

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Мурманский государственный технический университет»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Пищевые и биологически активные добавки»

для направлений

19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»

Институт: естественно-технологический
Кафедра: технологий пищевых производств
Квалификация выпускника - бакалавр

Все формы обучения

Мурманск 2021

Методические указания разработал – Дубровин Сергей Юлианович профессор кафедры технологий пищевых производств, кандидат технических наук, Петров Борис Федорович профессор кафедры технологий пищевых производств, кандидат технических наук.

Рецензент: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Пищевые и биологически активные добавки» составлены в соответствии с требованиями рабочей программы. МУ включают цели и задачи, реализуемые при выполнении лабораторных работ, порядок их проведения, методики определения показателей и вопросы для самоконтроля.

МУ изложены логично и могут быть рекомендованы к использованию в учебном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» (квалификация - бакалавр) по дисциплине «Пищевые и биологически активные добавки».

_____ М.А.Ершов

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологий пищевых производств «26» сентября 2020 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ТПП,
профессор

_____ В.А. Гроховский

Оглавление

Лабораторная работа № 1.....	4
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ.....	4
Теоретические сведения.....	4
Порядок выполнения работы.....	6
Вопросы для самоконтроля.....	14
Лабораторная работа № 2.....	16
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА И ДОЗИРОВОК АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ И СИНЕРГИСТОВ НА КАЧЕСТВО ЖИРОВ (МАСЕЛ) ПРИ ХРАНЕНИИ.....	16
Теоретический материал.....	16
Порядок выполнения работы.....	19
Вопросы для самоконтроля:.....	22
Лабораторная работа № 3.....	23
ИЗУЧЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК.....	23
Общие методические указания.....	23
Рекомендуемая литература:.....	25
Вопросы для самоконтроля:.....	25
Лабораторная работа № 4.....	26
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЦЕННОСТИ БЕЛКОВ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИПИДОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ.....	26
Общие методические указания.....	26
Теоретические сведения.....	26
Рекомендуемая литература:.....	30
Вопросы для самоконтроля:.....	30
Лабораторная работа № 5.....	36
ИЗУЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МАРКИРОВКЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК.....	36
Теоретические сведения.....	36
Общие методические указания.....	39
Рекомендуемая литература:.....	40
Вопросы для самоконтроля:.....	40
Лабораторная работа № 6.....	41
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	41
Теоретический материал.....	41
Порядок выполнения работы.....	44
Рекомендуемая литература:.....	48
Контрольные вопросы.....	48

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Цели работы:

1. Изучить нормативную документацию по контролю качества поваренной соли.
2. Изучить суть и освоить методы определения качества поваренной соли.

Задачи работы:

1. Определить показатели качества пробы поваренной соли в соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе.
2. Сделать вывод о соответствии качества пробы поваренной соли требованиям нормативной документации.

Теоретические сведения

Поваренная соль представляет собой природный хлорид натрия с очень незначительной примесью других солей. Она хорошо растворяется в воде, в 100 частях воды при 20 °С растворяется 35,6 части поваренной соли. С повышением температуры ее растворимость повышается, но весьма незначительно. В спирте и многих органических растворителях соль нерастворима. Чистый хлорид натрия негигроскопичен, поваренная соль же вследствие содержания в ней хлоридов кальция и магния - гигроскопична. При относительной влажности воздуха 75% начинается поглощение влаги солью, и это является порогом гигроскопичности.

Кристаллы хлорида натрия прозрачны, однако, в мелкораздробленном виде соль имеет белый цвет. Находящиеся в ней примеси придают ей различные оттенки. Соль не обладает запахом.

Поваренную соль добывают различными способами. В зависимости от этого различают соль каменную, самосадочную, садочную и выварочную.

Каменная соль залегает мощными пластами на большой глубине и добывается горным способом путем устройства шахт. Добытая соль размалывается и просеивается для сортировки по размеру зерен. Она отличается высокой степенью чистоты и малым содержанием влаги.

Самосадочная соль находится в виде пластов на дне соленых озер. Летом, когда озера высыхают, ее легко добывать технически. Этот вид соли является основным.

Садочная (или бассейновая) соль получается из естественных или искусственных соленых водоемов путем выпаривания или вымораживания, при этом вследствие пересыщения раствора соль выпадает в осадок. Этот вид соли добывается в незначительных количествах.

Выварочная соль получается путем выпаривания из рассолов, добываемых прокачиванием воды через подземные залежи соли. Полученные рассолы содержат до 30% хлористого натрия и примеси иных солей, которые удаляют в результате химической очистки. Затем рассол уваривают под вакуумом для кристаллизации соли, которую центрифугируют, высушивают и просеивают. Наиболее чистой является выварочная соль.

Для районов страны, где в питьевой воде содержится недостаточное количество йода, в целях профилактики эндемического зоба выпускают йодированную соль с добавлением 25 г йодистого калия на 1 т соли, а для его стабилизации во все сорта, кроме сорта «Экстра», вводят тиосульфат натрия в количестве 250 г на 1 т.

Пищевую поваренную соль согласно ГОСТ Р 51574 «Соль поваренная пищевая. Технические условия» подразделяют следующим образом:

- по способу производства - выварочная, каменная, садочная и самосадочная;
- по способу обработки - с добавками и без добавок;
- по качеству - экстра, высшего, первого и второго сортов;
- по гранулометрическому составу - размером частиц для сорта "экстра" и помолов № 0, № 1, № 2, № 3.

В основу деления соли по сортам положена чистота соли и крупность ее частиц. По сортам выпускается соль «Экстра», высшего, I и II сортов. По крупности помола различают помол № 0, являющийся самым мелким, а так же № 1, 2 и 3.

По органолептическим показателям цвет соли «Экстра» и высшего сорта должен быть белым, а у I и II - белым с возможными оттенками: сероватым, голубоватым или желтоватым. Запах соли определяют непосредственно после растирания навески 20 г в чистой фарфоровой ступке. В холодное время года соль перед растиранием выдерживают в закрытом сосуде 10 - 15 мин при температуре 20 °С. Запах у соли должен отсутствовать. Для определения вкуса, который должен быть чисто соленым, готовят 5%-ный раствор соли в дистиллированной воде, имеющий температуру 15 – 25 °С. В соли не должны содержаться заметные глазу посторонние примеси.

Соль поваренная и лечебно-профилактическая по показателям безопасности должны соответствовать ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

От количества примесей в соли в значительной мере зависит качество готового соленого продукта. Если в поваренной соли содержатся хлориды и сульфаты кальция и магния, то они уменьшают скорость проникновения соли в мышечную ткань и увеличивают продолжительность последующего вымачивания. Хлорид магния и другие включения способствуют более быстрому увлажнению поверхности высушенной соленой рыбы. Влажная поверхность рыбы является хорошей средой для роста бактерий и плесени («розовая» и «коричневая» плесень).

Хлористые кальций и магний быстрее растворяются, чем хлористый натрий, проникают в мышцы, уплотняют их и замедляют, таким образом, проникновение хлористого натрия в рыбу. Соленая рыба приобретает горьковатый привкус. Присутствие в соли сернокислого магния ($MgSO_4$) в очень малых количествах (0,1 - 0,2 % к сухой соли) ускоряет проникновение соли в рыбу, но при большом содержании сернокислого магния диффузия, напротив, замедляется. При наличии в соли больших количеств хлористого кальция соленая рыба получается сухой, несочной. Примеси кальция и магния вызывают увеличенное образование аминокислот в соленых рыбопродуктах при их созревании, причем кальций оказывает более резкое влияние, чем магний. При содержании солей кальция и магния более 1 % поваренная соль непригодна для посола рыбы. Присутствие сернокислого натрия не оказывает заметного влияния на образование аминокислот в процессе созревания соленой рыбы.

В процессе посола чистой солью мясо рыбы приобретает желтоватый оттенок и более мягкую консистенцию. Если посол производился солью с наличием солей кальция и магния, то рыба имеет более светлый оттенок и более жесткую консистенцию. Однако при повышенных концентрациях солей кальция и магния в поваренной соли продукт приобретает после посола привкус горечи. Образование более жесткой консистенции мяса рыбы с содержанием солей кальция и магния можно объяснить следующим. Двухвалентные ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} более активно взаимодействуют с белками, чем одновалентные ионы Na^+ и Cl^- . В результате взаимодействия двухвалентных ионов кальция и магния с белками последние денатурируют. Вследствие денатурации белков уменьшается их водоудерживающая способность, они теряют влагу, мясо уплотняется, уменьшается выход готовой продукции.

К основным консервирующим факторам поваренной соли следует отнести следующие: плазмолиз бактериальной клетки, высаливание и денатурация белков протоплазмы микробной клетки. Блокирование хлористым натрием молекул тканей белка.

Плазмолиз бактериальной клетки происходит при определенной концентрации соли, которая, в свою очередь, обеспечивает высокую разность осмотических давлений между средой и бактериальной клеткой. Хлористый натрий является сильным электролитом. Это вызывает денатурацию белков протоплазмы микробных клеток, что замедляет жизнедеятельность микроорганизмов. Ионы хлористого натрия вступают также во взаимодействие с белками тканей и блокируют их, снижая доступность для ферментов. Одновременно снижается активность самих ферментов, которые имеют белковую природу.

Поваренная соль как консервант обладает слабым консервирующим действием. Она оказывает лишь бактериостатическое действие на микрофлору.

Большинство видов микрофлоры, вызывающей порчу, обычно погибает при концентрации соли выше 6...8 % (по сырой массе рыбы), однако медленно растущая группа бактерий может успешно развиваться в диапазоне концентраций соли 6...12 %. Галофильные бактерии продолжают размножаться даже при концентрации соли от 12 до 13 %. Только крепкий посол (больше 14 % соли) ограничивает развитие всей микрофлоры, в том числе и галофильной. Поэтому при изготовлении слабосоленой продукции необходимы дополнительные консервирующие факторы, например, охлаждение.

Обычно применяют соль четырех помолов: 0, 1, 2 и 3. При выборе соли определенного помола руководствуются удельной поверхностью рыбы: чем меньше удельная поверхность, тем более крупный помол должен применяться. Для посола сельди и лососевых рекомендуют соль среднего помола с величиной зерен от 1 до 2,5 мм. Если солить крупную рыбу мелкой солью, то образуется брак - соляной ожог, так как в связи с большой гигроскопичностью мелкой соли происходит быстрое обезвоживание поверхности. Кожа при этом уплотняется, диффузионные свойства поверхностного слоя ухудшаются. Это замедляет процесс диффузии соли внутрь рыбы. Чем мельче соль, тем большее ее количество удерживается поверхностью рыбы (в % от массы рыбы): кристаллы соли величиной 1...2 мм удерживаются на поверхности рыбы в количестве 12...16 %; 2...3 мм - 9...14 %; 3...4 мм - 8...13 %.

В последние годы установлено отрицательное воздействие на организм человека чрезмерного употребления хлористого натрия, поэтому ученые пытаются найти заменители хлористого натрия. Например, Всемирная организация здравоохранения обсудила возможность замены поваренной соли солями калия и аммония. В Японии выпущен препарат «Силвин», основным компонентом которого служит хлористый калий, получаемый из сложной соли кархолита, добываемой в странах Европы, Канаде, США, России. Препарат хорошо растворяется в воде, почти не растворяется в этаноле и имеет вкус, близкий к вкусу поваренной соли. Состав препарата «Силвин» следующий: вода 0,1%, хлорид натрия 0,06 %, хлорид калия 99,8 %. В Японии так же разработан способ посола рыбы и других морепродуктов с применением препарата яблочной кислоты. Препарат придает продуктам соленый вкус и предохраняет от порчи, а расход поваренной соли ниже, чем при традиционном посоле. Известны следующие посольные смеси, состоящие из хлоридов кислот или их солей, разработанные в ряде стран: 40...38 % хлорида натрия + 1...20 % сахарозы + 0,3... 1,5 % соли адипиновой кислоты + 10 % глутамината калия + 0,15...5 % фосфата калия - США; до 20 % хлорида натрия + 35...50 % хлорида калия + 18...35 % фосфата калия однозамещенного + 4... 10 % глутамината калия + 1...5 % автолизата дрожжей + 0,2... 10 % пряностей - Германия; 30...80 % хлорида натрия + 20... 70 хлорида калия + 0,2 % хлорида магния или кальция - Япония; 2 % глутамината магния + 55 % хлорида калия + 43% цитрата калия - Венгрия; 73 % хлорида натрия + 25 % хлорида калия + 2 % сахара, лимонной кислоты и бензоата натрия - Россия.

Порядок выполнения работы

Отбор проб

Отбор проб для проведения испытаний и определение органолептических показателей производят по ГОСТ Р 52482.

Точечные пробы отбирают щупом или пробоотборниками, обеспечивающими сохранность гранулометрического состава соли. Массу соли определяют взвешиванием на весах по ГОСТ 24104. Отобранные пробы смешивают для получения объединенной пробы. Объединенную пробу сокращают для получения средней пробы. Среднюю пробу делят на две части: арбитражную (на случай возникновения разногласий в оценке качества соли) и контрольную для испытаний (анализов).

Определение органолептических показателей

Определение внешнего вида, цвета, вкуса и запаха

Оборудование, материалы: весы лабораторные; щуп для отбора пробы соли; стакан химический, вместимостью 200 см³; фарфоровая ступка; вода дистиллированная.

Проведение испытания

Внешний вид и цвет соли определяют визуально при рассеянном свете. Для исследования берется неизмельченная проба массой $0,5 \pm 0,1$ кг. Соль рассыпается тонким слоем на чистый лист бумаги или на предварительно очищенную поверхность размерами 500x500 мм. Вкус соли определяют по вкусу ее водного раствора с массовой долей 5 %.

Для приготовления раствора соль массой 5,00 г растворяют в 95 см^3 дистиллированной воды с температурой 20 ± 5 °С.

Запах соли определяют непосредственно после растирания ее в чистой фарфоровой ступке.

Масса соли должна быть не менее 20 г.

Результаты органолептических исследований заносят в таблицу 1.1

Таблица 1.1.

Результаты органолептических исследований.

Наименование показателя	Сорт соли		Вывод о соответствии качества исследуемой пробы требованиям нормативной документации
	Характеристика сорта согласно ГОСТ Р 51574	Характеристика исследуемой пробы	
Внешний вид			
Вкус			
Цвет			
Запах			

На основании полученных данных делается вывод о соответствии или не соответствии исследуемой пробы по органолептическим показателям требованиям нормативной документации.

