**Лабораторная работа №1**

**«Углеводы».**

**Цель: *на практике изучить свойства углеводов, технику химического эксперимента, научиться пользоваться химическими приборами, реактивами, работать в химической лаборатории.***

1. **ВВЕДЕНИЕ.**

Органическая химия является основным источником знаний о природе соединений, входящих в различные продукты питания.

Органическая химия в пищевых биотехнологиях рассматривает изменение основных групп органических соединений в результате различных технологических процессов.

Питательная ценность продуктов обусловлена наличием белков, углеводов, липидов и других органических веществ. Эти группы соединений являются не только источниками энергии, они активно участвуют в различных биохимических процессах, происходящих в организме.

Знание о химических превращениях этих веществ позволяет осознанно проводить различные технологические процессы при производстве продуктов питания.

В пищевых биотехнологиях используется также большое количество органических соединений различного строения (пищевые добавки) для изменения физико-химических свойств продуктов, увеличения срока их хранения, обогащения органолептических характеристик.

Цель настоящего лабораторного практикума – ознакомить студентов с основными химическими свойствами белков, углеводов, липидов, важных с точки зрения технологических процессов, а также качественными реакциями, характерными для этих соединений.

В лабораторном практикуме рассматриваются также различные пищевые добавки (ароматизаторы, консерванты, загустители, подсластители, красители и т.д.) их физико-химические свойства, синтез и характерные реакции, позволяющие определить строение указанных веществ.

Учитывая, что экологическая безопасность воды и пищевых продуктов приобретает всё большее значение в жизни человека, в практикуме рассматривается способ определения загрязнителей в пищевых продуктах.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для студентов технологических специальностей и товароведов всех форм обучения (очной, заочной (полной и сокращенной) и вечерней).

1. **ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. (Правила техники безопасности).**

Выполнению практических занятий по органической химии в биотехнологиях предшествует самостоятельная домашняя подготовка студентов: работа с учебниками, учебными пособиями, лекционными записями.

На первом занятии студенты ознакомятся с правилами техники безопасности, каждый студент должен расписаться в специальном журнале.

Работать в лаборатории студенты должны в халатах.

При выполнении опытов в лаборатории студенты обязаны соблюдать следующие основные правила работы:

– при выполнении каждого опыта вначале необходимо внимательно ознакомиться с описанием опыта, а затем приступать к его выполнению. Обращать особое внимание на те пункты, в которых указано “Осторожно!”;

– при использовании реактивов общего пользования поддерживать на полках порядок в расположении склянок с растворами и веществами; не перемещать их на другое место, ставить на полку так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим на этом месте. Склянки с летучими веществами после пользования следует быстро закрывать пробками;

– при выполнении опыта необходимо брать количество реактива, указанное в описании. Если количество реактива взято больше, чем необходимо для проведения опыта, лишнее количество выливать или пересыпать из пробирки в общие склянки не разрешается, во избежание порчи реактивов и растворов;

– при выполнении опытов с нагреванием необходимо пользоваться держателем пробирок. При нагревании отверстие пробирки должно быть направлено во внутреннюю сторону вытяжного шкафа;

– при нагревании пробирки с реакционной смесью наружная сторона пробирки должна быть сухой, в противном случае она лопнет;

– при работе с газоотводной трубкой необходимо сначала удалить нижний конец трубки из жидкости, а затем убрать горелку из-под пробирки с реакционной смесью;

– работу с летучими и сильно пахнущими веществами производить в вытяжном шкафу;

– при пользовании кислотами и щелочами исключить возможность попадания их на руки, лицо, одежду;

запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха вещества следует осторожно направлять к себе его пары легким движением руки;

– при воспламенении горючих веществ немедленно принимать меры к тушению огня (накрыть асбестовой сеткой, чашкой или засыпать песком). В случае большого очага пожара пользоваться огнетушителем;

– в конце работы убрать свое рабочее место и вымыть лабораторную посуду общего пользования. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный по группе, который уходит из лаборатории последним.

1. **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ В ЛАБОРАТОРИИ**

При порезах стеклом необходимо промыть рану 2%-ным раствором перманганата калия (при сильном кровотечении рану обрабатывают перекисью водорода или ватным тампоном, смоченным 10%-ным раствором хлорида железа), смазать йодной настойкой и забинтовать.

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей нужно смочить обоженное место крепким настоем чая, содержащего танин – противоожоговое средство или наложить компресс из ваты или марли, смоченной этим раствором.

При ожогах кислотами и щелочами, пораженный участок кожи следует быстро промыть большим количеством воды, после чего на обоженное место наложить примочку: при ожогах кислотой – из 2%-ного раствора питьевой соды, при ожогах щелочью – из 2%-ного раствора борной кислоты.

При ожогах бромом пораженное место необходимо обработать 1%-ным раствором карбоната натрия (пока не исчезнет бурая окраска брома), а затем наложить компресс из ваты или марли, смоченной 5%-ным раствором мочевины.

При ожогах фенолом следует промыть пораженный участок кожи водой и наложить компресс из ваты или марли, смоченной глицерином.

1. **ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ.**

Углеводы входят в состав клеток и тканей растительных и животных организмов и по массе составляют основную часть органического вещества на Земле. В живой природе они имеют большое значение как источники энергии (в растениях – крахмал, в животных организмах – гликоген); структурные компоненты (целлюлоза, хитин); составные элементы жизненно важных веществ (витамины, нуклеиновые кислоты). Некоторые углеводы используются как производные при получении пищевых добавок, которые широко применяются в последнее время в пищевой промышленности.

