



Кафедра
технологии мясных, молочных
продуктов и химии

Б1.О.33 Основы химии органического сырья и пищевых продуктов

Методические указания для выполнения лабораторных работ

Направление подготовки

35.03.07. Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки

Прогрессивные технологии производства и переработки
продукции животноводства

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

УДК 636.4

ББК 46.5

Рекомендовано к изданию методической комиссией
факультета пищевых технологий

(протокол №8 от 21 марта 2024 г.)

Составитель: к.х.н, доцент Ишбердина Р.Р.

Ответственный за выпуск:

Заведующий кафедрой ТММП и химии
д. б. наук, профессор Миронова И.В.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	5
Общие правила работы в химической лаборатории и техника безопасности при работе	
Тема №1 «Основы химии растворов»	7
Лабораторная работа №1 «Приготовление растворов заданной концентрации»	9
Тема №2 «Химические методы анализа»	13
Лабораторная работа №2 «Установка титра гидроксида натрия»	13
Тема №3 «Углеводы»	15
Лабораторная работа №3 «Моносахариды и дисахариды. Качественные реакции»	15
Лабораторная работа №4 «Дисахариды и полисахариды»	20
Тема №5 «Аминокислоты. Белки»	24
Лабораторная работа №6 «Цветные реакции на аминокислоты в составе белков»	29
Тема №6 «Рефрактометрический анализ»	31
Лабораторная работа №7 «Определение содержания влажности зерен ячменя и пшеницы»	32
Тема №7 «Кондуктометрия»	33
Лабораторная работа №8 «Определение золы в сахаре и мелассе»	35
Список использованной литературы	37

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине Б1.О.33 Основы химии органического сырья и пищевых продуктов первого курса факультета биотехнологий и ветеринарной медицины. Составлены в соответствии с программой подготовки бакалавра по направлениям: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Каждая лабораторная работа выполняется студентами индивидуально и проводится в течение 2-х часов в следующей последовательности:

- 1) студент дома самостоятельно знакомится с целью работы, изучает методическое указание и соответствующую учебную литературу, оформляет описательную часть отчета;
- 2) на занятии студент получает задание у преподавателя и приступает к выполнению работы;
- 3) после завершения работы студент приводит рабочее место в порядок, делает необходимые расчеты, заканчивает оформление отчета и сдает его преподавателю.

Работа считается выполненной студентом только тогда, когда отчет со всеми результатами и сделанными на основании их выводами принят преподавателем.

Общие правила работы в лаборатории и техника безопасности

1. Перед каждой лабораторной работой следует изучить относящийся к ней теоретический материал. Только тогда лабораторные занятия будут полезными и продуктивными.
2. Начинать опыты следует только после внимательного ознакомления с описанием работы и уяснив технику ее выполнения.
3. Не брать реактивы в большем количестве, чем требуется для проведения опыта.
4. Неизрасходованные или взятые в избытке реактивы не рекомендуется сливать обратно в бутылки или другую тару; их необходимо сдавать лаборанту.
5. Не загромождать рабочее место посторонними предметами или реагентами.
6. Не уносить приборы и аппараты, а также реактивы общего пользования на свое рабочее место. Принять за правило: каждый предмет или реактив возвращать на место сразу же после его использования.
7. Все работы с вредными веществами проводить только под вытяжным шкафом. Нельзя переносить концентрированные кислоты и щелочи с одного места на другое.
8. Не путать пробки от склянок, а также пипетки для отбора жидких реактивов.
9. Горячие приборы и посуду ставить только на специальные подставки, а не на стол.
10. По окончании работы необходимо вымыть химическую посуду, тщательно убрать рабочее место, отключить воду и электричество.
11. Обязательно вести запись результатов проведенных лабораторных работ. Пока в тетрадь не занесены результаты предыдущего опыта, не переходить к следующему.
12. При нагревании пробирок и колб с их содержимым во избежание выброса жидкости нельзя направлять их отверстием к себе или в сторону соседа.

13. Если на кожу попала концентрированная кислота, то пораженное место следует тотчас же промыть обильным количеством воды под краном, после чего обработать 5%-ным раствором соды.
14. В случае попадания концентрированной щелочи пораженное место следует промыть водой, затем разбавленным раствором уксусной кислоты.
15. При получении ожогов от прикосновения к горячим предметам надо обожженное место покрыть марлей, пропитанной 2%-ным раствором перманганата калия или 3%-ным раствором танина.
16. При порезах рук стеклом следует в первую очередь удалить из раны осколки стекла, затем смыть кровь 2%-ным раствором перманганата калия или спиртом и, смазав рану иодной настойкой, забинтовать.
17. Испытывать газы на запах нужно осторожно: пробирку следует держать в полувывянутой левой руке так, чтобы отверстие находилось ниже уровня носа, и правой рукой направлять к себе слабый ток воздуха.
18. Огнеопасные вещества, такие, как водород, бензин, эфир, надо держать подалеже от источника открытого огня.

ЗАПИСЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Во время лабораторных работ студент обязательно должен вести протоколы опытов в специальной тетради. Рекомендуется следующая форма записи лабораторных работ (в тетради на развернутом листе):

Дата _____ Лабораторная работа № _____

Тема: _____

Название опыта	Уравнение основной реакции (с указанием по возможности механизма)	Условия опыта	Результат опыта	Выводы
1	2	3	4	5

Графы 1,2 и 3 заполняются дома при подготовке к практическому занятию, графы 4 и 5 – в лаборатории после проведения каждого опыта. Условия опыта (графа 3) указываются очень кратко: обычные условия, нагревание, охлаждение и т.д. Результат опыта (графа 4) также записывается несколькими словами: выпадение черного осадка, синее окрашивание раствора, выделение бесцветного горючего газа и т.д. При заполнении протоколов опытов особое внимание следует обратить на графу 5. Выводы из каждого опыта должны быть хорошо продуманы и изложены кратко и ясно, но с достаточной глубиной.

Тема 1 ОСНОВЫ ХИМИИ РАСТВОРОВ

Содержание растворенного вещества (**р.в.**) в растворе (**р-р**) можно выразить либо безразмерными единицами – долями или процентами, либо величинами размерными – концентрациями. В таблице приведены некоторые способы выражения состава растворов:

Способ выражения содержания р.в. в р-ре	Обозначения и единицы измерения		Математические выражения	Размерности
	р.в.	р-ра		
Массовая доля, ω	m-масса (г, кг...)	m=100 единиц массы (г, кг...)	$\omega = \frac{m_{p.v.}}{m_{p-ra}} \cdot 100\% \text{ или}$ $\omega = \frac{m_{p.v.}}{m_{p-ra}}$	% -
Молярная концентрация или молярность, C_m	n_m – число молей	V=1л	$C_m = \frac{n_m}{V_{(л)}} = \frac{m}{M \cdot V_{(л)}}$ $C_m = \frac{m \cdot 1000(мл / л)}{M \cdot V(мл)}$ <p>M – молярная масса, г/моль</p>	$\frac{моль}{л} \leftrightarrow M$

