

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения и экспертизы товаров



УТВЕРЖДАЮ  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
2016 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВЛЕНИЯ К ПРОДУКТАМ ПИТАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО  
СЫРЬЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного  
сырья»

УДК 641.613.26

Составители: О.А. Бывалец, А.Г. Белая, И.А. Авилова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Э.А. Пыльников

Технологические добавки и улучшители для производства продуктов питания из растительного сырья: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т, сост.: О.А. Бывалец, А.Г. Белая, И.А. Авилова. - Курск, 2016. - 29 с.

Приводятся перечень лабораторных работ, цель их выполнения, материальное обеспечение, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература. Предназначены для студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» всех форм обучения.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности продукты питания из растительного сырья (УМО АМ).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать. Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Перечень тем лабораторных занятий, их объем	5
Правила оформления работ	6
Работа №1 Пищевые добавки, определяющие окраску продукта.	6
Работа №2 Консерванты и их свойства	11
Работа №3 Ароматизаторы и их свойства.	14
Работа №4 Витамины и их свойства.	16
Работа №5 Подсластители.	21
Работа №6 Вещества, изменяющие физико-химические свойства и структуру пищевых продуктов	23
Работа №7 Разрыхлители.	26
Список рекомендательной литературы	29

## ВВЕДЕНИЕ

Под пищевыми добавками понимаются естественные и синтетические вещества, преднамеренно вводимые в пищевые продукты в процессе их производства с целью придания выпускаемым продуктам питания заданных качественных показателей. В современной пищевой промышленности применяются различные способы повышения качества пищевых продуктов и совершенствования технологического процесса производства продуктов питания. Наиболее экономически выгодным и легко применимым в производственной практике для этих целей оказалось использование пищевых добавок. В связи с этим за сравнительно короткий период пищевые добавки получили широкое распространение в большинстве стран мира.

При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, конспекту лекций, ознакомиться с содержанием лабораторной работы.

В методических указаниях все практические занятия содержит цель его выполнения, краткие теоретические сведения, рекомендуемые для изучения литературные источники, задания для выполнения работы в учебной аудитории и дома. Результаты выполнения заданий студентами оцениваются в конце практического занятия, что учитывается в балльно - рейтинговой оценке знаний студента.

Оценка преподавателем лабораторной работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

## ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ ОБЪЕМ

Наименование работ	Объем в часах		
	очная	заочная	Сокращенная ( по индивидуальному плану)
Работа №1 Пищевые добавки, определяющие окраску продукта .	8		
Работа №2 Консерванты и их свойства (занятие проводится в интерактивной форме).	6		
Работа №3 Ароматизаторы и их свойства (занятие проводится в интерактивной форме) .	4	2	
Работа №4 Витамины и их свойства	9		
Работа №5 Подсластители.	9		
Работа №6 Вещества, изменяющие физико-химические свойства и структуру пищевых продуктов	9		
Работа №7 Разрыхлители.	9		
Итого, часов	36	2	

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

1. Отчеты по каждой теме лабораторного занятия оформляются в отдельной тетради.

2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.

3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра. Выполнение и успешная защита лабораторных работ являются допуском к сдаче теоретического курса на экзамене.

### РАБОТА № 1

#### Пищевые добавки, определяющие окраску продукта.

**Цель работы:** изучение физико-химических характеристик пищевых красителей.

#### Материальное обеспечение

*Определение плотности красителя:* водяной термостат, весы, сушильный шкаф, пикнометр, фильтровальная бумага, краситель концентрированный или порошкообразный, разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:1.

*Определение активной кислотности красителя:* потенциометр (рН-метр), химический стаканчик на 50 мл, краситель концентрированный или порошкообразный, разбавленный дистиллированной водой в соотношении 1:1.

*Восстановление индигокармина:* спиртовка, пробирки, 5% раствор глюкозы, 10% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , раствор индигокармина (1: 1).

#### Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика добавок.
2. Классификация добавок.
3. Санитарные требования использования красителей.

#### Краткие теоретические сведения

Пищевые красители – это категория добавок, которая в международной классификации обозначается кодами от E100 до E199. Их основная цель – подкрашивать продукты питания, делая их внешне более привлекательными и аппетитными.

Существует множество различных пищевых красителей, которые можно классифицировать следующим образом: натуральные или природные, синтетические или искусственные, минеральные.

Натуральные красители – это красящие вещества, получают которые физическими способами воздействия на источники растительного, а также животного происхождения. Однако могут быть такие вещества модифицированы, например, для повышения их стойкости и т.п. Чаще всего источниками натуральных красителей являются фрукты, ягоды, всевозможные корни, листья, цветы.

Таблица 1 - Натуральные красители

п/п	Наименование красителя	Код
	Куркумины	E-100
	Рибофлавины	E101
	Алканет, Алканин	E103
	Кармины, Кошениль	E120
	Хлорофилл	E140
	Медные комплексы хлорофиллов и хлорофиллинов	E141
	Сахарные кодеры	E150
	Каротины	E160
	Каротиноиды	E161
0	Красный свекольный	E162
1	Антоцианы	E163
2	Танины пищевые	E181

Природные красители, в том числе и модифицированные, чувствительны к действию кислорода воздуха (например, каротиноиды), кислот и щелочей (например, антоцианы), температуры, могут подвергаться микробиологической порче.

Синтетические красители – это органические вещества, которые в природе не встречаются. Их получают в лабораторных условиях посредством разнообразных химических реакций. Чаще всего синтетические красители можно встретить в форме натриевых солей. Они хорошо растворимы в воде, что облегчает процесс их применения в производстве продуктов питания, в частности, в производстве жидких продуктов.

Таблица 2 - Синтетические красители.

п/п	Наименование красителя	Код
	Тартразин	E102
	Желтый хинолиновый	E104
	Желтый 2G	E107
	Желтый «солнечный закат»	E110
	Азорубин, Кармуазин	E122
	Понсо 4R, Пунцовый 4R	E124
	Красный 2G	E128
	Красный очаровательный AC	E129
	Синий патентованный V	E131
0	Индигокармин	E132
1	Синий блестящий FCF	E133
2	Зеленый S	E142

Синтетические красители обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с большинством натуральных красителей. Они дают яркие, легко воспроизводимые цвета и менее чувствительны к различным видам воздействия, которым подвергается материал в ходе технологического потока.