Опыт №1. Получение кислотным гидролизом ксилозы из ксиланов

Ксилоза является составной частью полисахаридов ксиланов, содержащихся в древесине лиственных пород, соломе, отрубях, шелухе подсолнечника, скорлупе орехов и т.п., откуда может быть выделена кислотным гидролизом:



Объект исследования: мелкоизмельчённая шелуха подсолнечника

Реактивы:

Раствор 2н серной кислоты

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 0,2н сульфата меди

В пробирку помещают на кончике шпателя шелуху подсолнечника и добавляют ~1 мл 2н серной кислоты. Реакционную смесь нагревают в пламени спиртовки, доводят до кипения и продолжают процесс ещё в течение 1-2 минуты. При нагревании необходимо пробирку держать наклонно и слегка встряхивать, чтобы раствор не выбросило. Пробирку охлаждают на воздухе, затем под струёй холодной воды. После охлаждения раствор переносят в другую пробирку и наливают 2н раствор гидроксида натрия, контролируя с помощью универсальной лакмусовой бумаги рН раствора в интервале 8-9. Затем приливают ~ 2 капли раствора сульфата меди и нагревают содержимое. Появляется желтое окрашивание, которое при длительном нагревании переходит в красный цвет. Это указывает на восстановление меди.



## Опыт № 2. Кислотный гидролиз крахмала

Объект исследования: крахмальный клейстер

Реактивы:

2н серная кислота

Раствор йода в иодиде калия

Раствор Фелинга (I)

Раствор Фелинга (II)

В пробирку наливают ~ 1мл крахмального клейстера и ~0,5 мл 2н серной кислоты. Содержимое кипятят ~2 мин на пламени спиртовки. Затем периодически пипеткой отбирают каплю гидролизата из пробирки и наносят её на предметное стекло, туда же (на стекло) добавляют 1 каплю раствора йода в иодиде калия.

По мере протекания гидролиза, отобранные пробы гидролизата при взаимодействии с йодом будут давать различную окраску. Синяя окраска крахмала сменится на фиолетовую окраску, потом на фиолетово-красную и так далее. На окончание гидролиза указывает проба, дающая с раствором йода светло-желтую окраску.

Схему гидролиза можно представить следующим образом:

(C6H10O5)n → (C6H10O5)n1 → (C6H10O5)n2  → C12H22O11 → C6H12O6

Крахмал → декстрины (амило-, эритро-, ахро-) → мальтоза → глюкоза

Для доказательства того, что конечным продуктом гидролиза является глюкоза, в пробирку с гидролизатом (предварительно охлажденную) добавляют избыток щелочи для нейтрализации кислоты (полученная среда должна иметь по индикаторной бумаге pH~8), затем добавляют ~0,5 мл растворов Фелинга (I) и ~0,5 мл Фелинга (II). Полученную смесь нагревают на пламени спиртовки до кипения. Образующийся красный осадок подтверждает наличие глюкозы в гидролизате.



глюкоза глюконовая кислота

2СuOH → H2O + Cu2O↓

(красный цвет)

Опыт №3. Ферментативный гидролиз крахмала

Объект исследования: крахмальный клейстер

Реактивы:

Фермент α-амилаза

Раствор йода в иодиде калия

В пробирку помещают ~0,5 мл крахмального клейстера и добавляют такой же объём собственной слюны. Содержимое пробирки энергично перемешивают и зажимают в руке, периодически встряхивая пробирку. Через 1-2 минуты пипеткой отбирают пробу гидролизата и помещают на предметное стекло, туда же добавляют 1 каплю раствора йода в иодиде калия. Отсутствие синей окраски указывает на то, что крахмал полностью гидролизован слюной до глюкозы.

(С6Н10О6)n + nН2О → nC6H12O6

Ферментативный гидролиз крахмала под действием α-амилазы слюны проходит быстрее по сравнению с кислотным гидролизом, требующим кроме более продолжительного времени ещё и высокой температуры.

## Опыт № 4. Осаждение пектиновых веществ из раствора

Объект исследования:

Водный раствор 1%-ный пектина

Реактивы:

Вода

Раствор хлорида кальция

Этиловый спирт

В пробирку наливают ~1 мл раствора пектина и приливают двойной объем спирта и по каплям хлористый кальций. В пробирке образуется хлопьевидный осадок пектата кальция.



сегмент макромолекулы пектина (галактуронида)

## Опыт № 5. Проба на галактуроновую кислоту (по Эрлиху)

Объект исследования: раствор пектина

Реактивы:

1%-ный водный раствор пектина

Раствор 0,1н ацетата свинца

В пробирку наливают ~0,5 мл раствора пектина, добавляют несколько капель ацетата свинца и нагревают до кипения в пламени спиртовки. Если образовавшийся вначале белый осадок постепенно окрашивается в оранжевый цвет, значит, в пектине содержится галактуроновая кислота (α- или β– аномерная конфигурация её в данном случае значения не имеет, поэтому у первого атома углерода обозначение ~ Н, ОН).



## Опыт № 6. Испытание желирующей способности пектина

Пектины используются в качестве загустителей, гелеобразователей, влагоудерживающих агентов, средств для капсулирования.

Оптимальные условия образования желе системы пектин-сахар-кислота следующие: 60%-ное содержание сахара, 1%-ная концентрация пектина, pH=2,6-3,1.

Объект исследования: 1%-ный водный раствор пектина

Реактивы:

Сахароза

Водный раствор 40%-ной лимонной кислоты

В фарфоровую чашку наливают ~25 мл 1%-ного раствора пектина, добавляют ~15 г сахарозы. Полученную смесь перемешивают стеклянной палочкой и нагревают до кипения. После ~10-минутного кипячения в слегка выпаренную смесь добавляют ~1 мл 40%-ного раствора лимонной кислоты, хорошо перемешивают и разливают в плоские формочки. Через ~2-3 часа желе застывает.

Сырьем для получения пектина на производстве служат яблоки, корки цитрусовых, свекловичный жом, шляпки подсолнечника и др.

**Лабораторная работа №4**

**«Пищевые добавки».**

**Цель: *на практике изучить свойства пищевых добавок, технику химического эксперимента, научиться пользоваться химическими приборами, реактивами, работать в химической лаборатории.***

1. **ВВЕДЕНИЕ.**

Органическая химия является основным источником знаний о природе соединений, входящих в различные продукты питания.

Органическая химия в пищевых биотехнологиях рассматривает изменение основных групп органических соединений в результате различных технологических процессов.

Питательная ценность продуктов обусловлена наличием белков, углеводов, липидов и других органических веществ. Эти группы соединений являются не только источниками энергии, они активно участвуют в различных биохимических процессах, происходящих в организме.

Знание о химических превращениях этих веществ позволяет осознанно проводить различные технологические процессы при производстве продуктов питания.