Эквивалентная концентрация или нормальность C_H, N	n_3 -число моль- эквивалентов	$V=1\text{л}$	$C_H = \frac{n_3}{V_{(л)}} = \frac{m}{M_3 \cdot V_{(л)}}$ $C_H = \frac{m \cdot 1000(\text{мл} / \text{л})}{M_3 \cdot V(\text{мл})}$ $M_3\text{—молярная масса эквивалента; г/моль-экв.}$	$\frac{\text{моль-экв}}{\text{л}} \leftrightarrow n$
Титр, T	m -масса, г	$V=1\text{мл}$	$T = \frac{m_{p.в.}}{V_{p-ра}(\text{мл})}$	$\frac{\text{г}}{\text{мл}}$

Решение задач на переход от одного способа выражения состава раствора к другому основано на использовании математических соотношений между различными единицами измерения компонентов растворов:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad n_M = \frac{m}{M} \qquad n_3 = \frac{m}{M_3}$$

Пример 1

$$C_M \rightarrow \omega; \qquad C_H \rightarrow \omega$$

1) Найти массу 1 л раствора (1 л= 1000 мл)

$$m_{p-ра} = \rho \cdot V = \rho \cdot 1000$$

2) Определить массу растворенного вещества в 1 л раствора

$$m_{p.в.} = C_M \cdot M \cdot V_{p-ра}; \qquad m_{p.в.} = C_H \cdot M_3 \cdot V_{p-ра}$$

$$V_{p-ра} = 1\text{л}$$

3) Вычислить массовую долю растворенного вещества

$$\omega = \frac{m_{p.в.}}{m_{p-ра}} \cdot 100\%$$

Пример 2

$$\omega \rightarrow C_M; \qquad \omega \rightarrow C_H$$

1) Найти массу 1 л раствора (см. пример 1)

2) Определить массу растворенного вещества в 1 л раствора

$$\omega = \frac{m_{p.в.}}{m_{p-ра}} \Rightarrow m_{p.в.} = \omega \cdot m_{p-ра}$$

3) Вычислить число молей (моль-экв) растворенного вещества в 1л раствора, т.е. C_M (C_N):

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V_{p-pa}}; \quad C_N = \frac{m}{M_{\text{э}} \cdot V_{p-pa}};$$

$$V_{p-pa} = 1\text{л}$$

Пример 3

$$C_M \rightleftharpoons C_N$$

$1\text{моль-экв} \quad \text{---} \quad \frac{1\text{моль}}{n}$		$C_N = C_M \cdot n$	$C_M = \frac{C_N}{n}$
$C_n \frac{\text{моль-экв}}{\text{л}} \quad \text{---} \quad C_m \frac{\text{моль}}{\text{л}}$			

n – число реакционноспособных химических связей в веществе (см. тему «Эквивалент», «Закон эквивалентов»).

Для реакций, протекающих в растворах, состав которых выражен эквивалентной концентрацией, закон эквивалентов можно записать так:

$$C_{N,1} \cdot V_1 = C_{N,2} \cdot V_2 \quad \text{или} \quad N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

V – объем раствора, мл или л;

C_N или N – нормальность раствора.

Это же выражение можно использовать в расчетах по приготовлению разбавленных растворов из более концентрированных и наоборот.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \text{отношение нормальных концентраций растворов обратно}$$

пропорционально отношению их объемов.

Эквивалентная концентрация растворов связана с его титром соотношением:

$$T = \frac{N \cdot M_{\text{э}}}{1000}$$

Лабораторная работа №1

Цель работы:

научиться готовить растворы с различными способами

выражения состава.

Задачи:

- 1) сделать расчеты и приготовить раствор в соответствии с полученным заданием;
- 2) определить плотность приготовленного раствора;
- 3) используя значение плотности раствора и метод интерполяции, определить массовую долю растворенного вещества в растворе.

Реактивы и

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (или $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$);

оборудование:

технические весы, набор ареометров; пергаментная бумага или калька; коническая колба на 100 мл; мерная колба на 50 мл; мерные цилиндры на 50, 100мл; воронка; стеклянная палочка.

2.1 Приготовление раствора с заданной массовой долей ($\omega\%$)

1. Вычислить навеску $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, необходимую для приготовления раствора с заданным параметром ($m_{\text{р-ра}}$ и m_{CuSO_4} из таблицы 1), взвесить на технических весах с точностью до 0.01 г и перенести в коническую колбу.
- 2 Рассчитать объем дистиллированной воды, отмерить мерным цилиндром и перелить в колбу с навеской.
- 3 Осторожно и тщательно перемешать раствор до полного растворения навески.
- 4 Измерить ареометром плотность приготовленного раствора (ρ_x).
- 5 Используя данные таблицы 1и метод интерполяции определить точное процентное содержание ω_x (CuSO_4) в приготовленном растворе. Сравнить полученную величину с заданной.
- 6 Рассчитать молярность и нормальность приготовленного раствора.

2.2 Приготовление раствора молярной и нормальной концентраций

- 1 Рассчитать навеску $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, соответствующую заданию, отвесить на технических весах с точностью до 0,01 г, перенести с помощью воронки в мерную

колбу заданного объема, тщательно смыть дистиллированной водой с воронки оставшуюся на ней соль.

2 В мерную колбу с навеской прилить небольшое количество дистиллированной воды для растворения навески.

3 После полного растворения навески довести объем раствора в мерной колбе дистиллированной водой до метки по нижнему мениску, образуемому раствором. Раствор тщательно перемешать.

4 Перелить полученный раствор в цилиндр и измерить плотность приготовленного раствора..

5. Вычислить массовую долю (ω) полученного раствора.

Таблица 1 Индивидуальные задания по приготовлению растворов различной концентрации

№ п/п	$m_p, г$	$\omega\%$ $CuSO_4$	№ п/п	$V_p, мл$	$C_m,$ <i>моль/л</i>	№ п/п	$V_p, мл$	$C_n,$ <i>моль-экв/л</i>
1	50	6,00	2	50	0,10	3	50	0,20
4	50	5,50	5	50	0,15	6	50	0,30
7	50	5,00	8	50	0,20	9	50	0,40
10	50	4,50	11	50	0,22	12	50	0,45
13	50	4,00	14	50	0,25	15	50	0,50
16	50	3,50	17	50	0,30	18	50	0,60
19	50	3,00	20	50	0,35	21	50	0,70

Правила пользования ареометром

1) Цилиндр емкостью на 50 мл ополоснуть небольшим количеством приготовленного раствора.

2) Заполнить цилиндр определяемым раствором на 2/3 объема.

3) Плавнo опустить ареометр в раствор. То деление, до которого ареометр свободно погружается в жидкость, показывает значение плотности (ρ_x) раствора (отсчет производить по шкале сверху вниз по верхней части мениска раствора).

Полученное значение ρ_x позволяет определить массовую долю ω_x растворенного вещества в растворе.