Подготовка проб

Для дальнейших испытаний (анализов) соль высушивают до постоянной массы при температуре 100 ± 5 °С и охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры в течение 1 ч. После охлаждения проба пригодна для определения гранулометрического состава соли и для проведения физико-химических анализов.

Для проведения физико-химических анализов пробу растирают на механических истирателях или вручную в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями 250 мкм.

Определение физических и физико-химических показателей

Определение pH колориметрическим методом

Метод основан на сравнении окраски лакмусовой бумажки, смоченной испытуемым раствором, со шкалой сравнения.

Около 5 г соли растворяют в 15 см^3 дистиллированной воды и опускают в полученный раствор красную или синюю лакмусовые бумажки. Затем наблюдают произошедшие изменения окраски бумажек и соответственно характеризуют реакцию соли в зависимости от изменений окраски бумажек: «кислая по лакмусу», «нейтральная по лакмусу», «слабокислая по лакмусу», «слабощелочная по лакмусу». Соль со слабощелочной и слабокислой реакцией по лакмусу (возможно использование универсального индикатора) считают соответствующей требованиям стандарта.

Определение гранулометрического состава методом ситового анализа

Метод основан на количественном определении фракций, полученных при рассеивании соли на ситах, с последующим вычислением массовой доли каждой фракции.

Оборудование и материалы: весы; шкаф сушильный; кисть мягкая; шпатель; эксикатор; сита с сетками по ГОСТ 6613.

Подготовка к испытанию

Пробу высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 - 110 °С до постоянной массы и охлаждают до комнатной температуры. Отвешивают навеску соли массой 200 г для соли сорта «Экстра», помолов № 1 и 2 и 500 г - для всех остальных видов соли.

Допускается определять гранулометрический состав соли без предварительного высушивания с параллельным определением содержания в ней влаги и последующим пересчетом на сухую массу.

Проведение испытания

Навеску соли количественно переносят на верхнее сито набора и просеивают на механическом анализаторе в течение 15 - 20 мин или вручную встряхиванием.

Остаток на каждом сите, начиная с верхнего, количественно переносят на часовое стекло и взвешивают.

Обработка результатов

Массовую долю остатка на каждом сите после просева (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

где m - масса навески соли, г;

m_1 - масса часового стекла с остатком, г;

m_2 - масса часового стекла, г.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,1 %.

Определение физических и физико-химических показателей

Определение содержания влаги

Оборудование и материалы: весы аналитические; шкаф сушильный; эксикатор.

Проведение испытания

Метод основан на высушивании взвешенной пробы соли и определении потери массы при высушивании.

В предварительно высушенную и взвешенную бюксу помещают навеску средней пробы около 10 г и взвешивают с точностью до 0,001 г. Высушивание соли производят в сушильном шкафу при 140-150 °С до постоянной массы. Первое взвешивание производят через час после помещения в шкаф, последующие - через каждые 30 мин. Соли «Дробленка» и «Зерновая» перед взятием навески для определения влажности измельчают до размера зерна не более 5 мм.

Содержание влаги (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{M} \cdot 100,$$

где m_1 - масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 - масса бюксы с навеской после высушивания, г; M - масса навески соли до высушивания, г.

Определение массовой доли не растворимого в воде остатка

Метод основан на растворении заданного количества пробы соли в воде, фильтровании полученного раствора, сушке и взвешивании нерастворимого остатка.

Оборудование, материал и реактивы: весы; баня водяная; колбы мерные, вместимостью 500 см³; стаканы стеклянные лабораторные, вместимостью 300 см³; стекла часовые; капельницы лабораторные стеклянные; фильтры беззольные; шкаф сушильный; бюксы стеклянные диаметром 45 - 50 мм, высотой 40 - 50 мм, водный раствор $AgNO_3$ около 0,5 %; вода дистиллированная.

Проведение испытания

От аналитической пробы отбирают и взвешивают в предварительно высушенную и взвешенную бюксу навеску поваренной соли массой 10 г, количественно переносят в стакан вместимостью 300 см³ и добавляют 150—200 см³ горячей дистиллированной воды. При испытании соли сорта «Экстра» масса навески должна быть не менее 50 г.

Полученный раствор накрывают часовым стеклом и выдерживают на кипящей водяной бане 30 мин. Раствор охлаждают до температуры 20 – 25 °С и фильтруют в мерную колбу через беззольный фильтр, предварительно высушенный при температуре 100 – 105 °С, охлажденный в эксикаторе и взвешенный.

Оставшиеся в стакане не растворившиеся вещества переводят при помощи струи дистиллированной воды на фильтр. Осадок на фильтре промывают горячей водой до отрицательной реакции на ион хлора (проба с азотнокислым серебром). Раствор в колбе интенсивно перемешивают и доводят водой до метки. Полученный раствор хранят для дальнейших испытаний.

Фильтр с нерастворимым остатком переносят в бюксу и высушивают при температуре 100 - 105 °С до постоянной массы. Первое взвешивание проводят через 1 час после помещения осадка в шкаф, последующие - через 0,5 ч. Сушку считают законченной, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,0002 г.

Обработка результатов

Массовую долю не растворимых в воде веществ (X) в процентах, в пересчете на сухое вещество, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - X_1)},$$

где m - масса навески соли, г; m_1 - масса бюксы с фильтром и не растворимым в воде остатком, г; m_2 - масса бюксы с фильтром без остатка, г; X_1 - массовая доля влаги, определенная по п. 2.2.4.

За окончательный результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,1 % при массовой доле нерастворимого остатка до 1 %, 0,25 % - при массовой доле нерастворимого остатка от 1,1 до 3 % и 0,3 % - при массовой доле нерастворимого остатка свыше 3 %.

Определение содержания ионов кальция

Метод основан на способности ионов кальция образовывать окрашенный комплекс с трилоном «Б» в присутствии индикатора мурексида.

Оборудование, материалы и реактивы: весы; баня водяная; колбы мерные вместимостью 500 см³; стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 300 см³; стекла часовые; капельницы стеклянные лабораторные; бюретки стеклянные вместимостью 25 см³; колбы конические вместимостью 300 см³; пипетки стеклянные вместимостью 5, 50 см³; вода дистиллированная; натрий хлористый; натрия гидроокись 2 М раствор; трилон «Б» 0,05 н.

Проведение испытания

Для определения испытания из фильтрата, полученных при определении нерастворимых в воде веществ, отбирают 50 см³ раствора, переносят в коническую колбу вместимостью 250 см³, прибавляют 5 см³ 2 н раствора гидроокиси натрия и 2-3 мг смеси мурексида с хлористым натрием до появления красного окрашивания.

Полученный раствор титруют 0,05 н раствором трилона «Б» до перехода окраски от красного до фиолетового цвета, при титровании содержимое колбы интенсивно взбалтывают.

Содержание кальция (X) в поваренной соли в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{v_1 \cdot k \cdot 0,001002 \cdot 500 \cdot 100}{m \cdot v},$$

где v_1 - объем раствора трилона «Б», израсходованный на титрование, см³; k - коэффициент нормальности для 0,05 н раствора трилона «Б»; 500 - общий объем исходного раствора, см³; m - навеска соли в пересчете на сухое вещество, г; v - объем раствора, взятый для титрования, см³; 0,001002 - количество кальция, соответствующее 1 см³ точно 0,05 н раствора трилона «Б», г.

Определение содержания ионов магния

Метод основан на способности ионов кальция и магния образовывать окрашенный комплекс с трилоном «Б» в присутствии кислотного хром темно-синего в качестве индикатора и последующем пересчете на содержание иона магния.

Оборудование, материалы и реактивы: бюретки стеклянные вместимостью 5 см³; колбы конические вместимостью 250 см³; пипетки стеклянные вместимостью 5, 50 см³; раствор трилона «Б» с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/дм³; хром темно-синий кислотный (индикатор); аммиачно-буферный раствор.

Проведение испытания

Пипеткой отбирают 50 см³ фильтрата, полученного при определении нерастворимых в воде веществ, и переносят в коническую колбу вместимостью 250 см³, затем прибавляют 5 см³ аммиачно-буферного раствора, 5 капель индикатора хром темно-синего и титруют 0,5 н раствором трилона «Б» при интенсивном взбалтывании до перехода окраски от винно-красной до синей.

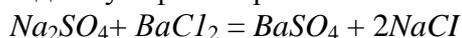
Содержание магния (X) в поваренной соли в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(v_1 - v_2) \cdot k \cdot 0,000608 \cdot 500 \cdot 100}{m \cdot v},$$

где v_2 - объем раствора трилона «Б», израсходованного на титрование суммы кальция и магния, см³; v_1 - объем раствора трилона «Б», израсходованного на титрование кальция, см³; k - коэффициент нормальности для 0,05 н раствора трилона «Б»; 500 - общий объем исходного раствора, см³; m - навеска соли в пересчете на сухое вещество, г; 0,000608 - количество кальция, соответствующее 1 см³ точно 0,05 н раствора трилона «Б», г; v - объем раствора, взятый для титрования, см³.

Определение содержания сульфатов

Метод основан на осаждении сульфатов хлористым барием с последующим взвешиванием осадка сульфата бария.



Оборудование, материалы и реактивы: весы; шкаф сушильный; эксикатор стеклянный; печь муфельная; плитка электрическая с закрытой спиралью; воронки стеклянные; тигли фарфоровые; пипетки стеклянные вместимостью 100 см³; стаканы стеклянные вместимостью 350 см³; стекла часовые диаметром 100 мм; фильтры беззольные; барий хлористый, водный раствор с массовой долей хлористого бария 10 %; кислота соляная, водный раствор с массовой долей соляной кислоты 10 %; вода дистиллированная.

Проведение испытания

Определение содержания сульфатов в поваренной соли проводят весовым методом. Из фильтрата, полученного при определении нерастворимых в воде веществ, отбирают пипеткой 100 см³ и переносят в стакан вместимостью 200 см³, подкисляют 3 каплями 10 % соляной кислоты, нагревают до кипения и приливают (по каплям) при непрерывном перемешивании 5 см³ горячего 10 % раствора хлористого бария. После осаждения стакан накрывают часовым стеклом и выдерживают раствор 4 часа в темном месте. По истечении указанного времени раствор декантируют через плотный фильтр. Осадок в стакане дважды промывают горячей дистиллированной водой, приливая каждый раз по 10 см³. Осадок переводят на

фильтр, промывают горячей дистиллированной водой до отрицательной реакции на ион хлора.

Влажный фильтр с осадком осторожно вынимают из воронки, помещают в предварительно взвешенный маленький тигель. Края фильтра загибают с наружной стороны внутрь с таким расчетом, чтобы погрузить его ниже краев тигля. Тигель с фильтром высушивают в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С, осторожно озоляют на небольшом пламени горелки или в муфельной печи и прокаливают. После охлаждения осадок взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Содержание сульфатов (X) в поваренной соли в процентах вычисляют по формуле:

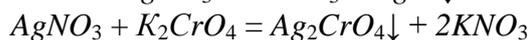
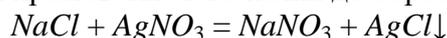
$$X = \frac{0,4114 \cdot (m_1 - m) \cdot 500 \cdot 100}{m_2 \cdot 100},$$

где m - масса тигля, г; m_1 - масса тигля с осадком, г; m_2 - навеска соли, пересчитанная в сухое вещество, г; 500 - общий объем исходного раствора, см³; 100 - объем исходного раствора, взятый для определения сульфат иона, см³; 0,4114 - коэффициент для пересчета сернокислого бария на сульфат ион.

Определение содержания иона хлора

Сущность метода состоит в способности иона хлора образовывать нерастворимый осадок с ионами серебра при титровании. В качестве индикатора используется бихромат калия.

Метод основан на титровании азотнокислым серебром вытяжки продукта в присутствии хромовокислого калия до образования красного окрашивания:



Оборудование, материалы и реактивы: пипетки, вместимостью 25 см³; коническая колба, вместимостью 100 см³; мерная колба, вместимостью 250 см³; бюретка, вместимостью 25 см³; 5 %-ный раствора хромовокислого калия; 0,05 н раствор азотнокислого серебра.

Проведение испытания

Из фильтрата, полученного при определении нерастворимых в воде веществ, отбирают пипеткой 2 см³ и переводят в коническую колбу. Раствор разбавляют дистиллированной водой до 50 см³ и прибавляют 2 капли раствора хромово-кислого калия. Полученный в конической колбе раствор титруют раствором азотно-кислого серебра при энергичном взбалтывании содержимого в колбе до момента перехода окраски в слабый красновато-бурый цвет, не исчезающий при дальнейшем перемешивании. Титрование производят на белом фоне. Из количества миллилитров израсходованного на титрование азотно-кислого серебра вычитают 0,1 см³ (объем раствора азотно-кислого серебра, необходимый для появления уловимой глазом окраски в растворе с индикатором, не содержащем хлора).

Содержание хлора (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{v \cdot k \cdot 0,003546 \cdot 500 \cdot 100}{m_c \cdot 10},$$

где v - объем раствора азотно-кислого серебра, израсходованный на титрование, уменьшенный на 0,1 см³; m_c - масса навески соли, пересчитанная на сухое вещество, г; 0,003546 - количество хлора, соответствующее 1 см³ точно 0,1 н раствора азотно-кислого серебра; k - коэффициент нормальности для 0,1 н раствора азотно-кислого серебра; 500 - общий объем исходного раствора, см³; 10 - объем исходного раствора, взятый для определения хлора, см³.

Пример расчета солевого баланса

Исходные данные для расчета солевого баланса:

- массовая доля ионов кальция Ca²⁺ - 0,5 %;
- массовая доля ионов магния Mg²⁺ - 0,3 %;
- массовая доля сульфат ионов SO₄²⁻ - 2 %;
- массовая доля хлорид ионов Cl⁻ - 60 %.

Пересчет данных анализа, выраженных в процентном содержании отдельных ионов, на солевой состав производится в порядке, указанном в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Порядок пересчета содержания отдельных ионов на солевой состав

Анионы	Катионы		
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺
SO ₄ ²⁻	1	2	3
Cl ⁻	4	5	6

Порядок расчета

1. Сульфат кальция CaSO₄.