В пищевых биотехнологиях используется также большое количество органических соединений различного строения (пищевые добавки) для изменения физико-химических свойств продуктов, увеличения срока их хранения, обогащения органолептических характеристик.

Цель настоящего лабораторного практикума – ознакомить студентов с основными химическими свойствами белков, углеводов, липидов, важных с точки зрения технологических процессов, а также качественными реакциями, характерными для этих соединений.

В лабораторном практикуме рассматриваются также различные пищевые добавки (ароматизаторы, консерванты, загустители, подсластители, красители и т.д.) их физико-химические свойства, синтез и характерные реакции, позволяющие определить строение указанных веществ.

Учитывая, что экологическая безопасность воды и пищевых продуктов приобретает всё большее значение в жизни человека, в практикуме рассматривается способ определения загрязнителей в пищевых продуктах.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для студентов технологических специальностей и товароведов всех форм обучения (очной, заочной (полной и сокращенной) и вечерней).

1. **ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. (Правила техники безопасности).**

Выполнению практических занятий по органической химии в биотехнологиях предшествует самостоятельная домашняя подготовка студентов: работа с учебниками, учебными пособиями, лекционными записями.

На первом занятии студенты ознакомятся с правилами техники безопасности, каждый студент должен расписаться в специальном журнале.

Работать в лаборатории студенты должны в халатах.

При выполнении опытов в лаборатории студенты обязаны соблюдать следующие основные правила работы:

– при выполнении каждого опыта вначале необходимо внимательно ознакомиться с описанием опыта, а затем приступать к его выполнению. Обращать особое внимание на те пункты, в которых указано “Осторожно!”;

– при использовании реактивов общего пользования поддерживать на полках порядок в расположении склянок с растворами и веществами; не перемещать их на другое место, ставить на полку так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим на этом месте. Склянки с летучими веществами после пользования следует быстро закрывать пробками;

– при выполнении опыта необходимо брать количество реактива, указанное в описании. Если количество реактива взято больше, чем необходимо для проведения опыта, лишнее количество выливать или пересыпать из пробирки в общие склянки не разрешается, во избежание порчи реактивов и растворов;

– при выполнении опытов с нагреванием необходимо пользоваться держателем пробирок. При нагревании отверстие пробирки должно быть направлено во внутреннюю сторону вытяжного шкафа;

– при нагревании пробирки с реакционной смесью наружная сторона пробирки должна быть сухой, в противном случае она лопнет;

– при работе с газоотводной трубкой необходимо сначала удалить нижний конец трубки из жидкости, а затем убрать горелку из-под пробирки с реакционной смесью;

– работу с летучими и сильно пахнущими веществами производить в вытяжном шкафу;

– при пользовании кислотами и щелочами исключить возможность попадания их на руки, лицо, одежду;

запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха вещества следует осторожно направлять к себе его пары легким движением руки;

– при воспламенении горючих веществ немедленно принимать меры к тушению огня (накрыть асбестовой сеткой, чашкой или засыпать песком). В случае большого очага пожара пользоваться огнетушителем;

– в конце работы убрать свое рабочее место и вымыть лабораторную посуду общего пользования. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный по группе, который уходит из лаборатории последним.

1. **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ В ЛАБОРАТОРИИ**

При порезах стеклом необходимо промыть рану 2%-ным раствором перманганата калия (при сильном кровотечении рану обрабатывают перекисью водорода или ватным тампоном, смоченным 10%-ным раствором хлорида железа), смазать йодной настойкой и забинтовать.

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей нужно смочить обоженное место крепким настоем чая, содержащего танин – противоожоговое средство или наложить компресс из ваты или марли, смоченной этим раствором.

При ожогах кислотами и щелочами, пораженный участок кожи следует быстро промыть большим количеством воды, после чего на обоженное место наложить примочку: при ожогах кислотой – из 2%-ного раствора питьевой соды, при ожогах щелочью – из 2%-ного раствора борной кислоты.

При ожогах бромом пораженное место необходимо обработать 1%-ным раствором карбоната натрия (пока не исчезнет бурая окраска брома), а затем наложить компресс из ваты или марли, смоченной 5%-ным раствором мочевины.

При ожогах фенолом следует промыть пораженный участок кожи водой и наложить компресс из ваты или марли, смоченной глицерином.

1. **ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ.**

В пищевой промышленности применяется большая группа органических веществ, объединяемая общим термином **пищевые добавки**. В большинстве случаев под этим понятием объединяют вещества природного происхождения или полученные искусственным путём, использование которых необходимо для совершенствования технологических процессов, сохранения существующих или придания новых свойств пищевым продуктам.

**Консерванты**

Консерванты – химические вещества, с помощью которых можно замедлить или предотвратить развитие бактерий, плесеней и других микроорганизмов, и, следовательно, продлить срок годности продуктов питания.

**Опыт №1. Получение бензоата натрия**

Реактивы:

Бензойная кислота кристаллическая

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 2н серной кислоты

В пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты и ~2-3 мл воды. Содержимое пробирки энергично взбалтывают. Растворение кислоты не наблюдается. Далее по каплям прибавляют раствор гидроксида натрия, постоянно перемешивая содержимое пробирки. Происходит растворение бензойной кислоты вследствие образования бензоата натрия, хорошо растворимого в воде:

C6H5COOH + NaOH → C6H5COONa + H2O

бензойная кислота

К раствору прибавляют несколько капель 2н серной кислоты, вновь образуется осадок свободной бензойной кислоты.

C6H5COONa + H2SO4 → C6H5COOH + NaHSO4

Бензоат натрия (Е121) – консервант, применяется при производстве напитков, овощных консервов и соусов.

**Ароматизаторы**

Ароматизаторы – вещества, усиливающие вкус и аромат, которые вносятся в пищевые продукты с целью улучшения их органолептических свойств.

**Опыт №2. Доказательство наличия альдегидной группы в ванилине**

Объект исследования: водный раствор ванилина

Реактивы:

Фуксинсернистая кислота

В пробирку наливают ~1 мл раствора ванилина и добавляют ~2-3 капли фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-малиновое окрашивание. Эта качественная реакция указывает на наличие альдегидной группы.