Таблица 2 Плотность водных растворов $CuSO_4$

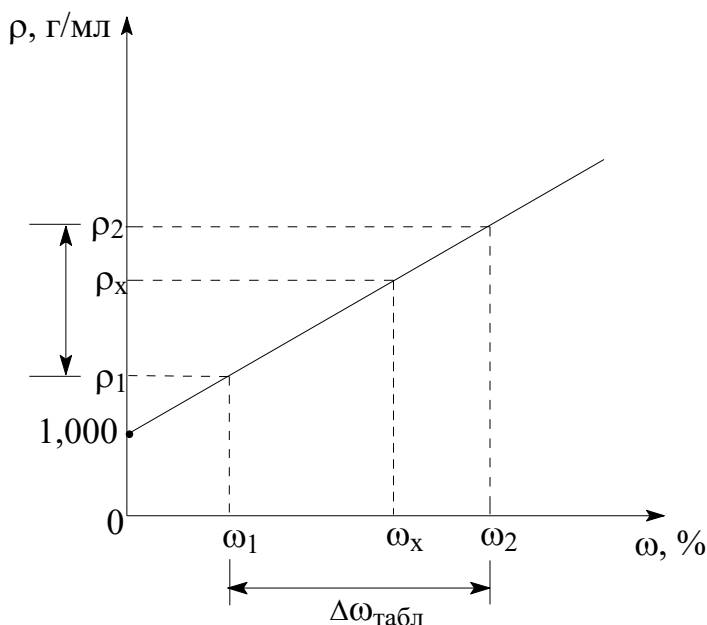
ρ , г/мл	$\omega\%$	ρ , г/мл	$\omega\%$
1,009	1	1,049	5
1,019	2	1,059	6
1,029	3	1,069	7
1,039	4	1,079	8

Таблица 3 Плотность водных растворов Na_2CO_3

ρ , г/мл	$\omega\%$	ρ , г/мл	$\omega\%$
1,009	1	1,049	5
1,019	2	1,059	6
1,029	3	1,069	7
1,039	4	1,079	8

Метод интерполяции

Данный метод применяется в случае, если в справочной таблице не окажется числового значения плотности, соответствующего приготовленному раствору. Для расчета используют значения, ближайшие по величине к приготовленному раствору: строится график $\rho = f(\omega\%)$, значения ρ и $\omega\%$ необходимо взять из таблицы 2 и 3. Затем, используя полученное значение ρ_x по графику определяем значение $\omega_x\%$.



$$\begin{array}{ccc} \rho_1 < & \rho_x < & \rho_2 \\ \downarrow & & \downarrow \\ \omega_1 < & \omega_x < & \omega_2 \end{array}$$

$\rho_1, \rho_2, \omega_1, \omega_2$ - табличные значения;
 ρ_x - плотность приготовленного раствора;
 ω_x - массовая доля растворенного вещества в приготовленном растворе

- 1) $\Delta\rho_{\text{табл.}} = \rho_2 - \rho_1$
- 2) $\Delta\omega_{\text{табл.}} = \omega_2 - \omega_1$
- 3) $\Delta\rho_x = \rho_2 - \rho_x$
- 4) $\Delta\omega_x$ можно найти из пропорции:

$$\left. \begin{array}{cc} \Delta \rho_{\text{табл}} & \text{---} & \Delta \omega_{\text{табл}} \\ \Delta \rho_{\text{x}} & \text{---} & \Delta \omega_{\text{x}} \end{array} \right| \Delta \omega_{\text{x}} = \frac{\Delta \rho_{\text{x}} \cdot \Delta \omega_{\text{табл}}}{\Delta \rho_{\text{табл}}}$$

$$5) \Delta \omega_{\text{x}} = \omega_2 - \omega_{\text{x}} \Rightarrow \omega_{\text{x}} = \omega_2 - \Delta \omega_{\text{x}}$$

Тема 2 ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Лабораторная работа №2

Тема: Установка титра рабочего раствора гидроксида натрия

Цель работы: Освоить правила и приемы работы с мерной посудой, технику кислотно-основного титрования и установить титр рабочего раствора гидроксида натрия по стандартному раствору соляной кислоты.

Посуда и реактивы:

Бюретка вместимостью 25 см³.

Мерная пипетка вместимостью 10 см³.

Коническая колба для титрования вместимостью 100 см³.

Химический стакан вместимостью 100 см³.

Воронка диаметром 3 см.

Стакан для слива.

Стандартный раствор соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль-экв/л.

Рабочий раствор гидроксида натрия NaOH с приблизительной концентрацией 0,1000 моль-экв/л.

Спиртовой раствор метилового оранжевого с массовой долей 1,0%.

Порядок выполнения работы:

Подготовка мерной посуды к работе. Бюретку промывают водопроводной, затем дистиллированной водой и титрантом и укрепляют в штативе в строго вертикальном положении.

Через воронку заполняют бюретку раствором титрантом в соответствии с правилами:

- раствор наливают выше уровня нулевой отметки;

- заполняют раствором «носик бюретки», вытесняя из него воздух;
- устанавливают уровень раствора в бюретке на нулевое значение;
- в момент отсчета показаний бюретки глаз экспериментатора должен находиться на уровне мениска и отсчет проводят по нижнему краю мениска;
- раствор из бюретки при титровании приливать по каплям, не допуская вытекания струей, а титруемый раствор в колбе постоянно перемешивать;
- носик бюретки должен погружаться в колбу для титрования на 2-3 см;
- мерную пипетку промывают водопроводной, затем дистиллированной водой и небольшим объемом титруемого раствора. Выполнение титрования. Мерной пипеткой отбирают 10 мл стандартного раствора соляной кислоты и переносят в колбу для титрования. Дают раствору полностью вытечь и затем осторожно трижды прикасаются «носиком» пипетки к дну колбы, слегка наклоняя колбу. В колбу для титрования добавляют 1-2 капли индикатора метилового оранжевого. Колбу с содержимым помещают под «носик» бюретки и приливают раствор титранта небольшими порциями, перемешивая колбу для титрования круговыми движениями. Титрование прекращают после окрашивания титруемого раствора в бледно-желтый цвет от одной капли NaOH, и окраска раствора должна быть устойчивой в течение 30 сек. Первое титрование проводят ориентировочно, последующие три – точно вблизи точки эквивалентности. Расхождение результатов титрований не должно отличаться более, чем на 0,1 мл.

Результаты титрований помещают в таблицу:

№ опыта	V NaOH, мл	V HCl, мл
1		
2		
3		
Ср. арифметическое		

Расчет:

Рассчитав средний объем титранта, по закону эквивалентов вычисляют молярную концентрацию эквивалента, массу и титр рабочего раствора NaOH:

$$1) C_{\text{э}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = C_{\text{э}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}),$$

$$C_{\text{э}}(\text{NaOH}) = C_{\text{э}} \text{ HCl} \cdot V \text{ HCl} / V \text{ NaOH} ,$$

где $C_{\text{э}}(\text{HCl}) = 0,1000$ моль-экв/л,

$V(\text{NaOH})$ - средний объем щелочи, пошедший на титрование, мл.

2) Титр рабочего раствора раствора NaOH (г/мл):

$$T(\text{NaOH}) = C_{\text{э}}(\text{NaOH}) \cdot M_{\text{э}}(\text{NaOH}) / 1000,$$

где $M_{\text{э}}(\text{NaOH})$ - молярная масса эквивалента NaOH.

3) Масса растворенного вещества (г, мг):

$$m(\text{NaOH}) = T(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}).$$

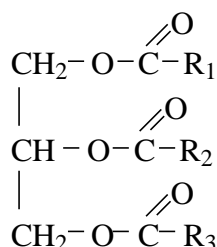
Тема 3

ЛИПИДЫ

Лабораторная работа №3

Качественное определение липидов

Известно, что жиры животного и растительного происхождения представляют собой сложный комплекс органических соединений. Основной составной частью всех жиров являются сложные эфиры трехатомного спирта – глицерина и жирных кислот, называемые триглицеридами. Такие сложные эфиры имеют следующую общую формулу:



Естественные жиры в большинстве случаев представляют собой смесь разнокислотных триглицеридов. Однокислотные триглицериды в жирах бывают лишь в том случае, если одной из кислот значительно больше, чем остальных.