Минеральные (неорганические) красители. В качестве красителей применяют минеральные пигменты и металлы. В Российской Федерации разрешено применение 7 минеральных красителей и пигментов, включая уголь древесный.

Таблица 3 - Минеральные красители.

п/п	Наименование красителя	Цвет водных или масляных растворов	Код
	Уголь	Черный	E102
	Уголь древесный	Черный	E104
	Углекислые соли кальция	Белый	E107
	Диоксид титана	Белый	E110
	Оксиды железа		E122
	(I) железа (+2;+3) оксид черный	Черный	E124
	(II) железа (+3) оксид красный	Красный	E128
	(III) железа (+3) оксид желтый	Желтый	E129



	Серебро		E131
	Золото		E132

Наиболее широко пищевые красители применяются при производстве кондитерских изделий, напитков, маргаринов, некоторых видов консервов, сухих завтраков, плавленых сыров, мороженого.

### Задания

#### Задание 1. Определение плотности красителя.

Тщательно вымытый и высушенный пикнометр взвешивают, заполняют его дистиллированной водой (температура 20<sup>0</sup>С) немного выше отметки, закрывают пробкой и помещают на 30 мин. в водяной термостат, температура воды в котором 20<sup>0</sup>С. Температуру проверяют термометром, погружая его в термостат немного выше отметки пикнометра. Через 30 мин., не вынимая пикнометра из термостата, открыв пробку, устанавливают уровень воды по верхнему краю мениска. Избыток воды убирают фильтровальной бумагой, свернутой в тонкую трубочку. Горлышко пикнометра внутри также вытирают фильтровальной бумагой, после чего пикнометр закрывают пробкой, вынимают из воды, вытирают досуха снаружи фильтровальной бумагой и взвешивают. Взвешивание пустого пикнометра и наполненного водой повторяют 2-3 раза и для вычисления берут среднее арифметическое значение.

После этого воду выливают, пикнометр высушивают в сушильном шкафу при температуре не выше 80<sup>0</sup>С и охлаждают до комнатной температуры. Затем пикнометр наполняют красителем и взвешивают. Темперирование (доведение температуры исследуемой жидкости до 20<sup>0</sup>С), установление уровня красителя, вытирание пикнометра проводят так же, как указано выше.

Относительная плотность концентрированного красителя вычисляют по формуле:

$$D = (m_1 - m_0) / (m - m_0), \quad (1)$$

где  $m_1$  - масса пикнометра с испытуемым образцом;

$m_0$  - масса пустого пикнометра;

$m$  - масса пикнометра с водой, г.

Таблица 1 – Результаты определения плотности красителя

№ п/п	Наименование красителя	Относительная плотность концентрированного красителя		
		масса пикнометра с	масса пустого пикнометра	масса пикнометра с

		испытуемым образцом ( $m_1$ )	( $m_0$ )	водой, г. ( $m$ )
1				
2				
3				

**Задание 2.** Определение активной плотности красителя.

Подготовленный раствор порошкообразного или концентрированного красителя наливают в стаканчик, устанавливают в потенциометр и погружают в него концы электродов, включают в прибор и снимают показания по шкале рН-метра. Измерение рН повторяют два раза, каждый раз вынимая электроды из раствора и при измерении, вновь погружая их в раствор. Значение рН выражают как среднее арифметическое этих определений.

Активную кислотность в концентрированном красителе определяют непосредственно на потенциометре любой марки, а порошкообразный разбавляют предварительно дистиллированной водой в соотношении 1:1.

Таблица 2 – Результаты определения активной плотности красителя.

№ п/п	Наименование красителя	Активная плотность красителя		
1				
2				
3				

**Задание 3.** Восстановление индигокармина

В пробирку наливают 2 мл 5% раствора глюкозы, прибавляют 2 мл 10% раствора карбоната натрия и раствор индигокармина до получения темно-синей окраски. При осторожном нагревании полученного раствора происходит восстановление индигокармина и жидкость приобретает желтоватую окраску. Если синяя окраска долго не исчезает, то необходимо добавить немного раствора глюкозы. Раствор лейкосоединения охлаждают и сильно встряхивают. Снова появляется синяя окраска вследствие окисления лейкосоединения кислородом воздуха. При повторном нагревании синяя окраска исчезает, и раствор снова приобретает желтый цвет. В этих превращениях глюкоза выступает в роли восстановителя, окисляясь до глюконовой кислоты. Подобные превращения индигокармина в лейкосоединения возможны до полного исчерпания глюкозы.

## Вопросы для контроля знаний

1. Красители – это?
2. Классификация пищевых красителей.
3. Какие натуральные красители Вам известны? Каковы источники их получения?
4. Каковы основные требования, предъявляемые к натуральным пищевым красителям?
5. Какие красители относятся к синтетическим? Каковы их особенности по сравнению с натуральными красителями?
6. Какие красители относятся к минеральным?
7. В чем практическое значение показателей плотности и активной кислотности красителей?
8. Какие пищевые красители запрещены к применению в РФ?

## РАБОТА № 2

### Консерванты и их свойства.

**Цель работы:** изучение свойств и способов получения консервантов.

### Материальное обеспечение

Набор пробирок, спиртовка, пипетка, реактивы: толуол ( $C_6H_5-CH_3$ ), перманганат калия ( $KMnO_4$ ), 10% раствор серной кислоты ( $H_2SO_4$ ), 10% раствор гидроксида натрия ( $NaOH$ ), муравьиная кислота ( $HCOOH$ ), серная кислота ( $H_2SO_4$ ).

### Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика консервантов.
2. Получение консервантов.
3. Свойства консервантов.
3. Санитарные требования использования консервантов.