а. Сульфат ионы SO₄²⁻ в избытке.

m	x	z ₁
Ca ²⁺	+ SO ₄ ²⁻	CaSO ₄
M ₁ =40,07 8 г/моль	M ₂ =96,066 г/моль	M ₃ =136,444 г/моль

Связанная масса сульфат ионов SO₄²⁻ с ионами кальция Ca²⁺ находится по формуле:

$$x = \frac{m \cdot M_2}{M_1}, \quad x = \frac{0,5 \cdot 96,066}{40,078} = 1,198 \text{ г.}$$

Предположение о том, что сульфат ионы SO₄²⁻ в избытке верно:

$$1,198 \text{ г} > 2,000 \text{ г.}$$

б. Ионы кальция Ca²⁺ в избытке.

y	m	z ₂
Ca ²⁺	+ SO ₄ ²⁻	CaSO ₄
M ₁ =40,07 8 г/моль	M ₂ =96,066 г/моль	M ₃ =136,444 г/моль

Связанная масса ионов кальция Ca²⁺ с сульфат ионами SO₄²⁻ находится по формуле:

$$y = \frac{m \cdot M_1}{M_2}, \quad y = \frac{2 \cdot 40,078}{96,066} = 0,834 \text{ г.}$$

Предположение о том, что ионы кальция Ca²⁺ в избытке не верно, т.к. связанная масса ионов больше общей массовой доли ионов кальция:

$$0,834 \text{ г} > 0,500 \text{ г.}$$

Расчет массы сульфата кальция CaSO₄ ведется по тому иону, который находится в недостатке, но для расчета используем связанную массу в избытке:

$$z_1 = \frac{x \cdot M_3}{M_2}, \quad z_1 = \frac{2 \cdot 136,444}{96,066} = 1,698 \text{ г.}$$

Все ионы кальция Ca²⁺ связаны.

2. Сульфат магния $MgSO_4$.

а. Сульфат ионы SO_4^{2-} в избытке.

m	x	z_1
Mg^{2+}	+ SO_4^{2-}	$MgSO_4$
$M_1=24,31$ г/моль	$M_2=96,066$ г/моль	$M_3=120,376$ г/моль

Остаток свободных сульфат ионов SO_4^{2-} : $2,000 - 1,198 = 0,802$ г.

Связанная масса сульфат ионов SO_4^{2-} с ионами магния Mg^{2+} находится по формуле:

$$x = \frac{m \cdot M_2}{M_1}, \quad x = \frac{0,3 \cdot 96,066}{24,31} = 1,186 \text{ г.}$$

Предположение о том, что сульфат ионы SO_4^{2-} в избытке не верно, т.к. связанная масса ионов больше общей массовой доли ионов:

$$1,186 \text{ г} > 0,802 \text{ г.}$$

б. Ионы магния Mg^{2+} в избытке:

y	m	z_2
Mg^{2+}	+ SO_4^{2-}	$MgSO_4$
$M_1=24,31$ г/моль	$M_2=96,066$ г/моль	$M_3=120,376$ г/моль

Связанная масса ионов магния Mg^{2+} с сульфат ионами SO_4^{2-} находится по формуле:

$$y = \frac{m \cdot M_1}{M_2}, \quad y = \frac{0,3 \cdot 24,31}{96,066} = 0,203 \text{ г.}$$

Предположение о том, что ионы магния Mg^{2+} в избытке верно:

$$0,203 \text{ г} < 0,300 \text{ г.}$$

Расчет массы сульфата магния $MgSO_4$ ведется по тому иону, который находится в недостатке, но для расчета используем связанную массу в избытке:

$$z_2 = \frac{y \cdot M_3}{M_1}, \quad z_2 = \frac{0,203 \cdot 120,376}{24,31} = 1,004 \text{ г.}$$

Все сульфаты связаны.

3. Сульфат натрия Na_2SO_4 . Ионы натрия Na^+ . Натрий в избытке – проверка не требуется.

	x	z
$2Na^+$	+ SO_4^{2-}	Na_2SO_4
	$M_1=96,066$ г/моль	$M_2=120,376$ г/моль

Из общей массы сульфат ионов SO_4^{2-} вычитаем массу ионов SO_4^{2-} , связанную с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} . Все оставшиеся ионы SO_4^{2-} связаны с Na^+ .

Остаток свободных сульфат ионов SO_4^{2-} :

$$x = 2,000 - 1,198 - 0,802 = 0,000 \text{ г.}$$

4. Хлорид кальция $CaCl_2$. Ионы хлора Cl^- . Хлориды в избытке – проверка не требуется.

x	m	z
Ca^{2+}	+ $2Cl^-$	$CaCl_2$

$M_1=40,078$ г/моль	$M_3=35,453$ г/моль	$M_2=110,984$ г/моль
------------------------	------------------------	----------------------

Из общей массы ионов Ca^{2+} вычитаем массу ионов Ca^{2+} , связанную с ионами SO_4^{2-} .
Остаток свободного Ca^{2+} :

$$x = 0,500 - 0,500 = 0,000 \text{ г.}$$

5. Хлорид магния $MgCl_2$.

Массу хлорида магния определяем по формуле:

x	m	z
Mg^{2+}	+2Cl ⁻	$MgCl_2$
$M_1=24,31$ г/моль	$M_3=35,453$ г/моль	$M_2=95,216$ г/моль

Из общей массы ионов Mg^{2+} вычитаем массу ионов Mg^{2+} , связанную с ионами SO_4^{2-} .

Остаток свободного Mg^{2+} :

$$x = 0,300 - 0,203 = 0,097 \text{ г.}$$

Массу хлорида магния $MgCl_2$ определяем по формуле:

$$z = \frac{x \cdot M_2}{M_1}, \quad z = \frac{0,097 \cdot 95,216}{24,31} = 0,381 \text{ г.}$$

Масса ионов хлора Cl⁻, связанная с ионами магния Mg^{2+} рассчитываем по формуле:

$$m = z \cdot \frac{2 \cdot M_3}{M_2}, \quad m = 0,381 \cdot \frac{2 \cdot 35,453}{95,216} = 0,283 \text{ г.}$$

6. Хлорид натрия NaCl. Принимаем, что ионы Na^+ в избытке.

	x	z
Na^+	+Cl ⁻	NaCl
	$M_1=35,453$ г/моль	$M_2=59,443$ г/моль

Из общей массы ионов Cl⁻ вычитаем массу ионов Cl⁻, связанную с ионами Ca^{2+} , Mg^{2+} . Все оставшиеся ионы Cl⁻ связаны с ионами Na^+ .

Остаток свободных ионов Cl⁻: $x = 60,000 - 0,000 - 0,283 = 59,717$ г.

Массу хлорида натрия $NaCl$ определяем по формуле:

$$z = \frac{x \cdot M_2}{M_1}, \quad z = \frac{59,717 \cdot 59,443}{35,453} = 100,125 \text{ г.}$$

Результаты расчета представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Результаты расчета солевого баланса

Соль	Масса, г
Сульфат кальция $CaSO_4$	1,198
Сульфат магния $MgSO_4$	1,004
Сульфат натрия Na_2SO_4	0,000
Хлорид кальция $CaCl_2$	0,000
Хлорид магния $MgCl_2$	0,381
Хлорид натрия NaCl	100,125
Итого	103,208

Таким образом, абсолютная погрешность измерений составила + 3,208 г.

Вопросы для самоконтроля

1. Какими свойствами обладает поваренная соль?
2. Какие существуют виды поваренной соли? Какими способами ее получают?

3. Как влияют свойства поваренной соли на процесс посола?
4. Как проводится качественная оценка соли?
5. Как характеризуется поваренная соль по органолептическим показателям?
6. Как характеризуется поваренная соль по физико-химическим показателям?
7. Для какой цели проводится качественная оценка соли по лакмусу?
8. В чем особенности определения массовой доли влаги в соли?
9. Какое влияние оказывают на качество соли различные примеси?

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА И ДОЗИРОВОК АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ И СИНЕРГИСТОВ НА КАЧЕСТВО ЖИРОВ (МАСЕЛ) ПРИ ХРАНЕНИИ

Цель работы:

1. Изучить свойства антиокислителей и их роль при сохранении качества жиросодержащих продуктов.
2. Исследовать влияние различных антиокислителей на качество жиров при хранении.

Задание:

1. По органолептическим показателям определить качество антиокислителей в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.
2. Определить качество жира по ряду органолептических (запах, цвет), физических (цвет) и химических (пероксидное, альдегидное числа) показателей до внесения антиокислителя в жир и в процессе его хранения.
3. Охарактеризовать влияние вида и дозы антиокислителя на качество жира при хранении.

Теоретический материал

В современной практике торможения процессов окисления липидов, широко используются вещества, называемые антиокислителями. Помимо данного термина могут быть использованы синонимы: антиоксиданты, ингибиторы окисления. Антиокислители – это химические вещества замедляющие процесс окисления пищевых продуктов, защищая, таким образом, жиры и жиросодержащие продукты от накопления токсичных веществ (первичных и вторичных продуктов окисления), предохраняя фрукты, овощи и продукты их переработки от потемнения, замедляя ферментативное окисление вина, пива и безалкогольных напитков. В результате сроки годности этих продуктов увеличиваются в несколько раз.

Антиокислители замедляют процесс окисления путём взаимодействия с кислородом воздуха (не допуская его реакции с продуктом), прерывая реакцию окисления (деактивируя активные радикалы) или разрушая уже образовавшиеся перекиси.

Синергисты антиокислителей – это вещества, не обладающие антиокислительным действием, или являющиеся слабыми антиоксидантами, но усиливающие действие антиокислителей. Как правило, это кислоты (например, аскорбиновая) или комплексообразователи (этилендиаминтетрауксусная кислота). Кислоты являются донорами водорода, необходимого для регенерации антиокислителей, а действие комплексообразователей основано на связывании (переводе в неактивную форму) ионов металлов, катализирующих окисление.

В процессе окисления жировые продукты кроме неприятных органолептических характеристик приобретают определенный уровень токсичности, который зависит от количественного и качественного состава продуктов окисления.

Употребление в пищу жиров содержащих значительное количество пероксидов может привести к серьезным нарушениям, в первую очередь, в биологических мембранах. При воздействии пероксидов на клетки возможно изменение физико-химических свойств мембранных белков и липидов, изменение активности мембранно-связанных ферментов, нарушение проницаемости мембран (в т.ч. для протонов и ионов кальция), ионного транспорта (например, угнетение натриевого насоса), уменьшение электрической стабильности липидного бислоя мембран. Активация перекисного окисления может привести к изменению структуры липопротеинов сыворотки крови и гиперхолестеринемии, нарушению разнообразных процессов клеточного метаболизма практически на всех уровнях.

Токсичными для организма являются не только образующиеся в результате окисления перекиси, но и продукты более глубокого окисления липидов: альдегиды, кетоны, оксикислоты и другие. Карбонильные продукты ингибируют ряд ферментов, подавляют синтез ДНК, увеличивают проницаемость капилляров, модифицируют агрегацию тромбоцитов и проявляют ряд других нежелательных эффектов. Иницирующие окисление и возникающие в

процессе реакции свободные радикалы вызывают повреждение структуры нуклеиновых кислот, прежде всего ДНК, деструкцию нуклеотидных коферментов, нарушения функционирования ферментов (в первую очередь SH-ферментов), ковалентную модификацию различных биомолекул. Следствием избыточной генерации свободных радикалов могут быть патологические изменения свойств сосудов.

Способы торможения процесса окисления липидов, применяемые при производстве жировой продукции можно разделить на физические (понижение температуры хранения, ограничение доступа света, уменьшение количества кислорода в таре) и химические (устранение активаторов окисления, уменьшение степени ненасыщенности липидов, введение антиокислителей).

В соответствии с законом Вант-Гоффа при увеличении температуры системы на каждые 10 градусов скорость химической реакции увеличивается в 2-4 раза, таким образом, понижая температуру хранения жиров и масел, можно существенно снизить скорость процесса окисления. Для ограничения доступа света к жировым продуктам рекомендуется использовать непрозрачную тару, при упаковке сливочного масла и маргарина производители часто используют комбинированные упаковочные материалы, включающие фольгу.

Уменьшение количества кислорода в таре может быть достигнуто применением вакуумирования или путем вытеснения воздуха углекислотой или инертными газами.

Устранения активаторов окисления можно добиться путем исключения контакта жировой продукции с металлами, особенно, имеющими переменную валентность, например, используя стеклянную тару, или, применяя комплексообразователи при изготовлении продукции для удаления ионов металлов.

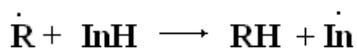
Снижение степени ненасыщенности жирных кислот может быть достигнуто использованием гидрогенизации, которая широко применяется при изготовлении маргаринов.

Использование чужеродных веществ – антиокислителей при изготовлении продуктов питания считается нежелательным. Их применение считается оправданным только в тех случаях, когда желаемый результат - образования более опасных с точки зрения токсикологи продуктов окисления, не может быть достигнут другими методами.

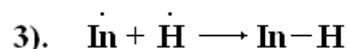
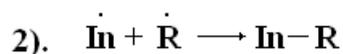
Кроме деления антиокислителей по происхождению на натуральные и синтетические, в настоящее время более часто применяется их классификация по принципу действия. По принципу действия антиокислители делятся на три группы.

Первая группа веществ, предусматривает наличие в молекуле антиокислителя «подвижного» атома водорода, который вступает в химическое взаимодействие со свободными радикалами. Для их обозначения в научной литературе принято обозначение – InH. К этой группе веществ относятся антиокислители фенольного типа.

Антиокислители фенольного типа вступают во взаимодействие со свободными радикалами, насыщая их валентность.



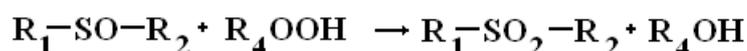
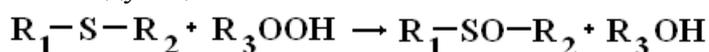
Малоактивный свободный радикал ингибитора может взаимодействовать с другими радикалами (реакции 1. и 2) с образованием нетоксичных продуктов. Кроме того, при наличии в системе донора атома водорода (синергиста), антиокислитель фенольного типа может восстановить свои свойства (реакция 3).