Однокислотные триглицериды чаще встречаются в животных жирах, чем в растительных. Так, например, в бараньем сале содержание триглицеридов насыщенных кислот (стеариновой и пальмитиновой) составляет 26% и триглицеридов ненасыщенных кислот (олеиновой и линолевой) 4%.

Обратите внимание, что единственным спиртом, участвующим в образовании составной части жиров – сложных эфиров – является трехатомный спирт – глицерин. Поэтому сложные эфиры жиров глицеридами.

Качественное определение жиров основано на таких характерных их свойствах, как:

- образование на бумаге пятна, которое не исчезает при нагревании;
- цветная реакция с осмиевой кислотой;
- реакция омыления жира;
- дегидратация глицерина водоотнимающими средствами (гидросульфид калия или магния, борная кислота) с образованием акролеина и др.

Цель работы: Ознакомление с методами качественного обнаружения триглицеридов.

Реактивы и оборудование:

- 1) Растительное масло;
- 2) Спиртовой раствор едкого кали: 30 г КОН растворяют в 20 мл воды, по охлаждении перемешивают с 200 мл этанола.
- 3) 1%-ный раствор осмиевой кислоты;
- 4) 5%-ный раствор хлорида кальция;
- 5) 10%-ный раствор ацетата свинца;
- 6) концентрированная H_2SO_4 ;
- 7) концентрированная HCl ;
- 8) 10%-ный раствор едкого натра;
- 9) 2%-ный раствор сульфата меди;
- 10) пробирки для гидролиза с пробкой и стеклянной трубкой.

Порядок выполнения работы

Опыт 1 Цветная реакция

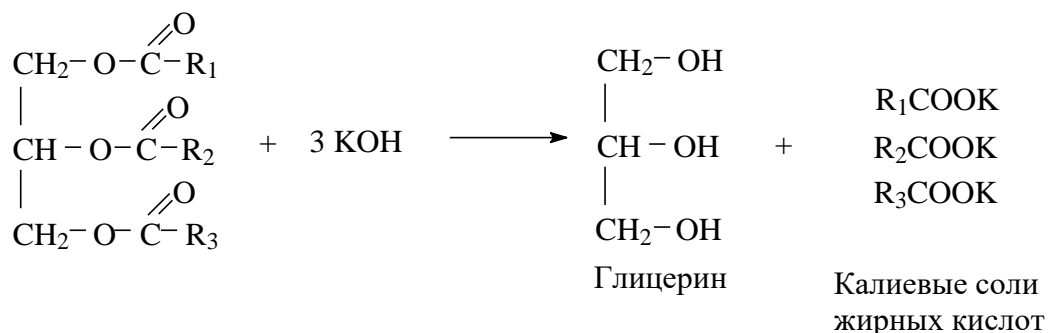
Каплю подсолнечного масла смешивают с 1 каплей 1%-ной осмиевой кислоты. Появляется черное окрашивание, что указывает на наличие жира в исследуемой пробе.

Опыт 2 Проба на образование пятна

Каплю исследуемого жира наносят стеклянной палочкой на фильтровальную бумагу. Появляется сальное пятно, которое не исчезает при нагревании, что свидетельствует о наличии жира.

Опыт 3 Омыление жира

Жиры под влиянием щелочей гидролизуются с образованием калиевых солей жирных кислот (мыла) и глицерина:



1 мл растительного масла смешивают в пробирке для гидролиза с 20 мл спиртового раствора едкого кали. Пробирку нагревают на кипящей бане, закрыв пробкой с длинной стеклянной трубкой (в качестве обратного холодильника), до полного омыления (примерно 60 мин.). Показателем полноты омыления может служить отсутствие образования жирных пятен на поверхности воды, в которую добавлена капля гидролизата.

Гидролизат разводят до 20 мл дистиллированной водой и полученный раствор используют для выявления составных частей жира, жирных кислот и глицерина.

Опыт 4 Открытие жирных кислот

Для обнаружения жирных кислот используют гидролизат, полученный в опыте 3.

Опыт 4.1

В первую пробирку к 1 мл гидролизата приливают равное количество воды и взбалтывают. Образуется стойкая пена, которая указывает на присутствие в гидролизате растворенного калийного мыла, обладающего способностью понижать поверхностное натяжение растворов.

Опыт 4.2

Во вторую пробирку к 1 мл гидролизата добавляют несколько капель 5%-ного раствора хлорида кальция. Выпадает белый осадок нерастворимого кальциевого мыла.

Опыт 4.3

В третью пробирку к 1 мл гидролизата прибавляют несколько капель 10%-ного раствора ацетата свинца. Выпадает осадок свинцовых солей жирных кислот, который при нагревании становится вязким (свинцовый пластырь).

Опыт 4.4

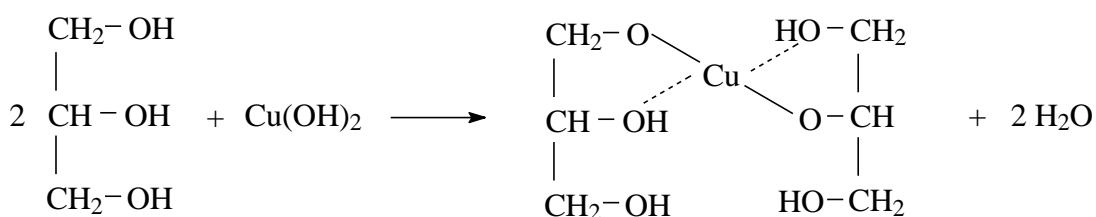
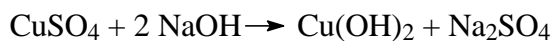
В четвертую пробирку к 2 мл гидролизата добавляют 0,5 мл концентрированной HCl. Образующиеся жирные кислоты нерастворимы в воде и будут собираться в верхней части содержимого пробирки.

Опыт 4.5

В пятую пробирку к 2 мл гидролизата добавляют несколько капель 10%-ного раствора H_2SO_4 (осторожно!). Выпадает белый осадок свободных жирных кислот. Содержимое этой пробирки фильтруют и оставляют для открытия глицерина.

Опыт 5 Открытие глицерина

К остатку профильтрованного гидролизата добавляют 8-10 капель 10%-ного раствора NaOH и 1-2- капли 2%-ного раствора сульфата меди. Появляется слабо-синее окрашивание, которое вызвано образованием глицерата меди:



Контрольные вопросы

- 1) На каких характерных свойствах триглицеридов основано их качественное обнаружение?
- 2) В чем особенность гидролиза жира в растворе едкого кали?
- 3) Как можно доказать полноту омыления жира?
- 4) На каких характерных свойствах жирных кислот основано их обнаружение?
- 5) Как доказать присутствие глицерина в жирах?

Контрольные вопросы

- 1) Что такое кислотное число?
- 2) Какие методы определения кислотного числа Вы знаете?
- 3) Какие типы гидролиза жира возможны в технологическом процессе?