Ванилин – ароматизатор, усилитель вкуса и аромата.

Используется при производстве кондитерских изделий, шоколада, в производстве различных напитков.

**Опыт №3. Получение изоамилацетата**

Реактивы:

Кристаллический ацетат натрия

Изоамиловый спирт

Концентрированная серная кислота

***Внимание! Опыт проводить только в вытяжном шкафу.***

В сухую пробирку помещают ~0,5 г (высота слоя ~5 мм) кристаллического ацетата натрия, ~ 2 мл изоамилового спирта и ~0,5 мл концентрированной серной кислоты. Полученную смесь нагревают в пламени спиртовки, но не кипятят. Через 1-2 минуты жидкость буреет, появляется характерный запах изоамилацетата – запах грушевой эссенции. При избытке серной кислоты возможно образование неприятно пахнущего непредельного углеводорода – амилена:

2СН2СООNa + H2SO4 → 2CH3COOH + Na2SO4



уксусная изоамиловый спирт изоамилацетат

кислота

**Опыт №4. Получение этилформиата**

Реактивы:

Этиловый спирт

Муравьиная кислота

Концентрированная серная кислота

***Внимание! Опыт проводят в вытяжном шкафу.***

В сухую пробирку приливают по ~0,5 мл муравьиной кислоты, этилового спирта и концентрированной серной кислоты. Полученную смесь осторожно нагревают в пламени спиртовки. Через 1-2 минуты жидкость буреет, появляется запах ромовой эссенции.



муравьиная этиловый этилформиат

кислота спирт

**Пищевые красители**

Пищевые красители относятся к пищевым добавкам, улучшающим внешний вид продукта. В качестве веществ, придающих окраску, используют природные и синтетические красители.

**Опыт №5. Экстракция каротина растительными жирами**

Объект исследования: каротин, полученный из моркови

Реактивы:

Растительное масло

Раствор 10%-ный лимонной кислоты

На мелкой тёрке трут морковь. Небольшое количество тёртой моркови помещают в пробирку и туда же приливают бесцветное растительное масло. Смесь в пробирке энергично перемешивают. Растительное масло окрашивается в жёлтый цвет. При добавлении 1 капли лимонной кислоты интенсивность окраски увеличивается, что свидетельствует о наличии в растительном масле β-каротина.



β-каротин (по связям расположены радикалы – СН3)

Красители – каротины Е160а(i) синтетические и натуральные широко используются для окрашивания растительных масел, маргаринов, сливочного масла и другой жиросодержащей продукции.

Опыт №6. Влияние рН среды на цвет красителя

Объект исследования: сок черного винограда, черной смородины или черники

Реактивы:

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 10%-ный лимонной кислоты

Энокрасители антоциановой природы – Е163 (экстракт из кожицы винограда, из чёрной смородины) изменяют цвет в зависимости от рН среды.

В две пробирки наливают сок соответствующей ягоды ~ по 1 мл. В первую пробирку добавляют 1 каплю гидроксида натрия, а во вторую – 1 каплю раствора лимонной кислоты. Наблюдается изменение окраски в зависимости от рН среды.

Опыт №7. Растворимость куркумина в разных растворителях

Куркумины Е100 – красители желтого цвета, используются для подкрашивания напитков, майонезов, горчицы и т.д.

Объект исследования: куркумин

Реактивы:

Этиловый спирт

Растительное масло

В две пробирки помещают на кончике шпателя куркумин. В одну пробирку приливают ~1 мл этилового спирта, а в другую такой же объем растительного масла. Содержимое пробирок энергично взбалтывают. Окраска растворов становится желтой.



**Сахарозаменители**

Сахарозаменители применяют для придания пищевым продуктам сладкого вкуса. К этой группе сладких веществ относятся сладкие спирты – полиолы: сорбит Е420, ксилит Е967, мальтит Е965 и др.

Опыт №8. Доказательство наличия гидроксильных групп в сорбите

Объект исследования: раствор 10%-ный сорбита

Реактивы:

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 2н сульфата меди

В пробирку наливают ~1 мл раствора сорбита и прибавляют 1 каплю сульфата меди и 2-3 капли гидроксида натрия. Содержимое пробирки энергично перемешивают – образовавшийся осадок растворяется и получается прозрачный раствор синего цвета. Реакция идёт в две стадии:

CuSO4 + 2NaOH → Cu(OH)2 + Na2SO4



сорбит синий цвет раствора

Сорбит используют для приготовления продуктов питания для больных диабетом, а также для производства жевательной резинки, косметических препаратов.

**Вещества, изменяющие структуру пищевых продуктов**

К этой группе пищевых добавок относятся вещества, меняющие реологические свойства пищевых продуктов: загустители, желе и студнеобразователи, пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ).

# Опыт №9. Доказательство белковой природы желатина

Объект исследования: 1%-ный раствор желатина

Реактивы:

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 0,2н сульфата меди

В пробирку приливают ~1 мл раствора желатина и добавляют 1 каплю сульфата меди и 1 каплю гидроксида натрия. Окраска раствора становится розово-фиолетовой. Желатин содержит пептидные связи, что приводит к образованию медной комплексной соли (см. оп. №1).

Желатин применяют при производстве фруктовых желе, заливных и т.д.

# Опыт №10. Применение ПАВ для стабилизации водно-жировой эмульсии

Объект исследования: растительное масло

Реактивы:

Воды

Водный раствор 10%-ный мыла

В пробирку наливают ~1 мл воды и 1 каплю растительного масла. Наблюдается четкая граница раздела между водой и растительным маслом. В пробирку вносят 1 каплю гидроксида натрия, содержимое перемешивают. В пробирке находится устойчивая эмульсия без границы раздела двух фаз.

**Пищевые загрязнители**

К пищевым загрязнителям относятся пестициды, инсектициды, антибиотики и другие вещества органической и неорганической природы.