### Краткие теоретические сведения

Консерванты – это пищевые добавки, которые увеличивают срок хранения продуктов, защищая их от порчи, вызываемой микроорганизмами (бактериями, дрожжами, плесенью). Применение консервантов зависит от кислотности среды, их химической природы и концентрации. Консерванты делятся на 2 группы. К первой группе относятся собственно консерванты. Их воздействуют на клетки микроорганизмов. Ко второй группе относятся вещества, обладающие консервирующим действием. Они оказывают отрицательное действие на микробы за счет регулирования кислотно-щелочной среды, активности воды или концентрации кислорода. Методы применения консервантов в пищевой промышленности различны. Одни,

вводятся непосредственно в продукт, в виде растворов. Например, сорбиновая кислота (Е 200) или бензоат натрия (Е 211). Другие предназначены только для обработки поверхности продуктов и тары, например, цитрусовые опрыскивают дифенилом (Е 230), ортофенилфенолом (Е 231) и ортофенилфенолятом натрия (Е232), сернистым газом (диоксид серы Е 200) обрабатывают сухие овощи и фрукты.

Основной причиной порчи пищевых продуктов с высоким содержанием влаги является развитие в них микроорганизмов (бактерий, плесневых грибов, дрожжей). Консерванты оказывают бактерицидное действие (т. е. полностью подавляют жизнедеятельность микроорганизмов) или бактериостатическое (подавляют, замедляют развитие и размножение). Действие химических консервантов основано на их способности проникать в микробную клетку и инактивировать ферментную систему и белки микроорганизмов, тем самым прекращая их жизнедеятельность. Второе направление действия консервантов — изменение рН среды, снижающее активность жизнедеятельности микроорганизмов.

К консервантам предъявляют строгие требования: консерванты должны подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при небольших концентрациях (сотые, десятые доли процента); не оказывать токсичного воздействия на организм человека; не образовывать токсичные соединения при разложении в организме человека и при взаимодействии с материалом технологических емкостей, в которых смешивают продукт и антисептик, а также с материалом консервной тары; не оказывать ощутимого влияния на органолептические показатели продукта или легко удаляться при необходимости из продукта (например, сернистый газ). Консерванты используются при производстве широкого спектра консервов с целью значительного снижения времени и режимов термической обработки продукта.

*Качественный анализ.* Пищевые консерванты не составляют единого класса химических соединений, для них нельзя подобрать общий способ подготовки проб и общий метод анализа. Чтобы обнаружить наличие консерванта, можно использовать неспецифический микробиологический тест. Для этого в исследуемый продукт (иногда после соответствующего разбавления) вносят известные штаммы микроорганизмов, против которых активен предполагаемый консервант, и в течение определенного времени наблюдают, происходит ли размножение микроорганизмов.

*Количественный анализ.* Большинство продуктов питания имеет чрезвычайно сложный состав, и отдельные их компоненты могут мешать определению консервантов. По этой причине, а иногда и для концентрирования, сначала выделяют консерванты из анализируемого продукта. Для этого используются экстракция, отгонка с водяным паром или специальные методы. Выделенную субстанцию после предварительной очистки подвергают собственно анализу. Эта последовательность действий называется подготовкой проб.

Для количественного анализа консервантов используются газовая, тонкослойная или жидкостная хроматография, химические, колориметрические, фотометрические и другие методы.

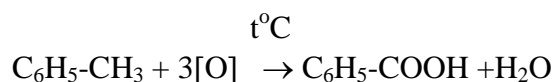
Всё большее распространение получает высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

### Задания

#### **Задание 1.** Получение бензойной кислоты.

Консервирующее действие бензойной кислоты зависит от pH среды. Она наиболее эффективна в кислой среде.

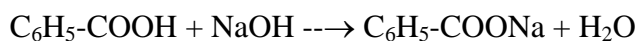
В пробирку помещают ~1мл толуола, добавляют такой же объем (1 мл) 5%-ного раствора перманганата калия, подкисленного 10%-ным раствором серной кислоты. Смесь перемешивают и нагревают до обесцвечивания, которое происходит вследствие окисления толуола в бензойную кислоту:



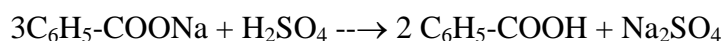
Горячий раствор фильтруют. Раствор фильтрата охлаждают, выпадают белые кристаллы бензойной кислоты.

#### **Задание 2.** Получение бензоата натрия.

В пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты и ~1-2мл воды, содержимое пробирки энергично встряхивают. Растворение кислоты не наблюдается. Затем в эту пробирку по каплям добавляют 10%-ный раствор гидроксида натрия, постоянно перемешивая содержимое пробирки. Происходит растворение бензойной кислоты вследствие образования бензоата натрия, хорошо растворимого в воде:



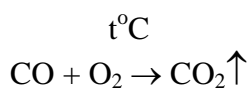
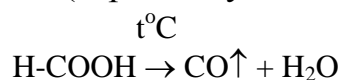
К полученному раствору бензоата натрия прибавляют несколько капель 20%-ного раствора серной кислоты и вновь образуется осадок свободной бензойной кислоты:



#### **Задание 3.** Разложение муравьиной кислоты.

В пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, наливают ~0,5мл муравьиной кислоты, добавляют такой же объем концентрированной серной кислоты. Пробирку с реакционной смесью нагревают на пламени

горелки. Выделяющийся оксид углерода (II) обнаруживают, поджигая его у отверстия газоотводной трубки (горит голубоватым пламенем):



### Вопросы для контроля знаний

1. Дайте понятие консервантам.
2. Какие требования применяют к консервантам?
3. На какие группы классифицируются консерванты?
4. Получение бензойной кислоты.
5. Бензоат натрия и его получение.
6. Муравьиная кислота и ее свойства.

### РАБОТА № 3

#### Ароматизаторы и их свойства.

**Цель работы:** изучение свойств и способов получения ароматизаторов.

#### Материальное обеспечение

Набор пробирок, пипетка, плитка, асбестовая сетка, реактивы: уксусная кислота ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), этиловый спирт ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), концентрированная серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), насыщенный раствор хлорида натрия ( $\text{NaCl}$ ), кристаллический ацетат натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), изоамиловый спирт ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ ).

#### Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика ароматизаторов.
2. Получение ароматизаторов.
3. Свойства ароматизаторов.
4. Санитарные требования использования ароматизаторов.