ТЕМА 4 УГЛЕВОДЫ

Углеводы – органические соединения, содержащие в молекуле одновременно альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых групп.

Все углеводы разделяются на две большие группы:

I Простые углеводы (моносахариды или монозы). Эти углеводы не подвергаются гидролизу с образованием более простых углеводов.

II Сложные углеводы (полисахариды или полиозы). Эти углеводы подвергаются гидролизу и образуют при этом простые сахара.

МОНОСАХАРИДЫ

Химические свойства моносахаридов определяются присутствием в их молекулах оксогруппы и спиртовых гидроксильных групп. Все моносахариды, подобно альдегидам и кетонам, при восстановлении образуют спирты.

В зависимости от характера окислителя могут образовываться одноосновные или двухосновные кислоты.

При нагревании глюкозы, маннозы и фруктозы образуется один и тот же озазон.

Действие алкилирующих агентов на моносахариды приводит к образованию неполных и полных простых эфиров.

В результате ацилирования образуются сложные эфиры.

Лабораторная работа №4

Цель работы: изучение физических и химических свойств простых сахаров

Реактивы и оборудование: 2н – NaOH, 2н – NH₄OH, 0,5% - глюкозы, 0,5% - фруктозы, 0,2н – CuSO₄, 0,2н – AgNO₃, резорцин сухой, HCl (конц)., пробирки, спиртовки.

Опыт 5.1 Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе

Поместить в пробирку 1 каплю 0,5%-го раствора глюкозы и 6 капель 2н. NaOH. К полученной смеси добавить 1 каплю 0,2н. раствора CuSO₄. Образующийся в начале осадок гидрата окиси меди Cu(OH)₂ немедленно растворяется и получается прозрачный раствор сахарата меди со слабой синей окраской. Растворение гидрата окиси меди указывает на наличие гидроксильных групп в глюкозе. Полученный раствор сохранить для следующего опыта. Сравните приведенную реакцию с реакцией образования глицерата меди, а также с реакцией образования комплексной соли виннокаменной кислоты.

Опыт 5.2 Восстановление гидрата окиси меди глюкозой

в присутствии щелочи

К полученному в предыдущем опыте щелочному синему раствору сахара-та меди добавить несколько капель воды так, чтобы высота слоя жидкости составляла 18-20 мм. Нагреть ее над пламенем микрогорелки, держа пробирку так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля без нагрева. Нагреть только до кипения, так как глюкоза восстанавливает гидрат окиси меди уже в таких условиях, т. е. без кипячения. Через несколько секунд нагретая часть раствора меняет свой синий цвет на оранжево-желтый, так как образуется гидрат закиси меди. При несколько большем содержании едкой щелочи или более продолжительном нагревании гидрат закиси меди может отщепить воду и образовать желто-красный осадок закиси меди Cu_2O .

Выделяющийся при восстановлении гидрата окиси меди кислород идет на окисление глюкозы. Процесс этот весьма сложный и, судя по наличию ряда кислот, выделенных из продуктов реакции окисления, сопровождается глубоким расщеплением молекулы глюкозы.

Опыт 5.3 Восстановление аммиачного раствора окиси серебра глюкозой

Поместить в пробирку 1 каплю 0,2н. AgNO_3 , раствор подщелочить, прибавив 2 капли 2н. раствора NaOH , и добавить (по каплям) 3-4 капли 2н. раствора NH_4OH до растворения образующегося осадка гидрата окиси серебра. Полученный прозрачный бесцветный раствор гидрата окиси серебра является реактивом, которым можно окислить глюкозу (реакция серебряного зеркала). Для этого добавить к реактиву 2 капли 0,5%-го раствора D-глюкозы и слегка подогреть пробирку, держа ее над пламенем горелки, только до начала побурения раствора.

Далее реакция идет без нагревания, и металлическое серебро выделяется либо в виде черного осадка, либо, если стенки пробирки были чисты, в виде блестящего зеркального налета. Отсюда и название реакции "серебряного зеркала". Освобождающийся при восстановлении окиси серебра кислород идет на

окисление глюкозы. Процесс этот очень сложен и сопряжен с распадом глюкозы.

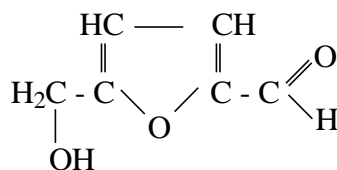
Нужно помнить, однако, что в условиях лабораторного анализа получение зеркального налета отнюдь не является обязательным. Простое побурение бесцветного реактива уже является положительной реакцией. '

Реакция восстановления аммиачного раствора окиси серебра глюкозой применяется в технике серебрения зеркал. При этом большое значение имеет тщательная очистка поверхности стекла (обезжиривание).

Опыт 5.4

Реакция Селиванова на фруктозу

Поместить в пробирку крупинку сухого резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты. Добавить 2 капли 0,5%-го раствора фруктозы и нагреть до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения - оксиметилфурфузола.



Под влиянием концентрированной соляной кислоты последний конденсируется с резорцином давая окрашенное соединение. Реакция Селиванова характерна для фруктозы (и для других кетогексоз) только при выполнении указанных выше условий.

Вопросы для контроля

1. Классификация углеводов на D- и L-ряды.
2. Особенности строения моносахаридов (карбонильные и циклические формы).
3. Химические свойства моносахаридов.
4. Явление мутаротации.
5. Получение гликозидов.

ДИСАХАРИДЫ И ПОЛИСАХАРИДЫ

В зависимости от числа молекул моносахаридов, образующихся при гидролизе полисахаридов, последние подразделяются на дисахариды, трисахариды и т.д.

Наибольшее практическое значение имеют дисахариды.

Связь между двумя молекулами моносахаридов устанавливается с помощью двух гидроксильных групп – по одной от каждой молекулы монозы. Однако характер этой связи может быть различным. Если одна из молекул моносахарида всегда предоставляет свой полуацетальный (гликозидный) гидроксил, то вторая молекула участвует в этом либо полуацетальным гидроксилом (образуется гликозид – гликозидная связь), либо спиртовым гидроксилом (образуется гликозид – гликозная связь).

Отсутствие или наличие в молекуле дисахарида полуацетального гидроксила отражается на свойствах дисахаридов. Если при образовании дисахарида обе молекулы участвовали своими полуацетальными гидроксилами (гликозид – гликозидная связь), то у обоих остатков моноз циклические формы являются закрепленными, альдегидная группа такого дисахарида образоваться не может. Такой дисахарид не обладает восстанавливающими свойствами и называется невосстанавливающим дисахаридом.

В случае гликозид – гликозной связи циклическая форма одного остатка моносахарида не является закрепленной, она может перейти в альдегидную форму, и тогда дисахарид будет обладать восстанавливающими свойствами. Такой дисахарид называется восстанавливающим. Восстанавливающие дисахариды проявляют реакции, характерные для соответствующих моносахаридов.

Полисахариды являются высокомолекулярными веществами. В полисахаридах остатки моносахаридов связываются гликозид – гликозными связями. Поэтому их можно рассматривать как полигликозиды. Остатки моносахаридов, входящие в состав молекулы полисахарида могут быть одинаковыми, но могут

и различаться; в первом случае это гомополисахариды, во втором – гетерополисахариды.