К разрешенным для использования в Российской Федерации антиокислителям фенольного типа относятся: концентрат смеси токоферолов (Е 306), пропилгаллат (Е 310), бутилгидроксианизол (Е 320), бутилгидрокситолуол (Е 321) и др. Это наиболее широко представленная группа пищевых добавок, относящихся к антиокислителям.

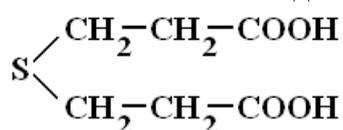
К основным преимуществам использования антиоксидантов фенольного типа можно отнести способность веществ этой группы хорошо растворяться в жирах, а также взаимодействие со свободными радикалами, препятствующее образованию первичных и вторичных продуктов окисления. В качестве недостатков, могут быть отмечены опасения с точки зрения токсикологии по применению синтетических фенольных антиоксидантов на пищевые цели, а также расходование антиоксидантов в процессе хранения продуктов, которое свойственно для всех применяемых в пищевой промышленности антиоксидантов.

Вторая группа веществ, используемых в качестве антиоксидантов, может быть охарактеризована наличием атома серы в молекуле, поэтому их часто называют серосодержащими антиоксидантами. Серосодержащие антиоксиданты взаимодействуют с пероксидами или гидропероксидами по следующей схеме:



Серосодержащие антиоксиданты не разрешены к использованию в большинстве стран Европы и в Российской Федерации в связи с относительно высоким уровнем токсичности.

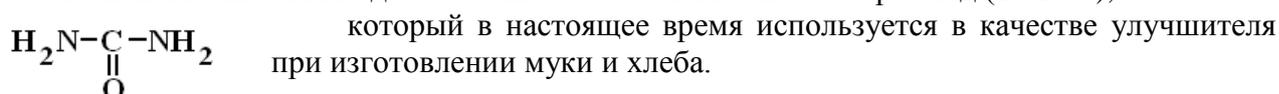
Одним из таких антиоксидантов является Е 388 тиодипропионовая кислота



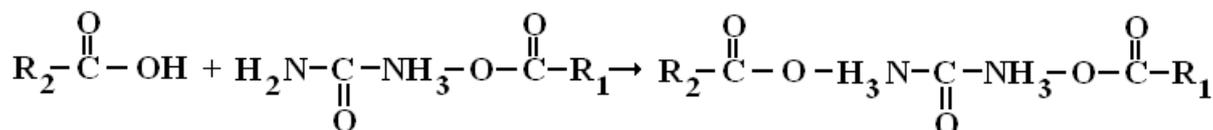
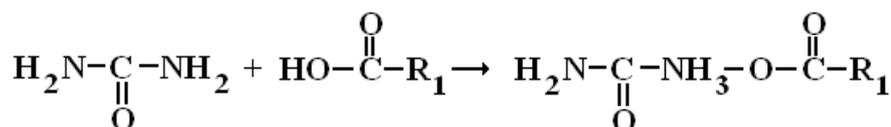
В качестве основных достоинств антиоксидантов данной группы можно назвать хорошую растворимость в жирах и возможность блокирования активного атома кислорода пероксидов. Существенным недостатком серосодержащих антиоксидантов является умеренная токсичность.

К третьей группе веществ, используемых в качестве антиоксидантов, могут быть отнесены вещества, образующие соединения-включения. Известно, что скорость окисления свободных жирных кислот в несколько раз выше, чем жирных кислот, находящихся в связанном состоянии, например, в составе триглицеридов. Таким образом, обеспечение связывания свободных жирных кислот с образованием комплексов, способствует торможению процессов окисления.

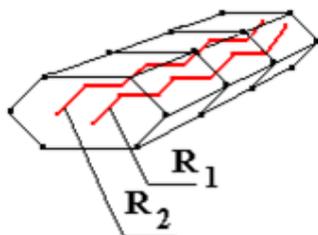
К антиоксидантам подобного типа может быть отнесен карбамид (Е 927 b),



Карбамид взаимодействует со свободными жирными кислотами по следующей схеме:



При образовании соединения-включения радикалы жирных кислот (R_1 и R_2) оказываются заключенными внутри гексагональной структуры,



защищающей углеводородные цепи от воздействия кислорода воздуха. Таким образом, карбамид, образуя комплексы со свободными жирными кислотами, делает их ме-

нее реакционно способными в процессах окисления.

Порядок выполнения работы

Каждый студент получает образец жира, исследует его качество по следующим показателям: запах, цвет, кислотное, пероксидное и альдегидное числа.

Затем в 100 г исследуемого жира вносят антиокислитель в количестве, указанном преподавателем. Если используется кристаллический антиокислитель, то растворение проводят в 3 этапа. Сначала часть жира, предназначенного для обработки, помещают в емкость из нержавеющей стали, белой жести или эмалированную и нагревают до температуры не ниже 70 °С, затем антиоксидант растворяют в жире при тщательном перемешивании до полного исчезновения кристаллов. На втором этапе к полученному раствору добавляют, тщательно перемешивая, еще несколько грамм жира с температурой 70 °С. Наконец, раствор, полученный на втором этапе, вливают тонкой струйкой в емкость с обрабатываемым жиром, имеющим температуру не ниже 70 °С, при этом жир тщательно перемешивают. После добавления антиокислителя жир перемешивают в течении 5-10 минут, затем охлаждают и сливают в тару или накопительную емкость.

В работе используют следующие, антиокислители: БОТ (ионол), БОА, токоферол, аскорбиновую кислота или другие, в концентрации 0,02 г на 100 грамм жира.

После тщательного перемешивания жир ставится на хранение в термостат при температуре 37±3 °С.

В процессе хранения через 7, 14 суток после введения антиокислителя исследуется качество жира без добавления АО и с добавлением АО по следующим показателям: запах, цвет, кислотное, пероксидное и альдегидное числа.

Результаты оценки органолептических и физических показателей, качества жира в процессе хранения заносятся в табл.2.1.

Таблица 2.1

Результаты оценки органолептических и физических показателей качества жира в процессе хранения

Наименование антиокислителя и его доза	Продолжительность хранения, сут	Запах	Цвет, относительные единицы
--	---------------------------------	-------	-----------------------------

Результаты оценки химических показателей качества жира в процессе хранения заносятся в табл.2.2.

Таблица 2.2

Результаты оценки химических показателей качества жира в процессе хранения

Наименование антиокислителя и его доза	Продолжительность хранения, сут	Числа		
		Кислотное, мгКОН/г жира	Пероксидное, % I ₂	Альдегидное, мг % коричневого альдегида

На основании полученных данных строятся графические зависимости влияния вида антиокислителя, его дозы и продолжительности хранения на запах, цвет, пероксидное, кислотное и альдегидное числа жира.

Методы исследований

1. Определение органолептических показателей

1.1. Определение запаха

Оборудование, материал, реактивы.

Колба коническая вместимостью 250 см³ с притертой пробкой; баня водяная, термометр спиртовой с диапазоном измерения от 0 до 100 °С и ценой деления 1 °С.

В коническую колбу вместимостью 250 см³ наливают 100 см³ жира, закрывают стеклянной пробкой и несколько раз перемешивают содержимое колбы вращательными движениями. Открыв колбу, определяют характер запаха (наличие постороннего запаха или запаха окислившегося жира) и его интенсивность.

Если при комнатной температуре посторонний запах в жире не ощущается, колбу с жиром накрывают часовым стеклом и подогревают на водяной бане до температуры жира 60±5 °С. Затем несколько раз перемешивают содержимое колбы, как указано выше, и, сдвинув в сторону часовое стекло, быстро определяют характер и интенсивность запаха.

2. Определение физических показателей

2.1. Определение цвета жира с помощью фотоэлектроколориметра

Метод основан на определении величины оптической плотности жира.

Оборудование, материал, реактивы.

Фотоэлектроколориметр; спирт этиловый; эфир медицинский: бумага фильтровальная; колба плоскодонная; воронка стеклянная; термометр стеклянный технический с пределом измерений температуры от 0 до 150°С.

Проведение анализа

Пробу анализируемого жира при необходимости нагревают до температуры, при которой предусмотрено определение его прозрачности, и фильтруют через бумажный фильтр. Профильтрованный жир наливают в кювету с рабочей длиной 3-10 мм (в зависимости от цвета жира) и определяют оптическую плотность при длине волны 440 нм по сравнению с пустой кюветой. Если после фильтрации жир остается непрозрачным, его нагревают до 40°С.

Перед заполнением кюветы новой порцией, жира и после окончания измерений его оптической плотности кювету промывают спиртоэфирной смесью и высушивают.

Оптическую плотность E_1 (в относительных единицах), характеризующую цвет жира, вычисляют по формуле

$$E_1 = D / V$$

Где D - оптическая плотность исследуемого жира; V - рабочая длина кюветы, см.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допустимые расхождения между которыми не должны превышать 0,015 относительных единиц. Вычисление проводят до третьего десятичного знака.

Цвет жира, соответствующий полученному значению оптической плотности, определяют по таблице (см. ниже).

Цвет жира	Величина оптической плотности (E_1)
Светло-желтый	До 0,6
Желтый	Свыше 0,6 до 0,8
Темно-желтый (светло-коричневый)	Свыше 0,8 до 2,0
Коричневый	Свыше 2,0 до 3,0
Темно-коричневый	Свыше 3,0

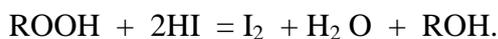
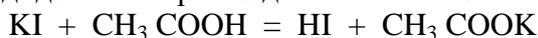
3. Определение химических показателей

3.1. Определение пероксидного числа

Пероксидное число характеризует процесс накопления первичных продуктов окисления (пероксидов) в жире.

Метод основан на взаимодействии пероксидов, содержащихся в 100 г жира, с йодистым калием в присутствии ледяной уксусной кислоты с выделением йода, который оттитровывается раствором тиосульфата натрия:

Для повышения чувствительности исследования определение пероксидного числа проводят в кислой среде, действуя на пероксиды не йодистым калием, а йодистоводородной кислотой, образующейся из йодида калия при воздействии кислоты:



Оборудование, материалы, реактивы.

Весы; баня водяная; колбы конические с притертой пробкой; цилиндры мерные; пипетки; тиосульфат натрия (0,01 н раствор); хлороформ; кислота уксусная ледяная; калий йодистый (насыщенный водный раствор); крахмал (1%-й раствор).

Проведение анализа

В коническую колбу с притертой пробкой вносят навеску тщательно перемешанного и профильтрованного жира массой 1 г, взятую с погрешностью не более 0,0001г. Навеску жира растворяют в 30 см³ смеси, состоящей из 12см³ хлороформа и 18см³ ледяной уксусной кислоты. К раствору приливают 1 см³ насыщенного на холоду раствора йодистого калия, смесь равномерно взбалтывают точно 2 мин.

В колбу добавляют 100 см³ свежепрокипяченной охлажденной дистиллированной воды, 1 см³ 1%-го раствора крахмала и выделившийся йод немедленно титруют 0,01 н раствором тиосульфата натрия до исчезновения синего окрашивания. Одновременно проводят контрольный анализ без навески жира.

Пероксидное число исследуемого жира X (в процентах йода) вычисляют по формуле

$$X = \frac{(V_1 - V) \times 0,001269 \times k \times 100}{m}$$

где V₁ - объем 0,01н раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование в рабочем анализе, см³; V - объем 0,01н раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование в контрольном анализе, см³; m - навеска жира, г; k - коэффициент пересчета на точный 0,01н раствор тиосульфата натрия.

3.2.Определение альдегидного числа.

Альдегидное число характеризует процесс накопления в жире вторичных продуктов окисления (альдегидов).

Альдегидное число определяется фотоколориметрическим методом, основанном на взаимодействии альдегидов с бензидином. Определение оптической плотности проводится при длине волны 360 нм. Для построения калибровочной кривой используется коричневый альдегид (β-фенилакролеин C₆H₅CH=CHCHO). Альдегидное число выражается в миллиграммах коричневого альдегида на 100 г жира.

Оборудование, материалы, реактивы.

Весы; колбы мерные вместимостью 25см³; фотоэлектроколориметр; пипетки мерные; спирт этиловый (96%-й раствор); хлороформ; бензидин; кислота ледяная уксусная.

Проведение анализа.

Навеску жира 0,8-1,2 г, взвешенную с точностью до 0,005г, помещают в мерную колбу с притертой пробкой емкостью 25см³, растворяют в смеси этилового спирта и хлороформа (1:1) и доводят объем раствора той же смесью до метки.

Измеряют оптическую плотность этого раствора (D₁) на фотоэлектроколориметре при длине волны около 360 нм в кювете с толщиной слоя 1 см.

Раствором сравнения служит смесь 95%-го спирта и хлороформа (1:1).

В коническую колбу емкостью 25см³ помещают 10 см³ ранее приготовленного спирто-хлороформного раствора жира, прибавляют 1 см³ 0,5%-го свежеприготовленного раствора

бензидина в смеси 95%-го спирта и ледяной уксусной кислоты (1:1), тщательно перемешивают и выдерживают 15 мин.

Измеряют оптическую плотность полученного раствора (D_2) при тех же условиях, что и D_1 .

Раствором сравнения служит смесь, состоящая из 10 см³ 95%-го этилового спирта и хлороформа (1:1). 1 см³ 0,5%-го свежеприготовленного раствора бензидина в смеси 95 %-го спирта и ледяной уксусной кислоты (1:1). Смесь тщательно перемешивают и выдерживают 15 мин.

Оптическая плотность, обусловленная окраской, развивающейся в результате взаимодействия альдегидов с бензидином равна:

$$D = D_2 \cdot 1,1 - D_1$$

где 1.1- поправка на изменение объема при прибавлении к 10 см³ 0.5%-го раствора бензидина.

Содержание альдегидов в 1 см³ испытуемого раствора находят по калибровочному графику. Содержание альдегидов в жире X (в мг % коричневого альдегида) в пересчете на коричный альдегид вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C \times V \times 100}{m}$$

где C - содержание коричневого альдегида в 1 см³ испытуемого раствора, найденное по калибровочному графику, мг; V - объем спирто-хлороформного раствора жира, взятого для анализа, см³; m - навеска, г.