#### Краткие теоретические сведения

Ароматизаторы – это вещества, придающие пищевым продуктам вкус и аромат. Ароматизаторы делятся на природные, выделенные из фруктов, овощей и растений в виде соков, эссенций или концентратов и искусственные, которые получают синтетическим путем. Например, к эссенциям, полученным синтетическим путем, относятся такие вещества, как

этилформиат  $\text{H-CO-O-C}_2\text{H}_5$  (ромовая эссенция), этилбутират  $\text{C}_3\text{H}_7\text{-CO-O-C}_2\text{H}_5$  (ананасная эссенция), изоамилацетат  $\text{H}_3\text{C-CO-O-C}_5\text{H}_{11}$  (грушевая эссенция), этилацетат  $\text{H}_3\text{C-CO-O-C}_2\text{H}_5$  (карамельная эссенция) и ряд других.

Ароматизаторы позволяют без дополнительных затрат на базе одной стандартной рецептуры значительно увеличить ассортимент выпускаемой продукции. К каждому виду продукции ароматизаторы подбираются довольно длительное время. Главной задачей при применении ароматизаторов является точное соблюдение утвержденной рецептуры.

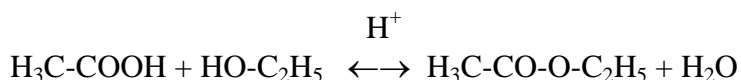
Применение ароматизаторов позволяет:

- создать широкий ассортимент пищевых продуктов, отличающихся по вкусу и аромату, на основе однотипной продукции
- восстановить вкус и аромат, частично утерянный при хранении или переработке - замораживании, пастеризации, консервировании, концентрировании
- стандартизировать вкусо-ароматические характеристики пищевой продукции вне зависимости от ежегодных колебаний качества исходного сельскохозяйственного сырья
- усилить имеющийся у продуктов натуральный вкус и аромат
- придать аромат продукции на основе некоторых ценных в питательном отношении, но лишенных аромата, видов сырья (например, продуктов переработки сои)
- избавить пищевую продукцию от неприятных привкусов
- придать аромат продукции, получаемой с помощью технологических процессов, при которых не происходит естественного образования аромата (например, приготовление пищи в микроволновых печах).

## Задания

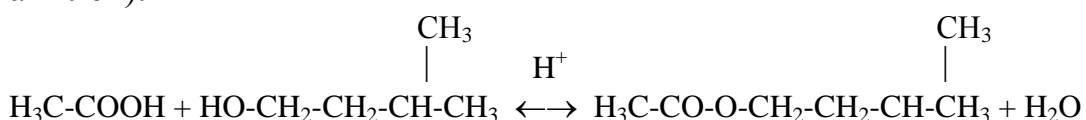
### *Задание 1.* Получение этилацетата.

В пробирку приливают ~2мл ледяной уксусной кислоты, ~2мл этилового спирта и ~0,5мл концентрированной серной кислоты. Полученную смесь осторожно нагревают до кипения, затем охлаждают. В охлажденную смесь наливают насыщенный раствор хлорида натрия. Образовавшийся этилацетат, малорастворимый в воде, всплывает на поверхность, тогда как не вошедшие в реакцию спирт и уксусная кислота переходят в водный нижний слой.



## Задание 2. Получение изоамилацетата.

**Внимание!** Пары изоамилацетата вызывают разрушение верхних дыхательных путей, поэтому **опыт следует проводить в вытяжном шкафу!** В сухую пробирку помещают ~0,5г (высота слоя ~5мм) кристаллического ацетата натрия, ~2мл изоамилового спирта, ~0,5мл концентрированной серной кислоты. Полученную смесь осторожно нагревают (**не кипятят!**). Через ~1-2мин жидкость бурлит, появляется характерный запах изоамилацетата – запах грушевой эссенции (при избытке серной кислоты может образоваться неприятно пахнущий непредельный углеводород – амилен):



Чтобы освободиться от посторонних примесей, маскирующих запах эфира, в пробирку добавляют ~1мл воды. Примеси растворяются в воде, а эфир распределяется на поверхности воды.

### Вопросы для контроля знаний

1. Дайте понятие ароматизаторам.
2. Какие требования применяют к ароматизаторам?
3. Как классифицируются ароматизаторы?
4. Получение ароматизаторов.

## РАБОТА № 4

### Витамины и их свойства.

**Цель работы:** ознакомление с основными свойствами и способами получения витаминов.

### Материальное обеспечение

*Обнаружение витамина B<sub>1</sub> (тиамина) в пищевых продуктах:* пробирки, отруби, пшеничная мука, мука из полированного риса, 1% раствор сульфаниловой кислоты, 5% раствор нитрита натрия, 10% раствор гидрокарбоната натрия.

*Обнаружение витамина B<sub>2</sub> (рибофлавина):* пробирки, 0,025% раствор рибофлавина, концентрированная соляная кислота, металлический цинк.

*Качественные реакции на витамин A:* пипетки, пробирки, серная кислота концентрированная, 1% раствор FeSO<sub>4</sub>, хлороформ, рыбий жир, масляный раствор витамина A, подсолнечное масло.

*Качественные реакции на витамин D:* пробирки, пипетки, часовые



стекла, спиртовки, стеклянные палочки. Анилиновый реактив (смешивают под тягой анилин с концентрированной соляной кислотой в отношении 15:1), 1% раствор брома в хлороформе, раствор рыбьего жира в хлороформе (1:60) или масляный раствор витамина D<sub>2</sub> (эргокальциферол), раствор хлорида сурьмы (V).

### **Вопросы для подготовки**

1. Общая характеристика витаминов.
2. Витамин В<sub>1</sub> и его свойства.
3. Витамин В<sub>2</sub> и его свойства.
4. Витамин А и его свойства.
5. Витамин D и его свойства.

### **Краткие теоретические сведения**

Витамины - группа низкомолекулярных биологически активных органических соединений, разнообразной структуры и состава, которые необходимы для правильного развития и жизнедеятельности организмов, они относятся к незаменимым факторам питания

Первоисточником витаминов являются растения, в которых витамины накапливаются. В организм витамины поступают в основном с пищей. Некоторые из них синтезируются в кишечнике под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, но образующиеся количества витаминов не всегда полностью удовлетворяют потребности организма.

Витамины участвуют в регуляции обмена веществ; они являются биологическими катализаторами или реагентами фотохимических процессов, протекающих в организме, также они активно участвуют в образовании ферментов.