Важнейшими гомополисахаридами, состоящими из остатков глюкозы, являются крахмал, гликоген и клетчатка (или целлюлоза).

Лабораторная работа №5

Цель работы: изучение химических свойств сложных сахаров

Реактивы и оборудование: сахароза – 1%, лактоза – 1%, 2н – NaOH, 0,2н – CuSO₄, резорцин сухой, пробирки, спиртовки.

Опыт 7.1 **Доказательство наличия гидроксильных групп в сахарозе (тростниковом сахаре)**

Поместить в пробирку 1 каплю 1%-ного раствора сахарозы и 6 капель 2н. NaOH. Добавить для разбавления 5-6 капель воды, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Прибавить одну каплю 0,2н. CuSO₄. Вместо ожидаемого осадка гидрата окиси меди Cu(OH)₂ получается раствор сахарата меди светло-синего цвета. Сохраните раствор до следующего опыта.

В присутствии сахарозы, так же как и в присутствии глюкозы и других веществ, содержащих несколько гидроксильных групп, гидрат окиси меди растворяется, образуя раствор синего цвета.

Опыт 7.2 **Отсутствие восстанавливающей способности в сахарозе**

Раствор сахарата меди, полученный в опыте, осторожно нагреть над пламенем спиртовки так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась холодной для контроля. Нагреть только до кипения. Как можно было ранее убедиться, глюкоза при этих условиях давала отчетливую реакцию восстановления (проба Троммера положительная). Сахароза же в этих условиях не дает реакции восстановления, что указывает на отсутствие свободной альдегидной группы. Формула строения сахарозы согласуется с этим фактом, дока-

зывают, что эфирная связь между глюкозой и фруктозой образована действительно за счет полуацетальных гидроксильных групп глюкозы и фруктозы.

Опыт 7.3 **Доказательство гидролиза сахара**

Взять 2 пробирки. В первую пробирку поместить 1 каплю 1%-го раствора сахарозы, добавить 1 каплю 2н. HCl и 6 капель воды. Нагреть над пламенем спиртовки в течение 30 секунд, наблюдая за продолжительностью нагревания с помощью часов. Держа пробирку как можно более наклонно и встряхивая ее, чтобы раствор не выбросило. Отлить половину раствора во вторую пробирку и добавить в нее 6 капель 2н. NaOH, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Едкую щелочь добавить с избытком, чтобы нейтрализовать кислоту, взятую для гидролиза, а также создать необходимую для реакции восстановления щелочную среду. Затем добавить 1 каплю 0,2н. CuSO₄ и нагреть верхнюю часть синего раствора до кипения. Моментально в нагретой части появится оранжево-желтое окрашивание (положительная проба Троммера), что указывает на наличие глюкозы. Во второй части гидролизата, оставшейся в первой пробирке, определить наличие фруктозы с помощью реакции Селиванова. Для этого в пробирку поместить крупинку резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты и нагреть до начала кипения (не кипятить!). Моментально появится отчетливое красноватое окрашивание, указывающее на наличие фруктозы. Надо иметь в виду, что сахароза и без гидролиза дает слабую реакцию Селиванова, так как в процессе выполнения реакции в кислой среде сахароза успевает частично гидролизаться. Прделанные опыты подтверждают, что сахароза легко расщепляется на простые сахара - глюкозу и фруктозу. Это говорит о том, что в молекуле сахарозы глюкоза и фруктоза связаны между собой по типу эфирной глюкозидной связи, характерной особенностью которой является легкость разрыва при гидролизе по месту кислородного мостика.

Полученная, в результате гидролиза сахарозы, эквимолекулярная смесь глюкозы и фруктозы называется инвертным сахаром. Сам процесс гидролиза сахарозы называют инверсией, так как раствор сахарозы, имевший до гидроли-

за правое вращение $[\alpha]_D = +66,5^0$, после гидролиза меняет вращение на левое (глюкоза $[\alpha]_D = +52,5^0$, а фруктоза $[\alpha]_D = -92,4^0$).

Опыт 7.4

Восстанавливающая способность лактозы

Налить в пробирку 4 капли 1%-го раствора лактозы, 4 капли 2н. NaOH и 1 каплю 0,2н CuSO₄. Голубой осадок гидрата окиси меди при встряхивании пробирки растворяется, образуя синеватый раствор (доказательство наличия гидроксильных групп). Остатки медного купороса со стенок пробирки, если имеются, смыть 5 каплями воды. Для того, чтобы реакция прошла, высота жидкости в пробирке должна быть 18-20 мм, в противном случае добавить еще несколько капель воды. Затем нагреть верхнюю часть раствора до кипения. Через несколько секунд в нагретой части появится желто-оранжевое окрашивание. (доказательство наличия свободной альдегидной группы у лактозы).

Лактоза является дисахаридом, который при гидролизе дает глюкозу и галактозу. В отличие от сахарозы лактоза имеет в остатке глюкозы свободный полуацетальный гидроксил, который образует свободную альдегидную группу. В силу этого лактоза или молочный сахар, относятся к группе дисахаридов, обладающих восстановительной способностью (дающих положительную пробу Троммера).

Опыт 7.5

Открытие крахмала (качественная реакция)

Крахмал имеет общую формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, где $n = 1000$ и более и является полиглюкозидом, содержащим α -1,4-глюкозидные связи в амилозе и α -1,4- и α -1,6-глюкозидные связи в амилопектине. Амилоза и амилопектин – две фракции крахмала.

Крахмал нерастворим в воде, но образует коллоидный раствор - крахмальный клейстер

В пробирку прилить 5 капель крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного раствора иода. Раствор окрашивается в синий цвет вследствие образования комплексных соединений и адсорбции, который при легком нагревании исчезает, а при охлаждении вновь появляется.

Опыт 7.6 Отсутствие восстанавливающей способности у крахмала

В пробирку к 1 мл крахмального клейстера добавить 2-3 капли 2н. NaOH и 1 каплю раствора сульфата меди. Раствор перемешать, при этом выпадает осадок гидроксида меди (II), затем нагреть. Восстановления гидроксида меди не происходит. Осадок может почернеть, так как при нагревании гидроксид меди теряет воду и превращается в черный оксид меди (II). Это объясняется тем, что крахмал обладает очень слабой восстанавливающей способностью. Почему?

Вопросы для контроля.

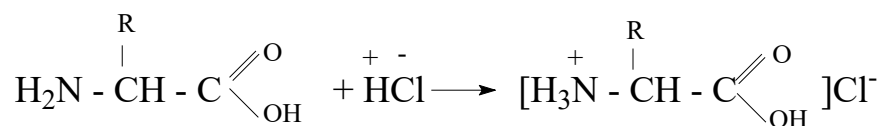
1. Строение ди- и полисахаридов.
2. Химические свойства дисахаридов.
3. Строение крахмала и гликогена.
4. Строение клетчатки.
5. Гидролиз полисахаридов.

Тема 5 АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ.

Аминокислотами называются соединения, в молекуле которых содержатся одновременно аминные и карбоксильные группы.

Аминокислоты проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для аминов. Кроме того, аминокислоты обладают специфическими свойствами, характерными для соединений содержащих две различные по своей природе функциональные группы.