Построение калибровочного графика проводят по фармакопейной статье.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие изменения происходят в жирах при их хранении?
2. Назовите вещества, образующиеся в жирах в процессе окисления.
3. Охарактеризуйте влияние продуктов окисления на пищевую ценность жиров.
4. Перечислите известные способы торможения процесса окисления жиров.
5. Раскройте классификацию антиокислителей по принципу действия.
6. Приведите примеры реакций торможения процессов окисления с использованием антиоксидантов.

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Цель работы:

Изучить нормативные документы, регламентирующие порядок использования пищевых добавок

Задачи работы:

1. Определить допустимость использования в Российской Федерации пищевых добавок на примере конкретных видов пищевых продуктов.
2. Охарактеризовать назначение указанных пищевых добавок и дать им краткую токсикологическую оценку с указанием гигиенических нормативов.

Общие методические указания

7. Для выполнения практической работы студент самостоятельно выбирает продукт(ы), на этикетке которого(ых) указано не менее пяти ссылок на наименования (номера) пищевых добавок, использованных при изготовлении данного(ых) продукта(ов).

8. В соответствии с названием (номером) пищевой добавки на основании приложения 2 ТР ТС 029 делается вывод о возможности использования данной пищевой добавки на территории Российской Федерации и заполняются колонки 1-4 таблицы.

9. В соответствии с приложениями 3 и далее ТР ТС 029 определяется группа(ы) продуктов, в которых возможно применение пищевой добавки, и заполняются графы 5 и 6 таблицы.

10. Заполнение графы 7 осуществляется с использованием справочной литературы (возможно использование ресурса «Интернет») в части технологической и токсикологической характеристики пищевой добавки.

Таблица.

Пищевая добавка		Разрешение на применение в РФ	Технологическая функция	Пищевой продукт	ПДК	Краткая характеристика добавки
Код	Наименование					
10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.

Пример оформления таблицы

Пищевая добавка		Разрешение на применение в РФ	Технологическая функция	Пищевой продукт	ПДК	Краткая характеристика добавки
Код	Наименование					
8.		9.	10.	11.	12.	13.
E 320	Бутилгидроксанизол	Разрешен к использованию	Антиоксидант	Жиры животные топленые и масла растительные для использования в производстве пищевых продуктов с применением высокой температуры	200 мг/кг	Твердое воскообразное вещество; нерастворим в воде, но растворим в органических неполярных и слабополярных растворителях: этанол, метанол, пропиленгликоль, жиры и масла. Может иметь белый, розоватый или беложелтоватый цвет. Имеет также слабый характерный запах. Температура плавления 48-55 °С. Суточная допустимая доза в день составляет 0,5 мг/кг веса. Влияние на организм: условно безопасно. Возможно, является канцерогеном и изменяет клетки ДНК, взаимодействуя с нитратами.
				Жиры и масла (кроме оливкового, полученного прессованием) для жаренья (фритюрные, кулинарные и кондитерские жиры)		
				Лярд, жир говяжий, бараний, птичий, рыбный		
				Мясо сушеное		
				Жевательная резинка	400 мг/кг	
				Картофель сухой	25 мг/кг	
				Эфирные масла	1 г/кг	

Рекомендуемая литература:

1. Технический регламент таможенного союза (ТР ТС 029/2012) Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.
2. Пищевые добавки: Справочник / А. С. Булдаков. - СПб. : Ut, 1996. - 240 с.
3. Пищевые добавки : энциклопедия / Л. А. Сарафанова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Ги-орд, 2004. - 790, [2] с.
4. Пищевые добавки : учебник для вузов / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. - М. : Колос : Колос-Пресс, 2002. - 256 с.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется "Пищевыми добавками" и «Биологически активными добавками»? Приведите примеры веществ, принадлежащих к этим группам.
2. Каково значение пищевых и биологически активных добавок при производстве продуктов питания.
3. Как классифицируются пищевые и биологически активные добавки?
4. Каковы проблемы и перспективы использования добавок в пищевой промышленности.
5. Какие международные организации, занимающиеся проблемами использования пищевых и биологически активных добавок, их роль в разработке международных стандартов на пищевые продукты?
6. Перечислите общие гигиенические и технологические требования к пищевым добавкам.
7. Раскройте порядок определения и расчета гигиенических нормативов, применяемых при токсикологической оценке пищевых и биологически активных добавок.
8. Назовите и обоснуйте преимущества и недостатки использования синтетических и натуральных пищевых и биологически активных добавок.
9. Классификация веществ, изменяющих органолептические свойства продуктов.
10. Приведите примеры пищевых добавок, относящихся к различным функциональным группам.
11. Приведите примеры биологически активных добавок, относящихся к различным функциональным группам.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЦЕННОСТИ БЕЛКОВ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИПИДОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Цель работы:

Определить полноценность белков и биологическую эффективность липидов продуктов питания

Задачи:

1. Рассчитать:
 - аминокислотный скор продукта (выявить наличие/отсутствие лимитирующих аминокислот);
 - коэффициент различия аминокислотного сора;
 - биологическую ценность белка;
 - коэффициент утилитарности незаменимой аминокислоты;
 - коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка;
 - показатель сопоставимой избыточности.
2. Рассчитать биологическую эффективность липидов продуктов питания.
3. Сделать вывод о полноценности белков и биологической эффективности липидов продуктов питания

Общие методические указания

1. Для выполнения практической работы студент получает от преподавателя индивидуальное задание, включающее сведения об аминокислотном и жирнокислотном составе продукта питания (приложение 4.1.).

2. Используя формулы, приведенные в разделе «теоретические сведения», обучающийся производит расчеты аминокислотного сора, коэффициента различия аминокислотного сора, биологической ценности белка, коэффициента утилитарности аминокислотного состава белка, сбалансированность состава незаменимых аминокислот, а также коэффициента биологической эффективности липидов продукта.

3. На основании проведенных расчетов делается вывод о полноценности белков и биологической эффективности липидов продуктов питания.

4. Работа оформляется с использованием персонального компьютера и распечатывается на принтере (листы формата А4, шрифт Times New Roman, размер 14, межстрочный интервал одинарный, поля: левое – 2,5; верхнее, нижнее, правое – 1,5). Допускается написание контрольной работы разборчивым почерком темными чернилами в тетради с полями.

Теоретические сведения

В соответствии с современной классификацией, биологические активные вещества, содержащиеся в продуктах питания, принято разделять на три группы: нутрицевтики, парафармацевтики и пробиотики.

Нутрицевтики представляют собой эссенциальные нутриенты - природные ингредиенты пищи: отдельные аминокислоты; полиненасыщенные жирные кислоты ω -3 и другие ПНЖК; витамины или их близкие предшественники (например, β -каротин и другие каротиноиды); некоторые минеральные вещества и микроэлементы (кальций, железо, селен, цинк, йод, фтор); некоторые моно- и дисахариды; пищевые волокна (целлюлоза, пектины и т.п.).

Парафармацевтики, как правило, являются минорными компонентами пищи — это органические кислоты, биофлавоноиды, кофеин, биогенные, амины, регуляторные ди- и олигопептиды, некоторые олигосахариды и многие другие так называемые натурпродукты.

Пробиотики (эубиотики) представляют собой живые микроорганизмы или продуцируемые ими продукты, которые благотворно воздействуют на организм человека и животного, в большей степени путем оздоровления желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

В данной работе будет рассмотрена роль незаменимых аминокислот и ПНЖК в питании.

Снабжение организма человека необходимым количеством аминокислот – основная функция пищевого белка. При этом 9 аминокислот (валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин) не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать только в составе продуктов питания. Их называют незаменимыми или эссенциальными. Две аминокислоты (цистин и тирозин) являются условно заменимыми, они в организме человека образуются из незаменимых аминокислот (метионина и фенилаланина соответственно) при достаточном поступлении последних с пищей. Для детского организма незаменимыми являются 10 аминокислот. К перечисленным девяти добавляется аргинин.

В состав белков живых входит 20 α-аминокислот. Для различных белков характерно определенное соотношение и последовательность расположения отдельных аминокислот. При этом важно не только достаточное количество каждой из незаменимых аминокислот, в белках пищи, но и их соотношение, которое должно быть максимально приближенно к составу аминокислот в белках организма человека. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевого белка приводит к нарушению синтеза собственных белков, сдвигая динамическое равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков- ферментов.

Недостаток той или иной незаменимой аминокислоты лимитирует использование других аминокислот в процессе биосинтеза белка. Например, в составе тканевого белка валин, аргинин и триптофан содержатся в равных количествах (1:1:1), но если в пищевом рационе их соотношение составляет 1:1:0,5, то усвоение всех указанных аминокислот происходит по аминокислоте, содержащейся в минимальном количестве. Следствием этого является неполноценный синтез тканевого белка, а неусвоенные аминокислоты при накоплении в крови в повышенных дозах могут оказать токсическое действие.

Кроме своей главной функции – участие в биосинтезе тканевых белков, в том числе ферментов – незаменимые аминокислоты выполняют еще и свои сугубо специфические функции. Так, лизин и гистидин связаны с процессом кроветворения, лейцин и изолейцин необходимы для нормальной работы щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железы и надпочечников, метионин оказывает влияние на обмен липидов, обеспечивает антитоксичную функцию печени и играет большую роль в деятельности нервной системы.

Полноценность пищевого белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом «идеального белка». Для взрослого человека в качестве «идеального белка» применяют аминокислотную шкалу Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ, табл. 4.1).

Таблица 4.1.

Аминокислотная шкала ФАО/ВОЗ (в мг на 1 г белка):

Незаменимая аминокислота	Содержание в «идеальном белке», мг/г белка	
	до 2007 г.	в настоящее время
Валин	50	39
Изолейцин	40	30
Лейцин	70	59

Лизин	55	45
Метионин + цистин	35	16+6=22
Треонин	40	23
Триптофан	10	6
Фенилаланин + тирозин	60	38
Гистидин	-	15

Так называемая «шкала ФАО/ВОЗ» содержит минимальные требования к биологической ценности белка, способного удовлетворять потребность в незаменимых аминокислотах у взрослых людей при минимальном уровне требований к качеству жизни. Для оценки биологической ценности белка в продуктах детского питания эта шкала не удовлетворительна – диктуемые ею требования слишком занижены, и при оценке по этой шкале биологической ценности почти любого белка будет 100% (за исключением некоторых заведомо неполноценных соединительнотканых и растительных белков).

Для оценки биологической ценности пищевого белка его аминокислотный состав сравнивают с аминокислотным составом идеального белка путем определения аминокислотного сора (АКС).

Аминокислотный скор i -незаменимой аминокислоты (%) – это отношение ее количества в 1 г (или 100 г) исследуемого белка к количеству этой аминокислоты в 1 г (или 100 г) «идеального (эталонного) белка». Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в идеальном белке принимают за 100 %, а в исследуемом белке - определяют процент соответствия по формуле 4.1:

$$AKC = \frac{A_u}{A_{iu}} \times 100 \quad (4.1)$$

где:

АКС - аминокислотный скор аминокислоты, %;

А_и - содержание аминокислоты в 1 г испытуемого белка, мг;

Аш - содержание этой же аминокислоты в 1 г белка по аминокислотной шкале, мг.

Питание является полноценным по белку, если аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты равен 100 %. Если АКС аминокислоты меньше 100 %, то она называется лимитирующей. При наличии в белке нескольких лимитирующих аминокислот определяется главная лимитирующая аминокислота – скор которой минимален. Белок, содержащий лимитирующие аминокислоты называется неполноценным (оссеин, коллаген и др.). Полнота усвоения белка в первую очередь зависит от его АКС.

Если скор какой-либо аминокислоты больше 100 %, питание считается избыточным. Избыток аминокислот организм переносит гораздо хуже, чем других пищевых веществ. Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты и рассчитывается по формуле 4.2:

$$KPAС = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta PAC_i}{n} \quad (4.2)$$

где: n – количество незаменимых аминокислот;

ΔPAC_i – различие аминокислотного сора аминокислоты, рассчитывается по формуле 4.3:

$$\Delta PAC_i = C_i + C_{min}. \quad (4.3)$$

Где: C_i – избыток сора аминокислоты, %. $C_i = AKC_i - C_{min}$

C_{min} – минимальный из скоров незаменимых аминокислот исследуемого белка по отношению к эталону, %.

Биологическую ценность (БЦ) пищевого белка (%) определяют по формуле (4.4):

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} \quad (4.4)$$

В пищевых продуктах количество незаменимых аминокислот может быть существенно больше или меньше их количества в эталоне ФАО/ВОЗ. Однако в любом случае возможность их утилизации организмом предопределена минимальным скором какой-то одной из незаменимых аминокислот. Для оценки сбалансированности незаменимых аминокислот по отношению к эталонному белку рассчитывается коэффициент утилитарности K_j по формуле 4.5:

$$K_j = \frac{C_{\min}}{C_j}, \quad (4.5)$$

где C_j – скор j -незаменимой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону), %. Рассчитывается по формуле 4.6;

$$C_j = \frac{A_j}{A_{j\text{э}}} \times 100 \quad (4.6)$$

где: A_j – содержание j -й незаменимой аминокислоты в продукте, мг/г белка;

$A_{j\text{э}}$ – содержание j -й незаменимой аминокислоты, соответствующее физиологически необходимой норме (эталону), мг/г белка.

Коэффициент утилитарности j -незаменимой аминокислоты используется для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U), который является численной характеристикой, отражающей сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону, рассчитывается по формуле (4.7):

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n A_j K_j}{\sum_{j=1}^n A_{j\text{э}}} \quad (4.7)$$

Общее количество незаменимых аминокислот в белке исследуемого продукта, которое из-за несбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, служит для оценки сбалансированности состава незаменимых аминокислот по показателю сопоставимой избыточности (σ_c) и рассчитывается по формуле 4.8:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_n}{C_{\min}}, \quad (4.8)$$

где величина σ_n определяется по формуле 4.9:

$$\sigma_n = \sum_{j=1}^n (A_j - C_{\min} A_{j\text{э}}). \quad (4.9)$$

Результаты расчетов оформить в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2.