Опыт №11. Качественная реакция на загрязнители, присутствующие в питьевой воде

Объект исследования: вода

Реактивы:

Резорцин кристаллический

Фталевый ангидрид кристаллический

Серная кислота концентрированная

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 2н соляной кислоты

Анилин

В сухую пробирку поместите несколько кристаллов резорцина и примерно столько же фталевого ангидрида, туда же добавьте 1каплю концентрированной серной кислоты. Работа ведётся в вытяжном шкафу. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают в пламени спиртовки до появления темно-красного окрашивания. Пробирку охлаждают на воздухе, затем под струёй холодной воды. В охлажденную смесь добавляют 5-6 капель воды до растворения образовавшегося флуоресцеина. Если смесь полностью не растворилась, пробирку нагревают. 1 каплю полученного оранжево-красного раствора флуоресцеина поместите в чистую пробирку и долейте её водой почти доверху. К полученному слабо-желтому раствору добавьте 1-2 капли 2н NaOH. Сразу же появляется яркая зелёная флуоресценция раствора. Затем в эту же пробирку добавьте 2 капли 2н НСI флуоресценция исчезает, а при внесении 2 капель 2н NaOH флуоресценция вновь появляется.

К полученному индикатору (флуоресцеину) добавляют 1 каплю загрязнителя (анилина) – флуоресценция исчезает.

Флуоресценция заметна при разведении 1 части флуоресцеина на 40000000 частей воды, что даёт возможность использовать флуоресцеин при санитарно-химических исследованиях (выяснении путей загрязнения питьевой воды).

**Лабораторная работа №2**

**«Липиды».**

**Цель: *на практике изучить свойства липидов, технику химического эксперимента, научиться пользоваться химическими приборами, реактивами, работать в химической лаборатории.***

1. **ВВЕДЕНИЕ.**

Органическая химия является основным источником знаний о природе соединений, входящих в различные продукты питания.

Органическая химия в пищевых биотехнологиях рассматривает изменение основных групп органических соединений в результате различных технологических процессов.

Питательная ценность продуктов обусловлена наличием белков, углеводов, липидов и других органических веществ. Эти группы соединений являются не только источниками энергии, они активно участвуют в различных биохимических процессах, происходящих в организме.

Знание о химических превращениях этих веществ позволяет осознанно проводить различные технологические процессы при производстве продуктов питания.

В пищевых биотехнологиях используется также большое количество органических соединений различного строения (пищевые добавки) для изменения физико-химических свойств продуктов, увеличения срока их хранения, обогащения органолептических характеристик.

Цель настоящего лабораторного практикума – ознакомить студентов с основными химическими свойствами белков, углеводов, липидов, важных с точки зрения технологических процессов, а также качественными реакциями, характерными для этих соединений.

В лабораторном практикуме рассматриваются также различные пищевые добавки (ароматизаторы, консерванты, загустители, подсластители, красители и т.д.) их физико-химические свойства, синтез и характерные реакции, позволяющие определить строение указанных веществ.

Учитывая, что экологическая безопасность воды и пищевых продуктов приобретает всё большее значение в жизни человека, в практикуме рассматривается способ определения загрязнителей в пищевых продуктах.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для студентов технологических специальностей и товароведов всех форм обучения (очной, заочной (полной и сокращенной) и вечерней).

1. **ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. (Правила техники безопасности).**

Выполнению практических занятий по органической химии в биотехнологиях предшествует самостоятельная домашняя подготовка студентов: работа с учебниками, учебными пособиями, лекционными записями.

На первом занятии студенты ознакомятся с правилами техники безопасности, каждый студент должен расписаться в специальном журнале.

Работать в лаборатории студенты должны в халатах.

При выполнении опытов в лаборатории студенты обязаны соблюдать следующие основные правила работы:

– при выполнении каждого опыта вначале необходимо внимательно ознакомиться с описанием опыта, а затем приступать к его выполнению. Обращать особое внимание на те пункты, в которых указано “Осторожно!”;

– при использовании реактивов общего пользования поддерживать на полках порядок в расположении склянок с растворами и веществами; не перемещать их на другое место, ставить на полку так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим на этом месте. Склянки с летучими веществами после пользования следует быстро закрывать пробками;

– при выполнении опыта необходимо брать количество реактива, указанное в описании. Если количество реактива взято больше, чем необходимо для проведения опыта, лишнее количество выливать или пересыпать из пробирки в общие склянки не разрешается, во избежание порчи реактивов и растворов;

– при выполнении опытов с нагреванием необходимо пользоваться держателем пробирок. При нагревании отверстие пробирки должно быть направлено во внутреннюю сторону вытяжного шкафа;

– при нагревании пробирки с реакционной смесью наружная сторона пробирки должна быть сухой, в противном случае она лопнет;

– при работе с газоотводной трубкой необходимо сначала удалить нижний конец трубки из жидкости, а затем убрать горелку из-под пробирки с реакционной смесью;

– работу с летучими и сильно пахнущими веществами производить в вытяжном шкафу;

– при пользовании кислотами и щелочами исключить возможность попадания их на руки, лицо, одежду;

запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха вещества следует осторожно направлять к себе его пары легким движением руки;

– при воспламенении горючих веществ немедленно принимать меры к тушению огня (накрыть асбестовой сеткой, чашкой или засыпать песком). В случае большого очага пожара пользоваться огнетушителем;

– в конце работы убрать свое рабочее место и вымыть лабораторную посуду общего пользования. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный по группе, который уходит из лаборатории последним.

1. **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ В ЛАБОРАТОРИИ**

При порезах стеклом необходимо промыть рану 2%-ным раствором перманганата калия (при сильном кровотечении рану обрабатывают перекисью водорода или ватным тампоном, смоченным 10%-ным раствором хлорида железа), смазать йодной настойкой и забинтовать.

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей нужно смочить обоженное место крепким настоем чая, содержащего танин – противоожоговое средство или наложить компресс из ваты или марли, смоченной этим раствором.

При ожогах кислотами и щелочами, пораженный участок кожи следует быстро промыть большим количеством воды, после чего на обоженное место наложить примочку: при ожогах кислотой – из 2%-ного раствора питьевой соды, при ожогах щелочью – из 2%-ного раствора борной кислоты.

При ожогах бромом пораженное место необходимо обработать 1%-ным раствором карбоната натрия (пока не исчезнет бурая окраска брома), а затем наложить компресс из ваты или марли, смоченной 5%-ным раствором мочевины.