В связи с наличием аминогрупп аминокислоты дают соли с кислотами, например:



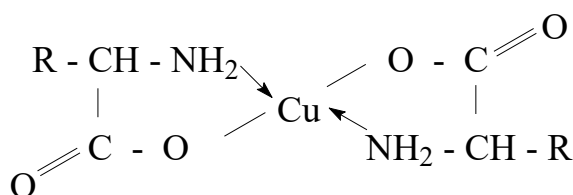
При действии азотистой кислоты на аминокислоты реакция протекает так же, как и в случае аминов. Из первичных аминов образуются спирты, из амина-

кислот - оксикислоты. В качестве ацилирующих агентов применяют галогенангидриды и ангидриды кислот. При алкилировании галогеналкилами образуются моно-, ди-, триалкилпроизводные.

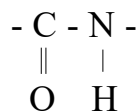
Аминокислоты, как и алифатические кислоты, образуют соли, сложные эфиры, галогенангидриды и другие производные.

Особую группу составляют реакции, связанные с наличием и взаимным влиянием амино- и карбоксильных групп. Это отношение аминокислот к нагреванию. α -Аминокислоты при нагревании, отщепляя воду, образуют циклические соединения – дикетопиперазины. β -Аминокислоты при нагревании выделяют аммиак и превращаются в непредельные кислоты. γ - и δ -Аминокислоты легко отщепляют воду и циклизуются, образуя циклические амиды – лактамы.

α -Аминокислоты при взаимодействии с гидроксидом меди (II) образуют комплексные соли:

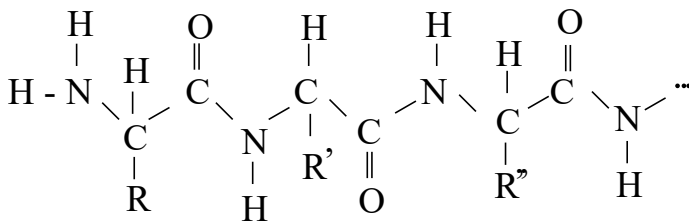


Аминокислоты могут вступать в реакции поликонденсации с образованием пептидов и полипептидов. Повторяющаяся в полипептидной цепи группа атомов



называется пептидной, а связь C – N – пептидной связью.

Согласно общепринятой теории молекула белка состоит из остатков α -аминокислот, связанных между собой пептидными связями:



Качественными реакциями на белки являются:

- а) биуретовая реакция; б) ксантопротеиновая реакция;
в) реакция Миллона; г) нингидринная реакция.

Лабораторная работа №6

Цель работы: изучение химических свойств аминокислот и белков

Реактивы и оборудование: гликокол – 0,2н, метилрот – 0,2%, CuO – порошок, NaOH – 2н, раствор белка, HNO₃ – 2н, NH₄OH – 2н, Pb(CH₃COO)₂, формалин 40%, тонкие стеклянные капилляры, пробирки и спиртовки.

Опыт 7.1 Отсутствие кислой реакции у глицина

Поместить в пробирку 3 капли 0,2 н раствора аминокусусной кислоты и до-
бавить 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилрот. Убедитесь в том, что ами-
нокислота не имеет кислой реакции. Зона перехода от красной окраски к жел-
той для метилового красного находится при рН 4,4 - 6,2. Объяснить отсутствие
кислой реакции у глицина и написать схему реакции.

Опыт 7.2 Образование комплексной медной соли глицина

Поместить в пробирку очень небольшое количество (на кончике стеклянной лопатки) окиси меди (II). Добавить 3 капли 0,2н. раствора глицина и нагреть над пламенем спиртовки. Дать отстояться избытку черного порошка окиси меди, обратить внимание на образование темно-синего раствора медной соли глицина. Опыт показывает, что, несмотря на отсутствие свободного водорода карбоксильной группы, глицин способен образовывать медную соль. К от-

стоявшемуся синему раствору (не отделяя его от черного осадка) прибавить I каплю 2н. раствора NaOH. Выпадение осадка гидрата окиси меди (II) не происходит. Сделать необходимый вывод и написать формулу этого соединения.

Опыт 7.3 Действие формальдегида на аминокислоты.

Принцип формольного титрования

Поместить в пробирку 3 капли 40%-ного формалина и добавить I каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Появляется красное окрашивание, указывающее, на кислую реакцию. Причина этого явления – дисмутация водных растворов формальдегида (или окислительного восстановления).

С помощью тонкого запаянного стеклянного капилляра добавить очень небольшое количество 2н NaOH до нейтрализации раствора (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавить к нейтральному раствору глицина. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на наличие кислоты. Блокируя аминогруппу, формальдегид одновременно освобождает карбоксильную группу, вследствие чего раствор аминокислоты приобретает кислую реакцию. Напишите уравнение реакции.

При добавлении формалина нейтральные аминокислоты можно определять титрованием с помощью щелочи (формольное титрование по Зеренсену).

Опыт 7.4 Цветные реакции на белки

а) Биуретовая реакция.

К 1 -2 мл раствора белка добавить равный объем щелочи и затем 3-4 капли медного купороса. Как изменится окраска раствора?

б) Ксантопротеиновая реакция.

К 1 мл раствора белка прибавить 0,2-0,3 мл азотной кислоты. Затем нагреть до кипения и кипятить 1-2 минуты. При добавлении нескольких капель аммиака как изменится окраска раствора?

С помощью этой реакции обнаруживают наличие в белке ароматических ядер, т.е. остатков таких аминокислот, как фенилаланин, тирозин и триптофан.

Изложить ваши наблюдения и написать структурные формулы:

а) фенилаланина, тирозина и триптофана, б) образование дипептида из аланина.

**Опыт 7.5 Реакция на обнаружение серосодержащих аминокислот
(цистин, цистеин)**

Налить в пробирку 3 капли раствора уксуснокислого свинца и 1-2 капли едкого натра до растворения образовавшегося осадка гидрооксида свинца.

Прибавить 3-4 капли белка и смесь осторожно нагреть. Раствор начинает темнеть (выделяется осадок сернистого свинца).

Вопросы для контроля

1. Классификация аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
2. Амфотерный характер аминокислот.
3. Химические свойства аминокислот. Отношение их к нагреванию.
4. Получение аминокислот.
5. Получение ди-, три- и полипептидов. Пептидная связь.
6. Классификация белков. Простые и сложные белки.
7. Строение белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка.

Тема 6. РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рефрактометрический анализ основан на определении концентрации веществ по показателю преломления света.

Когда луч света переходит из одной прозрачной среды в другую, на границе сред направление его меняется, т.е. луч преломляется (рис.1).

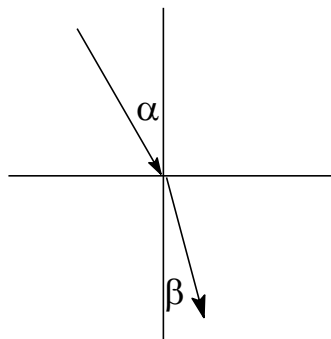


Рис. 1 Преломление луча света на границе двух прозрачных сред

Отношение синуса угла падения луча ($\sin \alpha$) и синусу угла его преломления ($\sin \beta$) принято называть **показателем преломления**.

$$n = \sin \alpha / \sin \beta$$

Величина показателя преломления каждого вещества зависит от температуры, поэтому в обозначении его помимо индекса вводят надстрочным показателем температуру в момент измерения, например n_D^{20} и т.п.