Показатели биологической ценности продуктов питания

Продукт	Аминокислота	Содержание, г/100 г	АС, %	КРАС, %	БЦ, %	К	U	σ_c
	Валин							
	Гистидин							
	Изолейцин							
	Лейцин							
	Лизин							

	Метионин + цистин							
	Треонин							
	Триптофан							
	Фенилаланин + тирозин							

Биологическая эффективность — показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в них полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

При ряде заболеваний основной причиной благоприятного действия рыбных жиров, подсолнечного масла и некоторых других продуктов является их уникальный жирно-кислотный состав, а именно значительное количество в жире ω -3 жирных кислот (особенно эйкозапентаеновой, докозагексаеновой, арахидоновой). Эти кислоты принимают участие в образовании эйкозаноидов – группы соединений, регулирующих многие важные физиологические функции организма (антиатеросклеротическое действие, тромболитическое, противовоспалительное, повышение эластичности и снижение проницаемости стенки сосудов, участие в процессах запоминания и др.).

Коэффициент биологической эффективности липидов продуктов питания определяется по формуле 4.10 как отношение суммарного количества ПНЖК к общему количеству насыщенных жирных кислот.

$$БЭ = \frac{\sum ПНЖК}{\sum НЖК} \quad (4.10)$$

где:

БЭ – коэффициент биологической эффективности, доли ед.;

\sum ПНЖК – суммарное содержание полиненасыщенных жирных кислот в липидах, %;

\sum НЖК – суммарное содержание насыщенных жирных кислот в липидах, %.

Для обеспечения полноценного питания в пище здорового человека соотношение ПНЖК к НЖК (коэффициент биологической эффективности) должно составлять не менее 0,3.

Рекомендуемая литература:

1. Биотехнология мяса и мясопродуктов : курс лекций : учеб. пособие для вузов / И. А. Рогов [и др.]. - Москва : ДеЛи принт, 2009. - 293,
2. Химия пищи : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Белки : структура, функции, роль в питании / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко и др. - Москва : Колос, 2000. - 384 с.
3. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана / Л.Л. Константинова, Ю.Ф. Двинин и др. – Мурманск, ПИНРО, 1997. – 183 с.
4. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Лебская Т.К., Двинин Ю.Ф. и др. – Мурманск, ПИНРО, 1998. – 150 с.
5. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как классифицируются БАВ?
2. К какой группе БАВ относятся незаменимые аминокислоты и ПНЖК?
3. Какой белок называется полноценным?
4. Какие аминокислоты называются незаменимыми?

5. Какое количество аминокислот входит в состав белков животных, сколько из них считается незаменимыми для взрослого человека?
6. Перечислите аминокислоты незаменимые для организма взрослого человека.
7. Что называется аминокислотным скором?
8. Какие аминокислоты называются лимитирующими?
9. Какая аминокислота называется главной лимитирующей?
10. Какой белок называется «идеальным»?
11. С какой целью рассчитывается коэффициент различия аминокислотного сора?
12. Как рассчитывается биологическая ценность белка продукта?
13. Что подразумевается под коэффициентом утилитарности аминокислотного состава белка?
14. Что обозначает показателю сопоставимой избыточности?
15. Как определяется биологическая эффективность липидов?
16. В каком случае липиды продукта признаются биологически эффективными?
17. Какова роль ПНЖК в организме человека?

Содержание аминокислот в продуктах, мг на 100 г продукта

Показатели	Объекты исследования													
	Гречиха	Рис	Кукуруза	Мука пшеничная первого сорта	Масло сливочное несоленое	Молоко коровье	Говядина 1 категории	Колбаса сырокопченая «Брауншвейгская»	Тушка куры 1 категории	Яйцо куриное целое	Орех грецкий	Творог жирный	Сыр российский твердый	Сельдь атлантическая
Белок, %	10,8	7,5	10,3	10,6	0,5	3,2	18,6	27,7	18,2	12,7	15,6	14,0	23,0	19,1
<i>Незаменимые аминокислоты:</i>														
– валин	619	400	416	510	26	191	1035	1830	877	772	974	838	1690	1000
– гистидин	250	190	260	220	22	90	710	1110	486	340	405	447	1490	500
– изолейцин	418	283	312	530	25	189	782	1440	653	597	767	690	970	900
– лейцин	690	689	1282	813	47	283	1478	2560	1412	1081	1228	1282	1930	1600
– лизин	460	290	247	265	28	261	1589	2657	1588	903	441	1008	1530	1800
– метионин	230	150	120	160	11	83	445	825	471	424	306	384	540	350
– треонин	380	260	247	318	30	153	803	1410	885	610	589	649	920	900

– триптафан	137	90	67	120	27	50	210	430	293	204	175	212	660	250
– фенилаланин	464	410	460	580	26	175	795	1110	744	652	767	762	1220	700
<i>Заменяемые аминокислоты:</i>														
– аланин	569	390	790	359	22	98	1086	1300	1154	710	290	428	600	1200
– аргинин	906	600	411	500	16	122	1043	1382	1225	787	2287	579	710	1200
– аспарагиновая кислота	1163	640	580	411	36	219	1771	2260	1631	1229	1222	924	1350	2000
– глицин	765	345	350	384	15	47	937	1043	1347	416	1000	258	380	1100
– глутаминовая кислота	1640	1280	1780	3220	89	509	3073	3745	2621	1773	3100	2457	4600	3000
– оксипролин	-	-	-	-	-	-	290	200	-	-	-	-	-	-
– пролин	670	360	1091	1050	30	278	685	788	877	396	707	1290	2320	700
– серин	460	315	514	454	34	186	780	930	859	928	706	789	1200	1000
– тирозин	293	290	380	300	26	184	658	852	641	476	583	875	1350	800
– цистин	200	140	170	240	6	26	259	319	224	293	120	68	210	300
– цистеин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 4.2.

Содержание жирных кислот в продуктах, г на 100 г продукта

Показатели	Объекты исследования													
	Гречиха	Рис	Кукуруза	Мука пшеничная первого сорта	Масло сливочное	Молоко коровье	Говядина 1 категории	Колбаса сырокопченая	Тушка куры 1 категории	Яйцо куриное целое	Орех грецкий	Творог жирный	Сыр российский	Сельдь атлантическая
Номера заданий	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Жирные кислоты:</i>														
Масляная (C _{4:0})	-	-	-	-	3,74	0,11	-	-	-	-	-	0,70	-	-
Капроновая (C _{6:0})	-	-	-	-	0,83	0,08	-	-	-	-	-	0,40	0,10	-
Каприловая (C _{8:0})	-	-	-	-	0,72	0,04	-	-	-	-	-	0,21	0,39	-
Каприновая (C _{10:0})	-	-	-	-	1,89	0,09	-	-	-	-	-	0,46	1,26	-
Лауриновая (C _{12:0})	-	-	-	-	2,42	0,10	-	-	сл.	0	-	0,50	1,16	-
Миристиновая (C _{14:0})	0,01	0,01	0,03	сл.	7,83	0,51	0,55	1,06	0,13	0,04	0,50	2,60	2,42	5,3
Пентадекановая (C _{15:0})	-	-	-	-	-	-	0,10	0,04	0,02	0,01	-	0,19	0,29	0,2
Пальмитиновая (C _{16:0})	0,61	0,35	0,49	0,16	24,61	0,64	4,18	11,09	3,17	2,05	4,40	3,18	6,19	12,4
Маргариновая (C _{17:0})	-	-	-	-	-	0,02	0,26	0,18	0,14	0,03	-	0,10	0,19	0,5

Стеариновая (C _{18:0})	0,04	0,04	0,03	0,01	7,52	0,35	2,03	3,64	0,92	0,88	1,30	1,76	3,38	2,4
Арахидиновая (C _{20:0})	0,01	0,01	-	сл.	-	0,04	-	-	0,05	0,03	-	0,22	0,19	1,4
Миристолеиновая (C _{14:1})	сл.	сл.	сл.	-	0,84	0,05	0,25	0,31	0	сл.	-	0,25	0,39	0,7
Пентадеценивая (C _{15:1})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
Пальмитолеиновая (C _{16:1})	0,02	0,01	0,07	0,01	2,86	0,09	0,91	0,93	1,25	0,39	0,20	0,45	0,48	7,4
Пептадеценивая (C _{17:1})	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,01	-	-	-	0,3
Олеиновая (C _{18:1})	1,07	0,95	1,01	0,12	22,73	0,78	6,26	18,60	7,16	4,09	11,0	3,90	6,77	15,0
Гадолеиновая (C _{20:1})	0,03	-	0,03	сл.	-	-	-	-	0,13	0,04	1,10	0,04	-	13,9
Эруковая (C _{22:1})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	-	-	20,5
Линолевая (C _{18:2})	1,05	0,89	2,24	0,53	0,84	0,09	0,40	3,44	2,96	1,10	33,30	0,43	0,68	1,4
Линоленовая (C _{18:3})	0,05	0,04	0,10	0,03	0,07	0,03	0,14	0,51	0,17	0,06	7,10	0,15	-	0,7
Арахидоновая (C _{20:4})	-	-	-	-	-	0,09	0,02	0,22	0,04	0,10	-	0,45	-	2,4
Эйкозодиеновая (C _{20:2})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Эйкозатриеновая (C _{20:3})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4
Эйкозапентаеновая (C _{22:5})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2
Докозапентаеновая (C _{22:5})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
Докозагексаеновая (C _{22:6})	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МАРКИРОВКЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК

Цель работы:

Изучить правила маркировки упаковок с биологически активными веществами

Задачи:

1. изучить требования СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)»;
2. в соответствии с индивидуальным заданием определить правильность нанесения маркировки на упаковку с БАД.
3. сделать вывод о соответствии информации, нанесенной на этикетку, требованиям СанПиН 2.3.2.1290-03.

Теоретические сведения

Биологически активные добавки - это природные, либо идентичные природным, биологически активные вещества, предназначены для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов.

Биологически активные добавки относятся к специализированной пищевой продукции.

С 1997 года в Российской Федерации биологически активные добавки (БАДы) подлежат государственной регистрации, которую осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Минздравсоцразвития РФ. Эта служба при регистрации БАД выдает как документ качества свидетельство о государственной регистрации. Срок его действия устанавливается на весь период промышленного изготовления российской продукции или поставок импортной продукции.

Зарегистрированные в установленном порядке БАДы включены в Федеральный реестр биологически активных добавок к пище.

Не прошедшие процедуру государственной регистрации БАДы запрещены к обороту в РФ.

Кроме свидетельства о государственной регистрации, документами, дающими право на производство, ввоз на территорию РФ, применение (использование), реализацию БАД, являются санитарно-эпидемиологические заключения, а также ранее выданные регистрационные удостоверения на БАД (действительны до истечения срока их действия).

Качество каждой партии (серии) БАД подтверждается производителем в удостоверении о качестве и безопасности.

Информация о государственной регистрации продукции должна быть доведена до сведения потребителей изготовителем (поставщиком, продавцом) продукции посредством указания данных о номере и дате выдачи регистрационного свидетельства, регистрационного удостоверения, санитарно-эпидемиологического заключения на этикетке (упаковке, листке-вкладыше), в инструкции по применению, в техническом паспорте, а также в рекламе продукции.

БАДы производят на пищевых, фармацевтических, биотехнологических предприятиях РФ химическими или биотехнологическими способами. Не допускается использовать при производстве БАД растительное сырье и продукцию животноводства, полученные с применением генной инженерии.

Производство БАД регулируется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, требования которых являются обязательными при разработке, производстве, ввозе, хранении, транспортировании и реализации БАД на территории РФ.

Изготовитель (поставщик) продукции несет ответственность за соответствие продукции установленным требованиям к качеству и безопасности в течение всего периода промышленного изготовления российской продукции или поставок импортной продукции.

Розничная торговля БАДами может осуществляться через аптечные организации (аптеки, аптечные пункты, аптечные киоски, аптечные магазины), специализированные магазины по продаже диетических продуктов, продовольственные магазины (специальные отделы, секции, киоски).

Не допускается реализация БАД:

4. не прошедших государственной регистрации (или санитарно-эпидемиологической экспертизы);
5. без удостоверения о качестве и безопасности (на каждую партию БАД);
6. не соответствующих санитарным правилам и нормам;
7. с истекшим сроком годности;
8. при отсутствии надлежащих условий реализации;
9. без маркировки, с неполной маркировкой, либо содержащей информацию, не соответствующую согласованной при государственной регистрации (или санитарно-эпидемиологической экспертизе).

Классификация БАД

1. По источнику получения:

➤ на основе:

- растительного;
- на основе животного сырья;
- неорганических веществ;
- органических веществ;
- комбинированные.

2. По составу, содержащие:

- моновитамины,
- витаминоподобные вещества,
- поливитамины,
- отдельные минеральные вещества,
- минеральные комплексы,
- аминокислоты,
- витаминно-минеральные комплексы,
- иммунокорректирующие вещества,
- антиоксиданты,
- эфирные масла,
- сорбенты и т. д.

По этому признаку БАДы дифференцируют на нутрицевтики и парафармацевтики.

3. По назначению:

➤ влияющие на функции систем:

- центральной нервной;
- иммунной;
- сердечно-сосудистой,
- влияющие на:
 - гуморальные факторы регуляции обмена веществ;
 - лактацию;
 - процессы энергетического и тканевого обмена;
 - детоксикацию;
 - способствующие выведению из организма чужеродных и токсичных веществ;
 - оказывающие антиоксидантное действие;
 - поддерживающие:
 - функцию органов дыхания;

- пищеварения;
- мочеполовой системы;
- опорно-двигательного аппарата;
- корректирующие массу тела и т. д.

4. По форме выпуска:

- бальзамы;
- капли;
- эликсиры;
- сиропы;
- жидкие и сухие концентраты;
- порошки;
- гранулы;
- таблетки;
- пастилки;
- капсулы;
- сборы и т. д.

Требования, предъявляемые к БАД

- отсутствие в составе БАД сильнодействующих, наркотических и ядовитых веществ;
- отсутствие в составе БАД растительного сырья, не применяемого в медицинской практике и не используемого в питании;
- регламентированность содержания действующих веществ в БАДах;
- включение в БАДы, предназначенные для детей, только тех биологически активных веществ, которые разрешены для использования детьми соответствующего возраста.

Упаковка и маркировка БАД

БАДы упаковывают в стеклянные, полимерные, фарфоровые, металлические банки, флаконы, бумажные, полиэтиленовые пакеты, картонные пачки, бумажные обертки, фильтр-пакеты.

Маркировка БАДов осуществляется в соответствии с действующими законодательными и нормативными документами.

