10,5 сок становится желтым. Аэрация свежего сока приводит к разрушению красящих веществ и уменьшению окраски на 20 %. Свет также значительно снижает окраску сока.

Корнеплоды столовой свеклы, имеющие ярко окрашенную мякоть, используются для изготовления гарнирной свеклы, свекольного сока с сахаром без мякоти и с мякотью, различных консервов для диетического питания, при производстве которых к свекле добавляются лимонную кислоту для снижения рН и стабилизации красящих пигментов и сахар для улучшения вкуса.

Отходы и потери при выработке свекольного сока (без мякоти с сахаром) составляют 48, а с мякотью и сахаром – 30 %. Для их утилизации разработана технология получения натуральных пищевых красителей, предназначенных для мясо-молочной, кондитерской и пищевых концентратной промышленности.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** установить влияние размера корнеплодов столовой свеклы и различных видов обработки на содержание красящих веществ (бетанина и бетаксантина).

Метод основан на извлечении красящих веществ столовой свеклы концентрированной соляной кислотой и оптическом определении их концентрации в исследуемом растворе по сравнению со стандартным раствором сернокислого кобальта.

### 2. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Свежие корнеплоды столовой свеклы (крупные и мелкие).
2. Замороженные корнеплоды столовой свеклы.
3. Бланшированные образцы столовой свеклы.
4. Стаканы на 50 мл.
5. Мерные колбы на 250 мл.
6. Пипетки на 10 мл.
7. Воронки стеклянные среднего диаметра.
8. Колбы на 100 мл.
9. Бумажные фильтры.
10. Пластмассовые терки.
11. Ножи.
12. Фотоэлектроколориметр (ФЭК) или спектрофотометр (СФ).

### РЕАКТИВЫ

1. Стандартный раствор сернокислого кобальта  $\text{CoSO}_4$ .
2. Концентрированная соляная кислота  $\text{HCl}$ .

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Лабораторная работа проводится фронтальным методом четырьмя группами студентов по 2...4 человека. Задания для групп различаются размером свежих корнеплодов и видами обработки.

I группа – свежие корнеплоды столовой свеклы крупных размеров;

II группа – свежие корнеплоды столовой свеклы мелких размеров;

III группа – бланшированная свекла;

IV группа – замороженные корнеплоды.

1. Приготовить средние пробы из растительного сырья:

I, II, IV группы: по три корнеплода свеклы вымыть, высушить фильтровальной бумагой, очистить от кожицы, разрезать вдоль. Половинку каждого корнеплода натереть на терке, тщательно перемешать.

III группа: три корнеплода свеклы вымыть, отбланшировать в течение 20 мин в кипящей воде, охладить, высушить фильтровальной бумагой, очистить от кожицы, разрезать вдоль. Половинку каждого корнеплода натереть на терке, тщательно перемешать.

2. В три стеклянных стаканчика на 50 мл взять навески исследуемого растительного сырья по 1 г (с точностью до 0,001 г).

3. Перенести навески в мерные колбы на 250 мл. Стаканы ополоснуть небольшим количеством дистиллированной воды и прилить ее в мерные колбы. В каждую колбу прилить по 10 мл концентрированной соляной кислоты, довести объем до метки дистиллированной водой. Содержимое колб тщательно перемешать.

4. В каждую колбу на 100 мл поместить воронку с бумажным фильтром и отфильтровать растворы из мерных колб. Полученные фильтраты используются для определения концентрации красящих веществ.

5. Определить оптическую плотность стандартного раствора кобальтовой соли и фильтратов на ФЭКе, используя кювету толщиной 10 мм, или на спектрофотометре при длинах волн  $\lambda = 480$  нм (для бетаксантина) и 535 нм (для бетанина).

6. Рассчитать содержание красящих веществ (бетанина и бетаксантина) по формуле:

$$X = \frac{22 D_1}{a D_2} 1000,$$

где  $X$  – содержание бетанина (бетаксантина), г/кг;  $D_1$  – оптическая плотность исследуемого раствора, отн. ед.;  $D_2$  – оптическая плотность стандартного раствора, отн. ед.;  $a$  – масса навески, взятой для эксперимента, г; 0,22 – масса красящих веществ, которые по окраске соответствуют 1 дм<sup>3</sup> стандартного раствора, мг.

Результаты исследования содержания красящих веществ в корнеплодах столовой свеклы заносятся в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Определение содержания бетаксантина

Исследуемое сырье	№ пробы	$D_1, D_2$ , отн. ед.	$X_i$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
			г/кг		
Крупные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				
Мелкие корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				
Бланшированные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				
Замороженные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				

Таблица 3

Определение содержания бетанина

Исследуемое сырье	№ пробы	$D_1, D_2$ , отн. ед.	$X_i$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
			г/кг		
Крупные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				
Мелкие корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				

Исследуемое сырье	№ пробы	$D_1, D_2,$ отн.ед.	$X_i$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm \Delta\bar{X}$
Бланшированные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				
Замороженные корнеплоды	CoSO <sub>4</sub>				
	1				
	2				
	3				

### 3.1. Математическая обработка результатов измерений

1. Рассчитать среднее арифметическое значение содержания бетаксантина (бетанина) в исследуемых корнеплодах

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

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 бетаксантина (бетанина) –  $\bar{X}$  в соответствии с полученной величиной  $\Delta\bar{X}$  и занести их значения в табл. 2, 3.

5. Найти относительную погрешность измерения содержания бетаксантина (бетанина) –  $\varepsilon_{\bar{X}}$  (%)

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

### 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 бетаксантина и бетанина.
6. Анализ данных и выводы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ветчинкин А.Р.** Естественные органические красители. – Саратов: Приволжское книжное издательство, 1966. – 250 с.
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. **Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А.** Пищевая химия /Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
4. ОСТ 18-405-83 "Определение концентрированных красящих веществ".
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.....	5
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	5
3.1. Математическая обработка результатов измерений.....	8
4. ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ.....	9
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	9

Базарнова Юлия Генриховна  
Бурова Татьяна Евгеньевна

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ В КОРНЕПЛОДАХ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

Методические указания  
к лабораторной работе № 4 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 № 59, С 43

---

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