Витамины влияют на усвоение питательных веществ, способствуют нормальному росту клеток и развитию всего организма. Являясь составной частью ферментов, витамины определяют их нормальную функцию и активность.

Недостаток, а тем более отсутствие в организме какого-либо витамина ведет к нарушению обмена веществ. При недостатке их в пище снижается работоспособность человека, сопротивляемость организма к заболеваниям, к действию неблагоприятных факторов окружающей среды. В результате дефицита или отсутствия витаминов, развивается витаминная недостаточность.

Витаминная недостаточность — группа патологических состояний, обусловленных дефицитом в организме одного или нескольких витаминов. Выделяют авитаминоз, гиповитаминоз и субнормальную обеспеченность витаминами.

Под авитаминозом понимают практически полное отсутствие какого-либо витамина в организме.

Гиповитаминозом называют снижение по сравнению с потребностями содержания витаминов в организме, которое клинически проявляется только отдельными и не резко выраженными симптомами из числа специфических для определенного авитаминоза, а также мало специфических признаков болезненного состояния, общих для различных видов гиповитаминозов (например снижение аппетита и работоспособности, быстрая утомляемость)

Субнормальная обеспеченность витаминами представляет собой доклиническую стадию дефицита витаминов, который обнаруживается по нарушениям метаболических и физиологических реакций, протекающих с участием определенного витамина, и не имеет клинического выражения или проявляется только отдельными неспецифическими микросимптомами.]

Авитаминозы встречаются весьма редко, в основном в условиях длительного голода, при вынужденном резком обеднении рациона

питания (например, при невозможности доставки продуктов участникам отдаленных экспедиций, войскам в окружении и т.д.), поступления в организм большего количества антивитаминов, а также при тяжелых заболеваниях пищеварительной системы.

Более распространены гиповитаминозы, причинами которых, кроме перечисленных, могут быть длительное парентеральное питание, нерациональная химиотерапия, хронические интоксикации и инфекционные болезни,

Субнормальная обеспеченность витаминами наиболее распространена, так как она возникает не только при особых обстоятельствах, нарушающих питание и болезнях, являющихся основными причинами гиповитаминозов, но и в обычных условиях жизни у практически здоровых людей, уделяющих недостаточное внимание разнообразию пищевого рациона. Развитию этой формы витаминной недостаточности способствуют широкое использование в питании рафинированных продуктов, лишенных витаминов в процессе их производства.

Не имея явных клинических проявлений, субнормальная обеспеченность витаминами уменьшает в то же время адаптационные возможности организма, что выражается в снижении устойчивости к действию инфекционных и токсических факторов, физической и умственной работоспособности, замедление выздоровления при острых заболеваниях, повышение вероятности обострения хронических болезней.

Причиной авитаминоза может быть не только дефицит витаминов в пищевом рационе, но и нарушение их всасывания в кишечнике, транспорта к тканям и преобразования в биологически активную форму. При язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, колите, заболеваниях печени и многих других нарушается усвоение витаминов и может возникнуть их недостаточность.

Профилактика витаминной недостаточности состоит в обеспечении полного соответствия между потребностями человека в витаминах и их поступлением с пищей. При этом следует иметь в виду, что весь

необходимый для человека набор витаминов может поступать в организм только при условии использования в питании всех групп продуктов, тогда как одностороннее питание даже продуктами с высокой пищевой ценностью не может обеспечить организм всеми витаминами. В частности, ошибочной является точка зрения, что основным источником витаминов служат свежие овощи и фрукты. Эта группа продуктов, которая действительно является практически единственным источником витаминов С и Р и одним из источников фолиевой кислоты, но она не полностью обеспечивает потребности организма в витаминах А, D, E, K, витаминах группы В. В то же время мясо и мясные продукты являются основными источниками витаминов группы В. Молоко и молочные продукты поставляют в организм витамины А, злаковые — витамин РР и некоторые витамины группы В, растительные жиры — витамин Е, животные жиры — витамины А и D.

В связи с этим необходимо разнообразить пищевые рационы и включать в их состав все группы продуктов. Наряду с полноценным витаминным составом, рационы должны быть оптимальны по своей энергетической ценности, содержать адекватные количества других пищевых веществ, прежде всего незаменимых. При этом особенно важно достаточное поступление с пищей полноценного белка, дефицит которого может привести к нарушению процессов ассимиляции витаминов в желудочно-кишечном тракте, их транспорта в крови, внутриклеточного метаболизма и др. Обязательным требованием является сбалансированность между всеми заменимыми и незаменимыми факторами питания. Нарушение этого принципа может вызвать возникновение относительной недостаточности витаминов.

Другим важнейшим условием адекватного снабжения человека витаминами является соблюдение правил хранения и кулинарной обработки продуктов.

Строгий режим тепловой обработки, применение для резания плодов и овощей ножей из нержавеющей стали, а для приготовления блюд не оцинкованной посуды, проведение тепловой обработки плодов и овощей немедленно после их чистки и резки, исключение хранения очищенных овощей и фруктов на воздухе или в воде, закладывание овощей и плодов в кипящую воду.

## **Задания**

**Задание 1.** Обнаружение витамина В<sub>1</sub> (тиамина) в пищевых продуктах.

В три пробирки отдельно насыпают по 2-3 стеклянные лопатки отрубей, пшеничной муки и муки из полированного риса. Добавляют по 5 капель 1% раствора сульфаниловой кислоты, 5% раствора нитрита натрия и 10% раствора гидрокарбоната натрия. Содержимое пробирок

окрашивается в оранжево-красный цвет различной степени интенсивности, что связано с различным количеством тиамин в исследуемых продуктах.

### **Задание 2.** Обнаружение витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина).

В пробирку вносят 1 мл 0,025% раствора рибофлавина и 0,5 мл концентрированной соляной кислоты, затем опускают кусочек металлического цинка. Наблюдается бурное выделение пузырьков воздуха и постепенное окрашивание раствора в розовый цвет, затем происходит обесцвечивание жидкости. При взбалтывании обесцвеченного раствора лейкосоединение вновь окисляется в рибофлавин.

### **Задание 3.** Качественные реакции на витамин А.

*Реакция с серной кислотой.* В сухую пробирку вносят 5 капель раствора рыбьего жира в хлороформе (1:5) или масляного раствора витамина А и 1 каплю концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Развивается красно-фиолетовое окрашивание. Повторите опыт с подсолнечным маслом.