В настоящее время порядок маркировки БАД при их реализации регламентируется следующими нормативно-правовыми актами:

1. Утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 Технического регламента Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" ТР ТС 021/2011 (в ред. от 10.06.2014);

2. Утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза Евразийского экономического сообщества от 09.12.2011 № 881 Технический регламент Таможенного союза "Пищевая продукция в части ее маркировки" ТР ТС 022/2011;

3. Утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011 № 769 Технического регламента Таможенного союза "О безопасности упаковки" ТР ТС 005/2011 (в ред. от 17.12.2012);

4. Утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 17.04.2003 № 50 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы "Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)" СанПиН 2.3.2.1290-03.

СанПиН 2.3.2.1290-03 регламентирует обозначение следующей информации для потребителя:

- наименования БАД, и в частности:
- товарный знак изготовителя (при наличии);

- обозначения нормативной или технической документации, обязательным требованиям которых должны соответствовать БАД (для БАД отечественного производства и стран СНГ);
- состав БАД, с указанием ингредиентного состава в порядке, соответствующем их убыванию в весовом или процентном выражении;
- сведения об основных потребительских свойствах БАД;
- сведения о весе или объеме БАД в единице потребительской упаковки и весе или объеме единицы продукта;
- сведения о противопоказаниях для применения при отдельных видах заболеваний;
- указание, что БАД не является лекарством;
- дата изготовления, гарантийный срок годности или дата конечного срока реализации продукции;
- условия хранения;
- информация о государственной регистрации БАД с указанием номера и даты;
- место нахождения, наименование изготовителя (продавца) и место нахождения и телефон организации, уполномоченной изготовителем (продавцом) на принятие претензий от потребителей.

Маркировка БАД должна быть указана на русском языке. Она должна быть четкой, полной, достоверной.

Хранение БАД

Осуществляется в чистых помещениях, оборудованных стеллажами, поддонами, подтоварниками, шкафами, холодильными камерами (для термолабильных БАД), приборами для регистрации параметров воздуха (термометры, психрометры, гигрометры) с учетом физико-химических свойств БАД. Каждое наименование и каждая партия (серия) БАД должны храниться на отдельных поддонах. На стеллажах, шкафах, полках прикрепляется стеллажная карта с указанием наименования БАД, партии (серии), срока годности, количества единиц хранения.

БАДы хранятся в первичной, вторичной, групповой упаковке, предусмотренной действующей нормативной и технической документацией, защищающей их от воздействия атмосферных осадков, пыли, солнечного света, механических повреждений.

Общие методические указания

1. Для выполнения практической работы студент получает от преподавателя индивидуальное задание (упаковку из под БАД).

2. После ознакомления с требованиями СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)», обучающийся изучает информацию, нанесенную на упаковку с БАД. Далее проводится анализ полноты информации, нанесенной на этикетку с БАД (в соответствии п. 4 СанПиН 2.3.2.1290-03), и, делается вывод о правильности и полноте представленной информации. Результаты анализа полноты и правильности нанесения информации на этикетке БАД представляются в виде таблицы (столбцы 1-4).

3. Используя учебную или справочную литературу, обучающийся определяет биологическую роль добавки или ее компонентов (в случае изучения поликомпонентной добавки – не менее пяти ее составляющих). Результаты исследования биологической роли БАД заносятся в таблицу (столбец 5).

Показатель	Наличие информации на этикетке ¹	Содержание информации, нанесенной на этикетку	Вывод о соответствии приведенной информации требованиям СанПиН 2.3.2.1290-03	Биологическая роль БАД
1	2	3	4	

Рекомендуемая литература:

1. Пищевые и биологически активные добавки, ароматизаторы и технологические вспомогательные средства : учеб. пособие [для вузов] / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2007. – 241;
2. Федеральный реестр биологически активных добавок к пище / М-во здравоохранения и соц. развития, Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ; [под ред. Егорова В. Н., Симкаловой Л. М.]. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2005. – 543;
3. Пищевая химия : учебник для вузов / [А. П. Нечаев и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. - Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2004. – 631;
4. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" ТР ТС 021/2011;
5. Технический регламент Таможенного союза "Пищевая продукция в части ее маркировки" ТР ТС 022/2011;
6. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности упаковки" ТР ТС 005/2011
7. СанПиН 2.3.2.1290-03 «Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище (БАД)».

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется БАД?
2. Как классифицируются БАД? Приведите примеры БАД, относящихся к различным группам.
3. Какие нормативные документы регламентируют порядок маркировки БАД?
4. В чем отличие БАД от лекарственных препаратов?
5. Каковы основные цели применения пищевых и биологически активных добавок.
6. Каковы функциональные свойства нутрицевтиков?
7. Каковы функциональные свойства парафармацевтиков?
8. Каковы функциональные свойства пробиотиков?
9. Каковы требования, предъявляемые к БАД?
10. С чем связана необходимость применения БАД?

¹ Наличие или отсутствие на этикетке информации, регламентированной п.4. СанПиН 2.3.2.1290, в столбце 2 таблицы обозначить знаками «+» или «-».

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Цель работы:

Изучить влияние структурообразователей и влагоудерживающих агентов на органолептические, физико-химические и реологические свойства пищевых продуктов.

Задачи работы:

- 1) Изучить влияние структурообразующих и влагоудерживающих добавок:
 - на органолептические свойства и выход готового продукта.
 - на влагоудерживающую способность (ВУС) продукта,
 - на реологические показатели (число пенетрации).
- 2) Сделать вывод о влиянии данной группы добавок на органолептические, физико-химические и реологические свойства пищевых продуктов.

Теоретический материал

Вода, содержащаяся в мышечной ткани, неоднородна по своим физико-химическим свойствам и биологической роли, она условно подразделяется на связанную и свободную. В животных организмах вода входит в состав коллоидных, главным образом белковых систем. Основная часть (80-90 %) воды в тканях является связанной.

Существует несколько классификаций форм связи воды. Согласно широко распространенной классификации форм связи воды с материалом, предложенной П.А. Ребиндером, различают химическую, физико-химическую и механическую формы связи воды.

Химическая связь является наиболее прочной; она влияет на химическую природу вещества и нарушается с большим трудом, например при прокаливании. Вода в этом случае входит в состав вещества в определенных количественных соотношениях (например, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$). При обычной тепловой сушке рыбы связанная вода не удаляется.

Физико-химическая форма связи менее прочна; она обеспечивается адсорбцией, осмосом и присутствием в структурах гелей.

Адсорбционно-связанная вода - это вода, связывание которой происходит за счет большой поверхности и свободной поверхностной энергии коллоидных тел, характеризующихся высокой дисперсностью частиц.

При адсорбции воды выделяется теплота - теплота гидратации, в которую переходит потенциальная энергия поверхностных слоев. Влага, поглощаемая материалом с выделением теплоты и контракцией системы, называется гидратационной массовой долей влаги. Т.о. процесс гидротации - это процесс присоединения адсорбционной влаги. Адсорбционно связанная вода не является растворителем, плотность ее несколько отличается от единицы, диэлектрическая проницаемость этой влаги меньше, чем у свободной, замерзает она при более низкой температуре.

По экспериментальным данным 1 г сухой массы белков животного происхождения связывает от 0,15 до 0,41 г воды.

Осмотически связанная влага. По теории С.М. Липатова в пищевых продуктах концентрация растворимых фракций органических веществ внутри клетки выше, чем на поверхности, и вода с внешней поверхности клеток путем осмоса проникает внутрь клеток и образует осмотически связанную влагу.

При поглощении телом жидкости и образовании осмотически связанной влаги не происходит выделение тепла или контракции системы. Такой процесс называется набуханием.

Механически связанная влага (капиллярная влага) - это влага, заполняющая капилляры и открытые поры тела, а также влага смачивания. Влага микрокапилляров заполняет ка-

пилляры, средний радиус которых менее 10^{-7} м. Жидкость может заполнять любые микрокапилляры не только при непосредственном соприкосновении с ним, но и путем сорбции из влажного воздуха. Влага макрокапилляров находится в капиллярах, средний радиус которых больше 10^{-7} м.

Микрокапилляры обладают свойством конденсировать влагу из насыщенного влагой воздуха. Макрокапилляры таким свойством не обладают.

Свободная, а также осмотически и капиллярно-связанная вода является растворителем для экстрактивных веществ и определяет диффузионно-осмотический обмен в тканях.

В организме не существует резко выраженной границы между свободной и связанной влагой. Если проявляется действие факторов, ослабляющих гидрофильные свойства веществ тканей (добавление электролитов, повышение температуры и т.п.), то содержание связанной воды уменьшается. В результате механического воздействия на ткани рыбы (измельчение, прессование и т.п.) некоторая часть влаги может быть выделена в виде мышечного сока, содержащего водорастворимые органические и неорганические вещества. Потери мышечного сока при обработке или хранении рыбы сопровождается ухудшением присущих ей вкусовых и ароматических свойств, а также уменьшению сочности мяса. В связи с этим при определении качества продуктов питания широко используется такой показатель, как водоудерживающая способность (ВУС) мышечной ткани. Влагоудерживающая способность фарша - это разность между содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе технологической обработки. От функционально-технологических свойств пищевых добавок будет зависеть выход готовой продукции, ее сочность, нежность. Кроме внешних факторов на ВУС заметное влияние оказывают посмертные изменения, протекающие в тканях.

Придание пищевым изделиям в процессе производства заданной формы и структуры - одна из основных задач технологии пищевых продуктов.

Структура, или внутреннее строение, пищевых продуктов рассматривается как взаимораспространение их составных частей и связь между ними.

Существует прямая зависимость структурно-механических показателей и влагоудерживающей способности (ВУС) фаршевого полуфабриката от величины соотношения количества белков, растворимых в растворах с высокой ионной силой, к белкам, растворимых в растворах с малой ионной силой (водорастворимым) - белкового коэффициента, принятого в практике за коэффициент структурообразования.

При ВУС менее 50% фарш получается рассыпчатым, неспособным к формованию. Для повышения формирующих свойств и ВУС используют функциональные пищевые добавки - структурообразователи. При добавлении различных пищевых добавок изменяются органолептические и физико-химические свойства полуфабриката. Кроме того, некоторые пищевые добавки могут повлиять на технологический процесс получения готового продукта и скорость обезвоживания.

Структурообразователи вносят в состав пищевых продуктов с разнообразными целями, в частности, для загущения, эмульгирования, водоудержания, пенообразования, флокуляции, седиментации, ингибирования кристаллизации и черствления и т.д.

Кроме структурообразователей, влияние на реологические свойства фаршей могут оказать и влагоудерживающие агенты.

Влагоудерживающие агенты - гигроскопичные вещества, вводятся в состав пищевых продуктов, для повышения их влагоудерживающей способности в основном за счет упрочнения связи воды с материалом.

Перечень влагоудерживающих агентов, разрешённых к применению при производстве пищевых продуктов в РФ достаточно широк. Для этой цели в пищевой промышленности используют: лецитины (Е 322), лактаты (Е 325 - 327), фосфаты (Е 339-343), альгиновую кислоту (Е 400) и альгинаты (Е 401-404), агар (Е 406), сорбит и сорбитовый сироп (Е 420), глицерин (Е 422), пектины (Е 440), пирофосфаты (Е 450), полифосфаты (Е 452), и другие вещества.

В качестве влагоудерживающих агентов при производстве продуктов питания наиболее распространенным является использование фосфатов (Е 339 - Е 343).

Чтобы создать оптимальные условия для набухания белков мышечных волокон и, тем самым повлиять на консистенцию продукта, фосфаты добавляют непосредственно в мясные и рыбные изделия. Так, например, при изготовлении колбасы дозировка фосфатов составляет 0,5 %, а при производстве рыбных фаршей и филе - 0,2 % от массы продукта.

Консистенция фаршевого продукта инструментально может быть охарактеризована через структурно-механические свойства (СМС) материала. Использование инструментальных методов контроля консистенции по структурно-механическим характеристикам по сравнению с органолептическими имеет существенные преимущества: увеличивается точность измерений, метод имеет высокую воспроизводимость.

Одним из наиболее часто используемых методов исследования СМС пищевого сырья и продукции является пенетрация (зондирование).

Пенетрационный метод испытаний, как наиболее простой и легко воспроизводимый, широко используется в лабораторной практике для сравнительной оценки (часто в условных единицах) реологических свойств пищевых масс при введении в них различных добавок (улучшителей качества продукции или ускорителей того или иного технологического процесса), а также для изучения влияния какого-либо параметра технологического процесса (температуры, влажности, времени замеса и т. п.) на изменение консистенции продуктов.

Пенетрацией называется метод исследования СМС полутвердых и твердых продуктов путем определения сопротивления продуктов проникновению в них инденторов (конус, шар, игла, цилиндр) со строго определенными размерами, массой и материалом при точно определенной температуре и за определенное время. Данный метод является универсальным, позволяющим измерять наиболее чувствительную характеристику - предельного напряжения сдвига (ПНС) вязко-пластичных (фаршеобразных) и упругоэластичных (мясо, рыба) продуктов.

Предельным напряжением сдвига или *пределом текучести* называется минимальное напряжение, при котором происходит пластическое или вязкое течение материала. Эта физико-механическая величина характерна и для пищевых материалов, которые по своим свойствам занимают промежуточное положение между твёрдыми упругими телами и вязкими жидкостями. ПНС определяет способность материала сохранять свою форму под действием силы тяжести.

Величина ПНС (τ_0), может быть определена по формуле (6.1) П.А. Ребиндера:

$$\tau_0 = \frac{K_\alpha \times P}{h^2} \quad (6.1)$$

где P — усилие пенетрации, Н;

h — глубина погружения конуса, м;

K_α константа конуса (6.2), зависящая только от угла α - при вершине:

$$K_\alpha = \left(\frac{1}{\pi}\right) \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \operatorname{ctg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (6.2)$$

Для наиболее распространенных конусов K_α равно:

α , град	10	20	30	45	60	90
K_α	71,05	30,30	9,40	4,08	2,05	0,715

Снижение ПНС с увеличением количества структурообразователей можно объяснить их способностью к гелеобразованию, при котором за счет взаимосвязи набухших мицелл и гидрофильной оболочкой частиц фарша формируется коллоидная система. Образованная таким образом пространственная структурная сетка обладает эластичностью, что придает фаршевому продукту способность оказывать меньшее сопротивление внешнему воздействию индентора прибора пенетрометра.