При ожогах фенолом следует промыть пораженный участок кожи водой и наложить компресс из ваты или марли, смоченной глицерином.

1. **ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ.**

Липидами называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами. Их общим признаком является: нерастворимость в воде. Липиды широко распространены в природе. Вместе с белками и углеводами они составляют основную массу органических веществ всех живых организмов, являясь обязательным компонентом каждой живой клетки.

Липиды – важнейший компонент пищи, во многом определяющий её ценность и вкусовые достоинства.

## Опыт № 1. Получение мыла

Реактивы:

Касторовое масло

Этиловый спирт

Раствор 30%-ный гидроксида натрия

В стеклянный бюкс помещают ~1 мл касторового масла, ~1 мл этилового спирта и ~1 мл раствора гидроксида натрия. Содержимое энергично перемешивают стеклянной палочкой. Через 1-2 минуты появляется твердое мыло.

Реакция омыления и образование мыл происходит в две стадии:



жир глицерин жирные кислоты

R - COOH + NaOH → R - COONa + H2O

кислоты соли высших жирных кислот

(мыла)

**Опыт № 2. Растворение мыла в воде**

Объект исследования: мыло, полученное в опыте №13

В пробирку наливают ~2-3 мл воды и туда же вносят небольшой кусочек мыла, полученного ранее (опыт №13). Содержимое пробирки нагревают в пламени спиртовки. При нагревании мыло растворяется быстрее, чем в холодной воде. При перемешивании содержимого пробирки, появляется обильное вспенивание.

**Опыт № 3. Гидролиз мыла**

Объект исследования: мыло, полученное в опыте №13

Реактивы:

Спиртовой раствор фенолфталеина

В пробирку вносят мыло и добавляют ~1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Покраснение раствора не происходит. Это указывает на то, что сваренное мыло является смесью солей высших жирных кислот и не содержит свободной щелочи. Затем в ту же пробирку вносят ~5-10 капель воды. Раствор окрашивается в малиновый цвет. Реакция водных растворов мыла всегда щелочная:

RCOONa + HOH → RCOOH + NaOH

**Опыт №4. Выделение свободных жирных кислот из мыла**

Объект исследования: мыло, полученное в опыте №13

Реактивы:

Раствор 2н серной кислоты

В пробирку вносят немного мыла, ~2 мл воды и добавляют ~1 каплю 2н раствора серной кислоты. Сразу же выпадает хлопьевидный осадок свободных жирных кислот, главным образом пальмитиновой С15Н31СООН и стеариновой С17Н35СООН.

RCOONa + H2SO4 → RCOOH↓ + NaHSO4

Опыт №5. Сравнение ненасыщенности жиров

Степень ненасыщенности жира зависит от наличия в его составе остатков жирных непредельных кислот. Последние легко присоединяют по месту кратной связи галогены. Обычно степень ненасыщенности жиров определяют йодным числом. Иодное число – это число граммов йода, присоединившиеся к 100 г жира.

Объект исследования: маргарин, подсолнечное масло

Реактивы:

Хлороформ

Водный 1%-ный раствор крахмала

Спиртовой раствор 0,05%-ный йода

В одну пробирку вносят ~0,5 г маргарина, в другую- ~0,5 г растительного масла. В обе пробирки добавляют (под тягой) по ~1 мл хлороформа. Содержимое пробирок энергично перемешивают до полного растворения жиров. Затем в пробирки вносят по ~2капли водного раствора крахмала и по каплям спиртовой раствор йода. В пробирках образуется синее кольцо на поверхности смеси. Далее обе пробирки энергично встряхивают. В пробирке с растительным маслом окраска исчезает.

В случае растительного (подсолнечного) масла происходит присоединение йода по двойным связям, которые имеются в остатках олеиновой, линолевой, линоленовой кислот. Реакция проходит по схеме:



#### Опыт № 6. Открытие липидов (акролеиновая проба)

Объект исследования: растительное масло

Реактивы:

Раствор фуксинсернистой кислоты

Кислый сульфат калия

***Опыт проводят в вытяжном шкафу!*** В сухую пробирку вносят ~1-2 капли растительного масла и на кончике шпателя кислый сульфат калия КНSO4. Затем в пробирку помещают узкую полоску фильтровальной бумаги, смоченной раствором фуксинсернистой кислоты. Далее пробирку с реакционной смесью нагревают. Как только, выделяющиеся в ходе реакции пары акролеина достигнут фильтровальной бумаги – она порозовеет. Образование акролеина также обнаруживается по резкому, острому запаху.

Глицерин, являясь 3-х атомным спиртом, образует вначале с двумя молекулами KHSO4 калиевую соль дисернокислого эфира глицерина:





## Опыт №7. Превращение олеиновой кислоты в элаидиновую –элаидиновая проба

Реактивы:

Олеиновая кислота

Насыщенный раствор нитрита натрия

Раствор 2н серной кислоты

В пробирку наливают ~1 мл олеиновой кислоты, приливают к ней равный объем насыщенного раствора нитрита натрия (NaNO2) и встряхивают. Затем к смеси осторожно прибавляют несколько капель разбавленной серной кислоты, встряхивают и оставляют стоять на некоторое время, опыт проводят в вытяжном шкафу; выделяются окислы азота. Под влиянием азотистой кислоты, которая образуется в результате взаимодействия нитрита натрия с серной кислотой, жидкая олеиновая кислота изомеризуется в твердую элаидиновую кислоту (цис-форма переходит в транс-форму)

2NaNO2 + H2SO4  → Na2SO4 + 2HNO2



**Лабораторная работа №3**

**«Белки».**

**Цель: *на практике изучить свойства белков, технику химического эксперимента, научиться пользовать химическими приборами, реактивами, работать в химической лаборатории.***

1. **ВВЕДЕНИЕ.**

Органическая химия является основным источником знаний о природе соединений, входящих в различные продукты питания.

Органическая химия в пищевых биотехнологиях рассматривает изменение основных групп органических соединений в результате различных технологических процессов.

Питательная ценность продуктов обусловлена наличием белков, углеводов, липидов и других органических веществ. Эти группы соединений являются не только источниками энергии, они активно участвуют в различных биохимических процессах, происходящих в организме.