*Реакция с сульфатом железа.* В пробирку налейте 1 мл подсолнечного масла и добавьте 2-3 капли 1% раствора FeSO<sub>4</sub>. При наличии витамина А появляется ярко-зеленое окрашивание. Повторите опыт с масляным раствором витамина А.

*Реакция с анилиновым реактивом.* В сухую пробирку вносят 5 капель раствора рыбьего жира в хлороформе и добавляют 1 каплю анилинового реактива. При нагревании развивается красная окраска.

*Реакция с раствором брома в хлороформе.* На сухое часовое стекло вносят 1-2 4капли рыбьего жира или масляного раствора витамина D<sub>2</sub>, добавляют (под тягой) 2-3 капли 1% раствора брома в хлороформе, размешивают. Появляется зеленовато-голубое окрашивание.

*Реакция с раствором хлорида сурьмы (V).* Техника выполнения работы: В сухую пробирку к 2 мл витамина D доливают 0,2 мл насыщенного раствора хлорида сурьмы (V). Наблюдается появление желтого окрашивания.

### **Вопросы для контроля знаний**

1. Витамины – это?
2. Классификация витаминов.
3. На какой реакции основано обнаружение витамина В<sub>1</sub> в пищевых продуктах?
4. С помощью какой реакции можно установить наличие витамина В<sub>2</sub>?
5. Какие качественные реакции на витамин А Вы знаете?
6. С помощью, каких качественных реакций можно определить витамин D?

## РАБОТА № 5

### Подсластители.

**Цель работы:** определение качественного состава природных и синтетических подсластителей.

### Материальное обеспечение

*Природные подслащающие соединения:* спиртовка, пробирки, 5% раствор меда, 2н. раствор NaOH, 0,2н. раствор CuSO<sub>4</sub>, 0,5% раствор глюкозы, 0,2 н. раствор AgNO<sub>3</sub>, 2 н. NH<sub>4</sub>OH.

*Качественное определение наличия фруктозы:* спиртовка, пробирки, 5% раствор меда, 0,5% раствор глюкозы, 0,5% раствор фруктозы, свежеприготовленный раствор Селиванова (0,05%) раствор резорцина в 20% соляной кислоте).

*Синтетические подсластители и ароматизаторы:* водяная баня, спиртовка, пробирки, 10% раствор NaOH, 1% раствор CuSO<sub>4</sub>, 0,2% раствор нингидрина, концентрированная азотная кислота, 0,5% раствор аспартама.

### Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика подсластителей.
2. Классификация подсластителей.
3. Санитарные требования использования подсластителей.

### Краткие теоретические сведения

Подсластители — вещества, используемые для придания сладкого вкуса. Широко используются натуральные и синтетические вещества для подслаживания пищевых продуктов, напитков, лекарственных средств.

Интенсивные подсластители в десятки и сотни раз слаще сахара. С их помощью можно производить низкокалорийные диетические продукты, полностью или частично лишенные легкоусвояемых углеводов. Интенсивные подсластители могут использоваться в производстве продуктов для больных сахарным диабетом.

При выборе подсластителя для продуктов с длительным сроком годности следует обращать внимание на его стабильность при хранении. Как правило, при длительном хранении интенсивные подсластители медленно разлагаются на составляющие, безвредные для человека, но несладкие.

Дозировку интенсивных подсластителей рассчитывают, исходя из ориентировочных коэффициентов сладости, а затем уточняют по результатам дегустации. Замена сахара подсластителем может быть как полной, так и частичной.

*Синтетические (интенсивные) подсластители и их смеси.*  
Интенсивные подсластители — вещества несахарной природы, которые в десятки и сотни раз слаще сахара. Они могут быть натуральными или синтетическими. Среди натуральных подсластителей наиболее известны тауматин (Е 957) и стевииозин.

Синтетические интенсивные подсластители представлены сахарином и цикламатами (этоподсластители «старого» поколения), а также «новыми», к которым относятся аспартам, сукралоза, ацесульфам калия.

*Синтетические интенсивные подсластители* применяются в производстве молочных продуктов (йогуртов, мороженого, творожных продуктов ит. п.), хлебобулочных изделий, печенья, жевательной резинки, майонезов, кетчупов, соусов, напитков, при консервировании фруктов и овощей — то есть везде, где может быть использован сахар.

## Задания

### **Задания 1.** Природные подслащивающие соединения.

Для установления наличия глюкозы - в большую пробирку поместите 0,5 мл раствора натурального подслащивающего продукта (меда) и 6-8 капель 2н. NaOH. Затем по каплям добавляйте 0,2н. раствор CuSO<sub>4</sub>, пока не прекратится его растворение. Осторожно нагрейте пробирку на спиртовке. Голубой не растворимый в воде осадок гидрата окиси меди постепенно переходит в желтый, а затем в красный осадок закиси меди. Аналогичный опыт проделайте с 0,5% раствором глюкозы.

В большую пробирку поместите 3 капли 0,2 н. раствора AgNO<sub>3</sub>, 5 капель 2 н. NaOH и добавляйте по каплям 2 н. NH<sub>4</sub>OH до полного растворения образующегося осадка. Полученный бесцветный раствор — аммиачный раствор гидрата окиси серебра.

Затем к аммиачному раствору гидрата окиси серебра добавьте 3-4 капли раствора меда и слегка подогрейте на спиртовке. Аналогичный опыт проделайте с 0,5% раствором глюкозы.

### **Задание 2.** Качественное определение наличия фруктозы.

В первую пробирку вносят 10 капель 5% раствора меда, во вторую - 0,5% раствора фруктозы, в третью пробирку — 10 капель 0,5%-го раствора глюкозы. Во все пробирки добавляют в равных объемах свежеприготовленный реактив Селиванова (0,05% раствор резорцина в 20% соляной кислоте). Осторожно нагрейте на спиртовке. В пробирках с медом и фруктозой постепенно возникает красное окрашивание. На первой стадии образуется оксиметилфурфурол, который во второй стадии, конденсируясь с резорцином, дает красное окрашивание.