Все приборы для определения показателя преломления веществ, называются рефрактометрами.

Для удобства обычно измеряют углы падения и преломления света на границе **жидкость – стекло**.

Лабораторная работа №7

Цель работы: 1.1. Овладеть приемами рефрактометрического определения влаги зерен ячменя и пшеницы.

1.2 Определить содержание влажности в образцах ячменя и пшеницы.

2. Определение содержания влажности зерен ячменя и пшеницы

Определение основано на измерении показателя преломления глицерина при разбавлении водой, извлекаемой из измельченных зерен ячменя.

- 2.1 Приборы, посуда и реактивы:*
- 1) рефрактометр типа УРЛ или РПЛ-3 с термостатом;
 - 2) технические весы 3-го класса точности;
 - 3) центрифуга с пробирками;
 - 4) фарфоровые ступки с пестиком;
 - 5) мерная пипетка вместимостью 1 см³;
 - 6) капельная пипетка;
 - 7) глицерин;
 - 8) речной песок, промытый дистиллированной водой и прокаленный в муфельной печи.

2.2 Порядок выполнения работы

2.2.1 Пробоподготовка

Пробу ячменя массой $(1 - 2) \pm 0,01$ г растирают пестиком в фарфоровой ступке с 1 г речного песка, затем полученную смесь растирают с 3 мл глицерина. Полученную однородную массу помещают в пробирку и центрифугируют 5 минут. Капельной пипеткой отбирают несколько капель надосадочной жидкости, наносят на измерительную призму рефрактометра, опускают осветительную призму и измеряют показатель преломления при 20⁰С. Измерения повторяют 2-3 раза и рассчитывают среднее значение показателя преломления глицеринового экстракта.

2.2.2 Расчеты

Массовую долю влаги в ячмене (ω , %) вычисляют по формуле:

$$\omega = \frac{V \cdot \rho(n_1 - n)}{m \cdot (n - n_{H_2O})}, \quad \text{где}$$

V – объем глицерина, см³;

ρ - плотность воды при 20⁰С (0,998 г/см³);

m – масса пробы зерен ячменя, г;

n_1 – показатель преломления глицерина (n_D^{20} - 1,4740);

n – показатель преломления глицеринового экстракта;

n_{H_2O} – показатель преломления воды (n_D^{20} - 1,3330).

Аналогично определяется влажность зерен пшеницы.

ТЕМА 7. КОНДУКТОМЕТРИЯ

Кондуктометрический метод основан на изменении электрической проводимости растворов в зависимости от концентрации присутствующих заряженных частиц. Объект анализа – растворы электролитов.

Электрическая проводимость (W , Ом⁻¹или См) – способность веществ проводить электрический ток под действием внешнего источника электрического поля. Различают удельную и эквивалентную электропроводность.

Удельная электропроводность χ ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{См}^{-1}$ или $\text{См} \cdot \text{см}^{-1}$) проводимость 1 мл раствора, помещенного между двумя электродами с площадью поперечного сечения 1 см^2 и расстояние между которыми 1 см.

Эквивалентная электропроводность λ ($\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2/\text{моль-экв.}$) – проводимость раствора, содержащего 1 моль-экв. вещества, помещенного между двумя параллельными электродами с площадью поперечного сечения 1 см^2 , расстояние между которыми 1 см. Зависимость между удельной и эквивалентной электропроводностью описывается уравнением:

$$\lambda = \chi \cdot 1000/C,$$

где C – концентрация раствора, моль/л

По способу выполнения анализа различают **прямую кондуктометрию** и **косвенную** (кондуктометрическое титрование).

Прямая кондуктометрия основана на непосредственной зависимости удельной электропроводности от концентрации ионов в растворе.

По градуировочному графику находят концентрацию индивидуальных веществ в разбавленных растворах, где сохраняется линейная зависимость

$$\chi = f(c)$$

Кондуктометрическое титрование – метод анализа, в котором точку эквивалента устанавливают по резкому изменению электропроводности при титровании. Точку эквивалентности находят по кривой титрования

$$\chi = f(v)$$

Применяют 4 типа реакций – кислотно-основного и окислительно-восстановительного взаимодействия, комплексообразования и осаждения.

Лабораторная работа №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЫ В САХАРЕ И МЕЛАССЕ

При переработке сахарной свеклы выход сахара составляет 14-15%. Кроме сахара, при его производстве получают также патоку – мелассу (4 – 4,5% к весу свеклы), в которой содержится около 50% растворенной сахарозы.

Меласса используется для получения этилового спирта, пекарских дрожжей, лимонной и молочной кислот, а также на корм скоту.

Качество белого сахара обусловлено содержанием сахарозы и несахаров. Сахароза не проводит электрический ток, так как в растворе не подвергается электролитической диссоциации. Электропроводность сахарных растворов зависит от присутствия хорошо диссоциирующих солей.

Поэтому с повышением содержания минеральных несахаров, растворимых в воде, электропроводность сахарного раствора увеличивается.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цель работы: освоить навыки кондуктометрического определения золы в белом сахаре и мелассе.

<i>Приборы,</i>	кондуктометр, система платиновых электродов, кондукто-
<i>посуда,</i>	метрическая ячейка вместимостью 50 мл, технические весы
<i>реактивы</i>	3-го класса точности, мерная колба вместимостью 100 мл,
	пипетка Мора вместимостью 20 мл, химический стакан
	вместимостью 50 мл, мерный цилиндр вместимостью 50 мл.

8.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЫ В БЕЛОМ САХАРЕ.

Массу навески сахара ($25 \pm 0,01$) г количественно переносят в мерную колбу, вместимостью 100 мл, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки и перемешивают. 100 мл приготовленного раствора с помощью пипетки

переносят в кондуктометрическую ячейку и измеряют удельную электропроводность (χ) и массовую долю золы в сахаре (ω , %) рассчитывают по формуле:

$$\omega = 620 \cdot \chi$$

где 620 – коэффициент пересчета для определения золы в сахаре.

8.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЫ В МЕЛАССЕ

В мелассе содержится большое количество несахаров, состав которых настолько различен, что для снижения их влияния на электропроводность, необходимо значительное разбавление пробы мелассы.

Массу навески мелассы ($1,35 \pm 0,01$) г количественно переносят в мерную колбу емкостью 100 мл, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки и перемешивают.

Пипеткой помещают 100 мл приготовленного раствора в кондуктометрическую ячейку и измеряют удельную электропроводность раствора мелассы. Массовую долю золы в мелассе (ω , %) вычисляют по формуле:

$$\omega = 6400 \cdot \chi$$

где 6400 – коэффициент пересчета для определения золы в мелассе.

После окончания работы электроды тщательно промывают дистиллированной водой до полного удаления сахарозы.

Ячейку с электродами заполняют дистиллированной водой.

Список использованной литературы

1. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2013, с.145-190, 261-275.
2. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. – М.: Дрофа, 2013, с.340-345.
3. Крусъ Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 368 с.
4. Антипова Л.В., Глотова Н.Н. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 371 с.
5. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочные таблицы / под ред Скурихина И.М., Тутельяна В.А.– М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.