С погружением конуса в массу растёт поверхность, по которой действуют напряжения сдвига, которые при этом постепенно уменьшаются. Наконец, при определённой глубине по-

гружения наступает остановка. В этот момент поверхность, по которой действуют напряжения сдвига равна величине предельного напряжения сдвига. Примеры зависимости величины предельного напряжения сдвига от свойств материала, представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Классификация пищевых материалов

Оценка материала	Предельное напряжение сдвига, 10 ⁻² Па
Очень мягкий, почти текучий	< 50
Очень мягкий, но не размазывающийся	50-100
Мягкий, размазывающийся	100-200
Пластичный, размазывающийся	200-800
Твердый, но не со способностью к размазыванию	800-1000
Слишком твердый с ограниченной способностью к размазыванию	1000-1500
Слишком твердый	>1500

Порядок выполнения работы

Группа студентов делится на подгруппы по 2-3 человека. Каждая подгруппа получает сырье и задание по использованию пищевой добавки в работе, а также способу термической обработки сырья.

Мороженую рыбу размораживают и тщательно промывают. Промытую рыбу разделяют на филе обесшкуреное, удаляя реберные кости. Обесшкуреное филе дважды измельчают на мясорубке, после чего тщательно растирают в ступке до получения однородной консистенции. Измельчение необходимо для разрушения структуры тканей. При измельчении увеличивается поверхность частиц, что способствует повышению количества адсорбционно-связанной влаги. Масса пробы должна быть не менее 300 г.

Подготовленную пробу делят на три равные части.

В одну часть фарша вносят структурообразователь или влагоудерживающий агент. Вид пищевой добавки и её дозировку определяет ведущий преподаватель. Фарш с добавками тщательно перемешивают и выдерживают 15 минут.

Вторую часть пробы (без структурообразователя) используют в качестве контроля.

Третья часть пробы служит для определения органолептических и физико-химических (ВУС и число пенетрации) показателей в исходной продукте.

Из первых двух частей проб фарша (с пищевой добавкой и без нее) формируют изделия шарообразной формы, определяют их массу и проводят термическую обработку (СВЧ нагрев, бланширование паром, обработку ИК-лучами, обжаривание) полуфабрикатов в соответствии с полученным заданием.

После термической обработки образцы фаршей (с пищевой добавкой и без нее) охлаждают до температуры не выше 20°C, а затем определяют выход готового продукта, его органолептические показатели, ВУС и число пенетрации.

Перед определением ВУС и числа пенетрации, формованные изделия (с добавкой и без неё) тщательно растирают в ступке до получения однородной консистенции. В полученных пробах определяют ВУС и число пенетрации.

Результаты исследований заносят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

Результаты испытаний формованного продукта

Показатель	Проба фарша		
	Без термической обработки	После термической обработки	
		без пищевой добавки	с добавлением пищевой добавки
	Вид термообработки		
Наименование и количество пищевой добавки, % от массы фарша	-	-	
Масса фарша, г			
Выход продукта, %	-		
Органолептические показатели:			
внешний вид (состояние поверхности, целостность)			
консистенция			
ВУС, %			
число пенетрации, г			

После проведения испытаний необходимо сделать вывод о влиянии структурообразователя или влагоудерживающего агента на свойства продукта.

Методы исследований

Определение влагоудерживающей способности мышечной ткани (ВУС) методом пресования

Метод основан на определении количества воды, выделяемой из мяса при легком прессовании, которая впитывается фильтровальной бумагой, образуя влажное пятно.

Проведение испытания

Показатель ВУС определяют в исходном фарше (до термообработки), а также фаршах после термообработки, как без добавки, так и с внесенной пищевой добавкой.

Навеску фарша 0,3 г взвешивают с точностью $\pm 0,005$ г на подложке из полиэтилена. Взвешенную навеску переносят на фильтровальную бумагу, размещенную на стеклянной пластинке так, чтобы навеска фарша лежала на фильтровальной бумаге в ее геометрическом центре.

Сверху на полиэтиленовую подложку, накрывающую фарш, кладут стеклянную пластинку, на которую ставят гирию массой 1 кг.

Выдерживают фарш под прессом точно 10 мин. По окончании прессования фильтр аккуратно освобождают от навески, очерчивают ручкой или карандашом контур пятна вокруг прессованного мяса (S_2) и контур пятна, образуемого влагой, выделившейся из навески фарша (S_1). Площадь пятен S_1 и S_2 следует определить по границе распространения с помощью миллиметровой бумаги.

Площадь влажного пятна (S) находят как разность по формуле 3.3:

$$S = S_1 - S_2 \quad (6.3)$$

ВУС мышечной ткани определяют по формуле 1.4:

$$\text{ВУС} = \frac{(A - 0,0084 \times S)}{m} \times 100\%, \quad (6.4)$$

где: A – масса воды в образце фарша, г;

0,0084 – содержание воды в 1 см² влажного пятна, г;

S – площадь влажного пятна, см²;

m – масса образца фарша, г.

Вычисление проводят до первого десятичного знака. Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 %. Среднее значение определяется как среднее арифметическое из трех параллельных измерений.

Массу воды (A) в фарше, взятом для прессования, рассчитывают по формуле 6.5:

$$A = m \times x, \quad (6.5)$$

где: m – масса образца фарша, взятого для определения ВУС, г;

x – массовая доля воды в исследуемом фарше (определенная на приборе Чижиной), доли единицы.

Для расчета ВУС в мышечной ткани необходимо дополнительно определить содержание воды в исследуемой пробе.

Определение массовой доли воды высушиванием на приборе ВЧМ (прибор Чижиной)

Метод основан на выделении воды из продукта при нагревании инфракрасными лучами и определении изменения его массы взвешиванием.

Проведение испытаний:

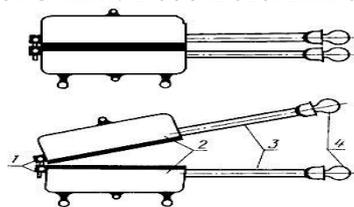
Прибор Чижиной (рис. 4.1) нагревают до температуры обезвоживания исследуемого образца (155°C) в соответствии с установленным режимом.

Для изготовления бумажных пакетов, лист фильтровальной бумаги размером 15×15 см складывают по диагонали пополам и края загибают в одну сторону на 1 см (при определении воды в жирных пробах, навеску помещают в два бумажных пакета).

Приготовленные пакеты просушивают 3 мин. между нагретыми плитами прибора при температуре, при которой будет высушиваться навеска (155 °С) и переносят в эксикатор для охлаждения. После этого пакеты взвешивают с абсолютной погрешностью не более 0,01 г.

Навеску анализируемой пробы 3-5 г (взвешенную с абсолютной погрешностью не более 0,01 г) помещают в предварительно высушенный и взвешенный пакет и распределяют ее шпателем ровным тонким слоем по внутренней стороне пакета. Шпатель вытирают о внутреннюю сторону пакета.

Пакет с навеской складывают, взвешивают (с точностью до 0,01 г) и помещают между плитами прибора ВЧМ и выдерживают 3 мин. в соответствии с режимом обезвоживания.



1 - шарниры; 2 - металлические плиты; 3 - ручка; 4 - термометры

Рисунок 6.1 - Прибор ВЧМ Чижиной

Режим обезвоживания пробы исследуемого продукта		
Масса анализируемой пробы, г	Температура высушивания, °С	Продолжительность высушивания, мин.
2-4	155	5-7

Массовую долю воды (x) вычисляют по формуле 6.6:

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 - m} \times 100\%, \quad (6.6)$$

где: m – масса пакета, г.,

m_1 – масса пакета с навеской до обезвоживания, г.,

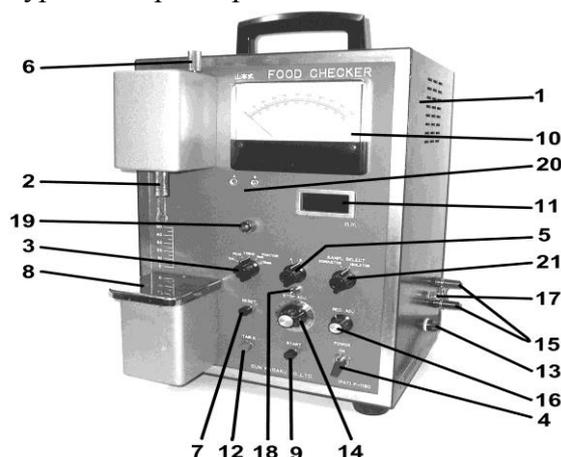
m_2 – масса пакета с навеской после обезвоживания, г.

Допускаемые расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,5%.

Определение числа пенетрации («усилия проникновения») фарша

Для оценки структурно-механических свойств пищевых продуктов (прочности, хрупкости, усилия резания, вязкости, пенетрации) используется японский прибор «Food Checker».

Краткое описание прибора: «Food Checker» (прочностномер, гелометр) модель 302-B представляет собой комплекс испытательного прибора и измерительного устройства (рис. 6.2.). Прибор укомплектован набором рабочих органов - инденторов и режущих насадок различной конфигурации и размеров.



1 – корпус; 2 – держатель рабочего органа; 3 – переключатель калибровки; 4 – выключатель электропитания; 5 – переключатель силы нажатия; 6 – регулятор силы нажатия; 7 – выключатель возврата в исходное положение (сброс данных); 8 – стол-подъемник для контрольного образца; 9 – выключатель функционирования прибора; 10 – стрелочный индикатор; 11 – цифровой индикатор; 12 – кнопка включения движения стола; 13 – гнездо предохранителя; 14 – регулятор нажатия и релаксации под нагрузкой; 15 – вывод записывающего устройства; 16 – регулятор выходного напряжения; 17 – регулятор чувствительности; 18 – индикатор компаратора; 19 – сигнальная лампочка; 20 – регулировка индикации в граммах; 21 – выбор контролирования образца.

Рисунок 6.2 – Прочностномер (гелометр) «Food Checker».

Принцип действия прибора: На вертикальной стойке закреплён измерительный столик, куда помещается исследуемый образец. Столик перемещается в вертикальном направлении, образец приводится в контакт с рабочим органом, вследствие чего прилагаемая нагрузка передаётся с помощью электромагнитной схемы на измерительно-показывающее устройство: стрелочный и цифровой индикаторы. При необходимости, производится непрерывная регистрация показаний на бумажном носителе самописца.

По разработанной на кафедре методике с использованием японского прибора «Food Checker» можно оценивать прочностные свойства пищевых продуктов методом пенетрации по величине «усилия проникновения» аналогично «числу пенетрации».

Принцип измерения пенетрации на приборе «Food Checker» основан на методе автоматического внедрения индентора в образец исследуемого продукта на заданную глубину с фиксацией приложенной нагрузки. Измеряется усилие (г), необходимое для проникновения рабочего органа прибора (индентора) на заданную глубину погружения (4 или 10 мм) – «усилие проникновения», которое адекватно числу пенетрации.

В качестве индентора используются плунжеры со стальным шарообразным наконечником диаметром 4 или 8 мм, калиброванные по массе. Автоматическое передвижение стола с постоянной скоростью гарантирует постоянство длительности измерений. При проведении лабораторных работ измерения проводятся при комнатной температуре.

Для исследования используются образцы в виде измельчённых в фарш анализируемых продуктов с прочной структурой (рыба, мясо и т. п.) или непосредственно вязкопластичные продукты (фарши, пасты, тесто).

Проведение испытаний

Подготовленный исследуемый образец помещают в кювету (контейнер), уплотняют с помощью шпателя так, чтобы кювета была заполнена доверху, а в продукте не осталось воздушных включений. С этой целью после наполнения контейнера рекомендуется исследуемый образец фарша подпрессовывать при минимальной нагрузке: поверхность фарша в кювете закрывают полиэтиленовым кружком и ставят сверху разновес массой 100 г. Продолжительность подпрессовки (3 минуты) контролируют с помощью песочных часов или «задатчика» времени.

Кювету с подготовленным образцом исследуемого продукта укрепляют на подвижном рабочем столе прибора. Тумблером 3 устанавливают глубину погружения плунжера². С помощью кнопки включения движения стола (12) вручную подводят образец продукта до соприкосновения плоскости образца с рабочим органом – плунжером с шарообразной насадкой. Тумблером функционирования прибора (9) рабочий стол автоматически приводится в движение. При движении стола прибора происходит проникновение плунжера в образец. При достижении заданной глубины погружения, стол прибора останавливается. В этот момент на стрелочной шкале прибора (10) фиксируется значение усилия проникновения – Р (г) (число пенетрации). Показание снимается по стрелочному индикатору прибора (10).

Измерения в каждом образце производят в трёх повторностях, за окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое трёх измерений. Результаты измерений «усилия проникновения» (адекватного числу пенетрации) заносят в таблицу 4.2. Делается вывод о влиянии исследованных факторов на консистенцию продукта.

Рекомендуемая литература:

1. Технический регламент таможенного союза (ТР ТС 029/2012) Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.
2. Пищевые добавки: Справочник / А. С. Булдаков. - СПб. : Ut, 1996. - 240 с.
3. Пищевые добавки : энциклопедия / Л. А. Сарафанова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Ги-орд, 2004. - 790, [2] с.
4. Пищевые добавки : учебник для вузов / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. - М. : Колос : Колос-Пресс, 2002. - 256 с.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются структурообразователи?
2. Какие вещества называются влагоудерживающими агентами?

² Глубину погружения (4 или 10 мм) и диаметр насадки плунжера (4 или 8 мм) подбирают экспериментально в зависимости от прочностных характеристик продукта.

3. Какие структурообразователи могут быть использованы в качестве влагоудерживающих агентов?
4. Перечислите и кратко охарактеризуйте реологические показатели, применяемые при контроле качества фаршей.
5. Как влияют структурообразователи и влагоудерживающие агенты на реологические свойства фаршей?
6. В чем сущность метода определения предельного напряжения сдвига (ПНС).
7. На какие показатели рыбного сырья влияет ПНС?
8. Что называют реологическим телом?
9. На какие свойства рыбного фарша влияет ВУС?
10. На какие реологические показатели рыбного сырья влияют вносимые стабилизирующие добавки?
11. Объясните влияние стабилизирующих добавок на органолептические и реологические свойства пищевых продуктов?
12. Приведите примеры веществ, изменяющих водоудерживающие свойства продуктов. Каковы способы их применения?