### **Задание 3.** Синтетические подсластители и ароматизаторы.

К 1 мл раствора аспартама прибавляют 1 мл 10% раствора едкого натрия и 2 капли 1% раствора сернокислой меди. В присутствии белков и пептидов (начиная с трипептидов) появляется розово-фиолетовое окрашивание. Реакция основана на образовании хелатного (внутрикомплексного) соединения ионов меди (II) с двумя пептидными связями.

К 5—10 каплям раствора аспартама добавляют 6—10 капель 0,2% раствора нингидрина. Нагревают до кипения на водяной бане. Появляется фиолетово-синее окрашивание за счет образования продукта конденсации нингидрина с аминокислотой. Запишите в тетрадь две стадии уравнения этой реакции. Сделайте вывод.

К 0,5 мл раствора аспартама прибавляют 5—6 капель концентрированной азотной кислоты. Осторожно нагревают. При наличии в растворе циклических аминокислот или белков, в которых присутствуют эти аминокислоты, появляется желтое окрашивание за счет нитрования бензольного кольца. Запишите в тетрадь уравнение реакции нитрования фенилаланина, сделайте вывод.

### **Вопросы для контроля знаний**

1. Что такое «подслащивающие вещества» (подсластители)?
2. На какие группы веществ подсластители можно разделить?
3. Какие природные подсластители Вам известны?
4. Какие синтетические подсластители Вам известны? В чем причина их широкого применения в пищевой технологии?

### **РАБОТА № 6**

#### **Вещества, изменяющие физико-химические свойства и структуру пищевых продуктов**

**Цель работы:** исследование качественного состава некоторых гелеобразователей.

#### **Материальное обеспечение**

Весы, термостат, холодильник, мерные колбы, цилиндры, пипетки; желатин сухой (крахмал), дистиллированная вода, буферные растворы с молярной концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (рН 2,0-10,0).

#### **Вопросы для подготовки**

1. Общая характеристика гелеобразователей.

## 2. Санитарные требования использования гелеобразователей.

### Краткие теоретические сведения

Гелеобразователи — это соединения, придающие конечному продукту свойства геля (т.е. структурированной высокодисперсной системы с жидкой дисперсионной средой, заполняющей каркас, который образован частицами дисперсной фазы), а так же позволяют получать пищевые продукты с нужной консистенцией, улучшают и сохраняют структуру продуктов, оказывая при этом положительное влияние на вкусовое восприятие. Благодаря способности связывать воду гелеобразователи стабилизируют дисперсные системы: суспензии, эмульсии, пены.

Гель (желе) представляют собой дисперсную систему, при этом дисперсионной средой является жидкость. В пищевых системах это обычно вода, и гель носит название гидрогеля. Дисперсной фазой является желеобразователь, полимерные цепи которого образуют поперечно сшитую сетку. Вода в такой системе физически связана и теряет подвижность. Следствием этого является изменение консистенции пищевого продукта. Структура и прочность пищевых гелей, полученных с использованием разных гелеобразователей, могут сильно различаться.

Молекулы гелеобразователя связаны в трёхмерную сетку и тоже не обладают той подвижностью, которая есть у молекул загустителя в высоковязких растворах. Чёткое разграничение между гелеобразователями и загустителями, однако, невозможно. Обе группы веществ представляют собой макромолекулы с гидрофильными группами, которые вступают в физическое взаимодействие с имеющейся в продукте водой.

Структура и прочность пищевых гелей могут сильно различаться, например «нежный» эластичный желатиновый гель совсем не похож на «короткий» ломкий непрочный каррагинановый. За исключением желатина (животный белок), гелеобразователи являются углеводами (полисахаридами) растительного происхождения, растительными гидроколлоидами. Их получают из наземных растений или водорослей.

По химической природе гелеобразователи являются кислыми полисахаридами с остатками серной кислоты. Гель практически является закреплённой формой коллоидного раствора, золя. Для превращения золя в гель необходимо, чтобы между распределёнными в жидкости молекулами начали действовать силы, вызывающие межмолекулярную сшивку.

Это может происходить по-разному:

- снижением количества растворителя за счёт испарения;
- понижением растворимости распределённого вещества за счёт химического взаимодействия;
- добавкой веществ, способствующих образованию связей и поперечной сшивке;



- изменением температуры и регулированием величины рН.

Гелеобразователи - начало желирования сопровождается замедлением броуновского движения частиц дисперсной фазы (возрастанием вязкости), их гидратацией и образованием полимерной сетки.

### Задания

**Задания 1.** Определение гелеобразующей способности пищевой добавки.

Навеску желатина сухого 20 г помещают в мерную колбу на 100 см<sup>3</sup> и заливают 50 см<sup>3</sup> дистиллированной воды с температурой 40<sup>0</sup>С, настаивают 30-40 мин для полного набухания. Затем раствор доводят до метки дистиллированной водой. Полученный раствор используют в качестве основного.

Исследование гелеобразующей способности растворов желатина проводят в зависимости от температуры и рН.

Из основного раствора желатина путем разведения готовят растворы с массовой долей желатина 0,5; 1; 5; 10 и 20 % объемом по 100 см<sup>3</sup>.

10 см<sup>3</sup> свежих растворов с разной массовой долей желатина выдерживают в течение 30-60 мин при разных температурах.

Таблица 3- Массовая доля желатина в растворе.

Температура, °С	Массовая доля желатина в растворе, %				
	0,5	1	5	10	20
0					
20					
40					
Температура, °С	рН				
	2,0	1,0	5,0	10,0	20,0
0					
20					
37					

При исследовании гелеобразующей способности в зависимости от рН среды - к 5 см<sup>3</sup> раствора желатина с массовой долей желатина 20 % прибавляют 5 см<sup>3</sup> буферного раствора с разными значениями рН и выдерживают при разных температурах в течение 30-60 мин. Образование гелей фиксируют визуально.

### Вопросы для контроля знаний

1. Гелеобразователи: определение, классификация.
2. Свойства гелеобразователей.
3. Основные виды модификации крахмалов, свойства модифицированных крахмалов.
4. Гелеобразователи белковой природы.

5. Функции гелеобразователей.
6. Технологические функции эмульгаторов в пищевых системах.
7. Применение гелеобразователей в пищевых технологиях.
8. Факторы, влияющие на гелеобразующую способность желатина.