Знание о химических превращениях этих веществ позволяет осознанно проводить различные технологические процессы при производстве продуктов питания.

В пищевых биотехнологиях используется также большое количество органических соединений различного строения (пищевые добавки) для изменения физико-химических свойств продуктов, увеличения срока их хранения, обогащения органолептических характеристик.

Цель настоящего лабораторного практикума – ознакомить студентов с основными химическими свойствами белков, углеводов, липидов, важных с точки зрения технологических процессов, а также качественными реакциями, характерными для этих соединений.

В лабораторном практикуме рассматриваются также различные пищевые добавки (ароматизаторы, консерванты, загустители, подсластители, красители и т.д.) их физико-химические свойства, синтез и характерные реакции, позволяющие определить строение указанных веществ.

Учитывая, что экологическая безопасность воды и пищевых продуктов приобретает всё большее значение в жизни человека, в практикуме рассматривается способ определения загрязнителей в пищевых продуктах.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для студентов технологических специальностей и товароведов всех форм обучения (очной, заочной (полной и сокращенной) и вечерней).

1. **ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. (Правила техники безопасности).**

Выполнению практических занятий по органической химии в биотехнологиях предшествует самостоятельная домашняя подготовка студентов: работа с учебниками, учебными пособиями, лекционными записями.

На первом занятии студенты ознакомятся с правилами техники безопасности, каждый студент должен расписаться в специальном журнале.

Работать в лаборатории студенты должны в халатах.

При выполнении опытов в лаборатории студенты обязаны соблюдать следующие основные правила работы:

– при выполнении каждого опыта вначале необходимо внимательно ознакомиться с описанием опыта, а затем приступать к его выполнению. Обращать особое внимание на те пункты, в которых указано “Осторожно!”;

– при использовании реактивов общего пользования поддерживать на полках порядок в расположении склянок с растворами и веществами; не перемещать их на другое место, ставить на полку так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим на этом месте. Склянки с летучими веществами после пользования следует быстро закрывать пробками;

– при выполнении опыта необходимо брать количество реактива, указанное в описании. Если количество реактива взято больше, чем необходимо для проведения опыта, лишнее количество выливать или пересыпать из пробирки в общие склянки не разрешается, во избежание порчи реактивов и растворов;

– при выполнении опытов с нагреванием необходимо пользоваться держателем пробирок. При нагревании отверстие пробирки должно быть направлено во внутреннюю сторону вытяжного шкафа;

– при нагревании пробирки с реакционной смесью наружная сторона пробирки должна быть сухой, в противном случае она лопнет;

– при работе с газоотводной трубкой необходимо сначала удалить нижний конец трубки из жидкости, а затем убрать горелку из-под пробирки с реакционной смесью;

– работу с летучими и сильно пахнущими веществами производить в вытяжном шкафу;

– при пользовании кислотами и щелочами исключить возможность попадания их на руки, лицо, одежду;

запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха вещества следует осторожно направлять к себе его пары легким движением руки;

– при воспламенении горючих веществ немедленно принимать меры к тушению огня (накрыть асбестовой сеткой, чашкой или засыпать песком). В случае большого очага пожара пользоваться огнетушителем;

– в конце работы убрать свое рабочее место и вымыть лабораторную посуду общего пользования. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный по группе, который уходит из лаборатории последним.

1. **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ В ЛАБОРАТОРИИ**

При порезах стеклом необходимо промыть рану 2%-ным раствором перманганата калия (при сильном кровотечении рану обрабатывают перекисью водорода или ватным тампоном, смоченным 10%-ным раствором хлорида железа), смазать йодной настойкой и забинтовать.

При термических ожогах, чтобы предупредить образование пузырей нужно смочить обоженное место крепким настоем чая, содержащего танин – противоожоговое средство или наложить компресс из ваты или марли, смоченной этим раствором.

При ожогах кислотами и щелочами, пораженный участок кожи следует быстро промыть большим количеством воды, после чего на обоженное место наложить примочку: при ожогах кислотой – из 2%-ного раствора питьевой соды, при ожогах щелочью – из 2%-ного раствора борной кислоты.

При ожогах бромом пораженное место необходимо обработать 1%-ным раствором карбоната натрия (пока не исчезнет бурая окраска брома), а затем наложить компресс из ваты или марли, смоченной 5%-ным раствором мочевины.

При ожогах фенолом следует промыть пораженный участок кожи водой и наложить компресс из ваты или марли, смоченной глицерином.

1. **ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ.**

Любой организм животного, растительного и микробиологического происхождения состоит из белков, которые относятся к органическим веществам, определяющим наиболее важные процессы, протекающие в живых организмах. Без белков невозможно представить себе жизнь.

Белки – важнейшая составная часть пищи человека и животных; поставщик необходимых им α-аминокислот.

**Опыт №1. Обнаружение в пищевых объектах растворимых белков (биуретовая реакция)**

Своё название реакция получила от производного мочевины – биурета, имеющего (как и белок) группировку –СО-NH– и дающего, соответственно, то же окрашивание.

Объект исследования: горох, водная вытяжка из сыра, водный раствор желатина

Рективы:

Раствор 0,2н сульфата меди

Раствор 2н гидроксида натрия

В одну пробирку помещают горошину и заливают водой ~4 мл. Содержимое энергично взбалтывают. Затем из неё отливают в другую пробирку ~1 мл раствора.

Во вторую пробирку наливают водную вытяжку из сыра ~1 мл.

В третью пробирку приливают водный раствор желатина ~1 мл.

В каждую из трёх подготовленных к анализу пробирок с исследуемыми объектами наливают ~1 каплю раствора сульфата меди и 2 капли раствора гидроксида натрия. Наблюдается появление розово-фиолетовой окраски, указывающей на наличие в белковых молекулах пептидных связей.