## РАБОТА № 7

### Разрыхлители.

**Цель работы:** определение качественного состава разрыхлителей.

### Материальное обеспечение

Весы, коническая колба на 250 см<sup>3</sup>, бюретка; 1н раствор соляной или серной кислоты, 0,1 % раствор метилового оранжевого, гидрокарбонат натрия.

### Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика разрыхлителей.
2. Классификация разрыхлителей.
2. Санитарные требования использования разрыхлителей.

### Краткие теоретические сведения

Разрыхлители разделяют на 2 группы: 1) биохимические – прессованные, жидкие, сухие дрожжи, хлебные закваски. 2) Химические – гидрокарбонат натрия, карбонат аммония.

*Химические разрыхлители:* применяют в кондитерском, иногда в хлебопекарном производстве при выработке изделий с высоким содержанием сахара и жира. Применение в этих условиях хлебопекарных дрожжей не представляется возможным, т. к. высокое осмотическое давление в среде с сахаром приводит к их плазмолизу.

Гидрокарбонат натрия (сода пищевая). Кристаллический порошок снежно-белого цвета, без запаха, с солоноватым слабощелочным вкусом, растворимый в воде. Растворимость зависит от температуры воды. В составе препарата должно содержаться не менее 98,5% гидрокарбоната натрия и не более 1% влаги. Солей аммония, тяжелых металлов, мышьяка в нем не должно быть. При нагревании разлагается:



Гидрокарбонат натрия получают из раствора карбоната натрия при насыщении его диоксидом углерода:



Полученный осадок гидрокарбоната натрия отфильтровывают, промывают ледяной водой, сушат в токе горячего воздуха, измельчают и упаковывают.

2) Карбонат аммония. Белый мелкозернистый порошок с сильно выраженным запахом аммиака. Содержание аммиака – 28-35%, нелетучих веществ – не более 0,02%, хлоридов – не более 0,001. % При соотношении препарата и воды 1:5 он полностью растворим. Получают в результате взаимодействия аммиака с диоксидом углерода и парами воды. При нагревании карбоната аммония он разлагается с образованием аммиака, диоксида углерода и воды:



При использовании химических разрыхлителей тесто разрыхляется газами, образующимися при их разложении. В производстве кондитерских изделий применяют совместно два вещества: карбонат аммония (0,6-1кг/т) и гидрокарбонат натрия (5-7 кг/т).

*Биохимические разрыхлители:* 1) Хлебопекарные дрожжи – неподвижные одноклеточные микроорганизмы округлой формы 3-10 мкм, отсутствуют органы питания, питаются через проницаемую оболочку вследствие разности концентраций между окружающей средой и клеткой. Химический состав: вода- 68-83% - влажность. В среднем в сухом веществе хлебопекарных дрожжей содержится (в %): белка – 50, углеводов – 40,8, жиров – 1,6, золы – 7,6. Азотсодержащие вещества – 50% сухих веществ, больше 60 – белковые вещества. Среди них много нуклеиновых кислот – нуклеопротеиды, 2/3 белковые в-ва – полноценные, 1/3 – небелковый азот – глутатион, -SH-, активируют протеиназы. Углеводы – до 40% сухого вещества, служат источником энергии, входят в состав клетки.

### Задания

**Задание 1.** Определение массовой доли карбоната натрия в гидрокарбонате.

Навеску гидрокарбоната натрия массой 2 г переносят в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, растворяют в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, вносят несколько капель раствора метилового оранжевого и титруют 1н раствором соляной или серной кислоты до изменения цвета раствора от желтого до розово-оранжевого.

Предварительно рассчитывают общую щелочность (%) на сухое вещество

$$\text{Щ} = V \cdot 0,084 \cdot 100 / m (100-B), \quad (2)$$

где V – объем 1н раствора соляной (серной) кислоты, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

0,084 – количество гидрокарбоната натрия, соответствующее 1 см<sup>3</sup> 1н раствора кислоты, г;

m - масса навески исследуемой пробы, г;

B – массовая доля влаги, %

Массовая доля карбоната натрия в пересчете на сухое вещество ( %) рассчитывается по формуле:

$$У = 0,631(Щ - В), \quad (3)$$

где 0,631 – коэффициент пересчета гидрокарбоната натрия на карбонат натрия.

### **Вопросы для контроля знаний**

1. Разрыхлители – это?
2. Общая характеристика разрыхлителей.
3. Классификация разрыхлителей.
4. Санитарные требования использования разрыхлителей.

## Рекомендуемая литература

1. Авилова И.А., Беляев А.Г., Бывалец О.А., Потребва Е.Ю., Чугунов С.А. Современные физико-химические методы анализа сырья и пищевых продуктов [Текст]: учебное пособие / И.А. Авилова, А.Г.Беляев, О.А. Бывалец, Е.Ю. Потребва, С.А.Чугунов.- Изд-во «Перо». – Курск, 2014.- 166 с.
2. Артеменко А.И. Органическая химия [Текст]: учебное пособие/ А.И. Артеменко 7-е, стер.-М.: Высшая школа, 2009.-559с.
3. Дмитриев А.Д., Амбросьева Е.Д. Биохимия. [Текст]: учебное пособие / А.Д. Дмитриев, Е.Д. Амбросьева. - Москва .2012 – 168 с.
4. Вольхин В.В. Общая химия. Избранные главы. [Текст]: учебное пособие / В.В. Вольхин.- 2-е изд., переб. И доп.-СПб.:Лань, 2008.-384с.
5. Беляев А.Г., Чугунов С.А., Потребва Е.Ю. Основы микробиологии [Текст]: учебное пособие / А.Г.Беляев, Е.Ю. Потребва, С.А.Чугунов.- Юго-Зап. гос. ун-т.- Курск, 2015.-176 с.
6. Неверова О.А. Пищевая биотехнология продуктов питания из сырья растительного происхождения [Текст]: учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Поздняковский. – Новосиб. унив. изд., 2007.- 415.
7. Сырьевые компоненты в технологии продуктов питания: [Электронный ресурс]: методические указания к проведению лабораторных работ / ЮЗГУ; сост.: И.А. Авилова, А.Г. Беляев, О.А. Бывалец. - Курск: ЮЗГУ, 2014. - 32 с.