Схему реакции можно представить следующими уравнениями:

2NaOH + CuSO4 → Na2SO4 + Cu(OH)2↓



## Опыт № 2. Ксантопротеиновая реакция (на наличие ароматических аминокислот)

Объект исследования: водный раствор белка, полученный экстракцией

гороха (опыт №1), водная вытяжка из сыра, водный раствор желатина

Реактивы:

Концентрированная азотная кислота

Раствор 2н гидроксида натрия

В каждую из трех пробирок наливают по ~1 мл водного раствора, полученного экстракцией гороха (опыт №1), водной вытяжки из сыра и водного раствора желатина. Затем в каждую из этих пробирок приливают ~0,5 мл концентрированной азотной кислоты и содержимое нагревают до кипения. Образуется сгусток желтого цвета. При добавлении к нему щелочи окраска становится оранжевой в связи с ионизацией фенольной гидроксильной группы и увеличением вклада иона в сопряжение. Эта реакция указывает на наличие в белках аминокислот, содержащих ароматические кольца.



Опыт №3. Реакция на слабосвязанную серу (реакция Фоля)

Объект исследования: водный раствор белка, полученный экстракцией гороха (опыт №1), водная вытяжка из сыра, водный раствор желатина.

Реактивы:

Раствор 2н гидроксида натрия

Раствор 5%-ный ацетата свинца (II)

В каждую из трёх пробирок наливают ~1 мл исследуемого раствора. Далее прибавляют такой же объём 2н раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирок нагревают в пламени спиртовки до кипения. Затем к горячему раствору добавляют ~1 мл ацетата свинца и нагревают до кипения. В результате гидролиза происходит отщепление серы в виде сульфида натрия, который с плюмбитом натрия даёт чёрный или бурый осадок сульфида свинца.

Реакция протекает в соответствии с уравнениями:

CH2-CH-COOH + 2NaOH → CH2-CH-COOH + Na2S

⏐ ⏐ | ⏐

HS NH2 HO NH2

цистеин серин

(СН3СОО)2Pb + 4 NaOH → Na2PbO2 + 2CH3COONa + 2 H2O

ацетат свинца плюмбит натрия

Na2S + Na2PbO2 + 2H2O → PbS↓ + 4NaOH

сульфид натрия сульфид свинца

## Опыт № 4. Высаливание белков

Высаливание – обратимая реакция осаждения белков из раствора с помощью высоких концентраций нейтральных солей: хлорида натрия, сульфата аммония и др. При высаливании происходит дегидратация макромолекул белков и устранение заряда. На процесс высаливания влияет ряд факторов: гидрофильность белка, его относительная молекулярная масса. Поэтому для высаливания различных белков требуется разные концентрации одних и тех же солей. Например, в концентрированном растворе сульфата аммония (NH4)2SO4 глобулины осаждаются, так как имеют большую молекулярную массу, чем альбумины. Альбумины же в таком растворе растворяются.

##### Объект исследования: яичный белок

Реактивы:

Насыщенный раствор сульфата аммония

В колбу приливают ~5 мл яичного белка добавляют равный объем насыщенного раствора сульфата аммония и перемешивают. Получается полунасыщенный раствор сульфата аммония, в котором выпадает осадок яичного глобулина. Через ~5 мин осадок отфильтровывают через бумажный фильтр в другую колбу. В фильтрате остается белок – яичный альбумин.

Для высаливания альбуминов к фильтрату добавляют порошок сульфата аммония до полного насыщения, т.е. до тех пор, пока новая порция порошка не останется нерастворенной. Выпавший осадок альбумина отфильтровывают через бумажный фильтр в колбу. С фильтратом проводят биуретовую реакцию. Отрицательная реакция указывает на отсутствие белка в фильтрате (т.е. белки разделены и выделены).

## Опыт № 5. Осаждение белков спиртом

##### Объект исследования: яичный белок

Реактивы:

Этиловый спирт

В пробирку наливают ~1мл белка и добавляют равный объем этанола, образуется осадок.

Спирт дегидратирует молекулы белка, понижая их агрегативную устойчивость, аналогично на белки действует ацетон.

При добавлении к полученному осадку воды наблюдается растворение хлопьев белка (обратимое осаждение).

## Опыт № 6. Денатурация белков

Пространственная структура белков способна нарушаться под влиянием ряда факторов – химических реагентов, повышенной температуры, изменения рН среды, облучения УФ-светом, механическом действии (например, сильном перемешивании растворов).

Разрушение природной (нативной) макроструктуры белка называется **денатурацией**. Первичная структура белка при денатурации сохраняется, а вторичная, третичная и четвертичная структуры разрушаются. У денатурированных белков снижается растворимость, и они легко выпадают в осадок, у них также исчезает биологическая активность.

**а) Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами**

Объект исследования: раствор яичного белка

Реактивы:

Азотная кислота концентрированная

Серная кислота концентрированная

В две пробирки наливают по ~10 капель концентрированных кислот: в первую азотную, а во вторую серную. Наклоняют пробирку под углом 45о и в каждую осторожно по стенке пробирки наливают по каплям такой же объем белка (~10 капель) так, чтобы обе жидкости не смешивались. На границе двух слоёв жидкости образуется осадок в виде небольшого кольца. При добавлении избытка кислоты осадок исчезает.

**б). Осаждение белков органической кислотой**

Объект исследования: раствор яичного белка

Реактивы:

Раствор 10%-ный трихлоруксусной кислоты

В пробирку наливают ~1мл раствора белка и добавляют ~2-3 капли 10%-ной трихлоруксусной кислоты. Белок выпадает в осадок.

**в). Осаждение белков фенолом**

Объект исследования: раствор яичного белка

Реактивы:

Раствор 1%-ный фенола

В пробирку наливают ~1 мл раствора белка и такой же объем раствора фенола. Смесь мутнеет вследствие денатурации белка.

## г). Осаждение белков солями тяжелых металлов

Объект исследования: раствор яичного белка

Реактивы:

Раствор 5%-ный ацетата свинца (II)

В две пробирки помещают по ~2 мл раствора белка. В каждую из них по каплям добавляют раствор ацетата свинца (до образования осадка). Затем в одну из пробирок добавляют избыток раствора ацетата свинца. Наблюдают пептизацию – образование коллоидного раствора.

Осаждение белков тяжелыми металлами – необратимый процесс.

д). Денатурация белков под воздействием температуры

Объект исследования: раствор яичного белка

В пробирку приливают ~1 мл раствора яичного белка. Содержимое пробирки нагревают в пламени спиртовки до появления помутнения или хлопьев.