

ОЛИМПИАДА ПО БИОЛОГИИ
республиканский тур, 20 – 23 марта 2026

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Время работы: 240 минут

Желаем успехов!

Уважаемые участники! Практический тур содержит четыре лабораторные работы.

Для каждой лаборатории отводится 60 минут. После истечения отведенного времени, вы будете переведены наблюдателями в следующую лабораторию.

Каждый вопрос оценивается определенным количеством баллов. Общее количество баллов равно 200. Напишите ответы в работе. Работа заполняется **только ручкой с синей пастой и не должна содержать никаких дополнительных заметок!** Работы, которые не будут соответствовать требованиям, могут быть отклонены Жюри.

По окончании каждой лаборатории сдайте работу наблюдателю и распишитесь в ведомости.

Лабораторная работа 2 (517)

БИОХИМИЯ (50 баллов)

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИТАМИНОВ (26 баллов)

Витамины представляют собой класс биологически активных органических веществ с разнообразной химической структурой и относительно небольшой молекулярной массой, которые поступают в организм человека и животных с пищей и в малых дозах оказывают значительное влияние на обмен веществ и жизнедеятельность организма.

Многие витамины входят в состав ферментных кофакторов, обуславливая их каталитическую активность. За редкими исключениями витамины синтезируются только растениями и микроорганизмами; некоторые из них, например витамины А и D, образуются в форме неактивных предшественников — провитаминов, из которых в тканях человека и животных формируются активные формы.

Они не являются источником энергии или пластического материала, но необходимы организму человека и животных в количествах порядка миллиграммов и даже микрограммов.

Благодаря тому, что витамины представляют собой крайне гетерогенный по структуре и функциям класс соединений, их классификация весьма затруднительна.

Единственным общепринятым в настоящее время критерием классификации является их растворимость. В зависимости от этого свойства различают два класса:

- а) **водорастворимые витамины** (витамины группы В, витамины С, Р, РР и др.);
- б) **жирорастворимые витамины** (витамины А, D, Е, F, К).

Водорастворимые витамины

Витамин В₃ известен также как ниацин или витамин РР. Название витамина РР происходит от латинского *pellagra preventive* - „предотвращающий пеллагру”. У человека дефицит этого витамина вызывает заболевание пеллагра, проявляющееся кожными, нервными и пищеварительными симптомами, объединёнными под названием „синдром трёх D” (дерматит, диарея, деменция).

Заболевание чаще встречается у населения, основным продуктом питания которого является кукуруза, содержащая этот витамин в количествах ниже потребностей организма. Лечит данное заболевание никотинамид, который в организме человека легко образуется из никотиновой кислоты (ниацина).

Никотинамид является структурным компонентом NAD⁺ и NADP⁺ — коферментов более чем 40 оксидоредуктаз, принимающих протоны и электроны от различных субстратов.

Витамин В₆, известный как пиридоксин. Название «пиридоксин» является общим для всех природных производных пиридина, обладающих витаминной активностью В₆, а именно: пиридоксала, пиридоксина и пиридоксамина.

Производные пиридоксина — пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат — являются кофакторами ряда ферментов, участвующих в обмене аминокислот (аминотрансферазы), декарбоксилаз аминокислот, фосфорилтрансфераз и др.

Этот витамин лечит симметричный дерматит, который не поддаётся лечению витаминами РР и В₂.

У человека авитаминоз В₆ не описан, однако гиповитаминоз может возникнуть при длительном употреблении глутамата натрия, входящего в состав некоторых пищевых продуктов.

Витамин С носит также название аскорбиновая кислота (*a* — «без», *scorbutus* — «цинга»), поскольку он лечит заболевание, называемое цингой. Наиболее характерные

проявления дефицита витамина С: ломкость капилляров; кровоизлияния в коже, слизистых оболочках, суставах и надкостнице; воспаления; некроз дёсен; подвижность и выпадение зубов; поражения костей.

Аскорбиновая кислота является сильным восстановителем, легко теряет два атома водорода, превращаясь в дегидроаскорбиновую кислоту, которая также обладает витаминной активностью.

Эти витамины могут быть идентифицированы следующими реакциями:

1. Проба с медью на витамин РР

К 10 каплям 5% раствора витамина РР добавляют 10 капель 5% раствора ацетата меди $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Раствор окрашивается в синий цвет, а спустя некоторое время образуется синий осадок.

2. Реакция пиридоксина с хлоридом железа

К 5 каплям 5% раствора пиридоксина добавляют 1 каплю 5% раствора хлорида железа (FeCl_3) и встряхивают. Появляется красное окрашивание.

3. Идентификация витамина С с феррицианидом калия

К 5 каплям раствора витамина С добавляют 1 каплю 10% раствора NaOH и 1 каплю 5% раствора $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, энергично встряхивают, затем добавляют 3 капли 10% раствора HCl и 1 каплю 1% раствора FeCl_3 . Жидкость окрашивается в берлинскую лазурь.

ЗАДАНИЕ:

Вам предлагаются 3 раствора, содержащие витамины (раствор №1, №2, №3). Возьмите аликвоты и проведите реакции идентификации витаминов (описанные выше), чтобы определить, какой витамин содержится в каждом растворе.

Проведите представленные ниже эксперименты и представьте по окончании каждого эксперимента заключение согласно предложенному образцу.

Выводы: В растворе №1 я идентифицировал(а) витамин _____;
В растворе №2 я идентифицировал(а) витамин _____;
В растворе №3 я идентифицировал(а) витамин _____.

ХОД РАБОТЫ:

Вам предлагаются 3 раствора, содержащие витамины (раствор №1; раствор №2; раствор №3).

а) Определение витамина РР (12 баллов)

Берут 3 пробирки. В пробирку I добавляют 10 капель раствора №1, в пробирку II — 10 капель раствора №2, в пробирку III — 10 капель раствора №3, после чего с содержимым всех пробирок проводят реакцию идентификации витамина РР.

К всем 3 пробиркам добавляют 10 капель 5% раствора ацетата меди $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Жидкость окрашивается в синий цвет, а спустя некоторое время образуется синий осадок.

Следовательно, раствор, в котором образуется синий осадок, содержит витамин РР.

Вывод: В растворе № _____ витамин РР.

б) Определение витамина В₆ (8 баллов)

Берут 2 пробирки. Каждую пробирку нумеруют номерами тех растворов, которые ещё не были идентифицированы (*не работают с пробиркой которая содержала витамин РР!!!*). В отобранных пробирках (Х и Y) капают, соответственно, 10 капель раствора Х, в пробирку Х и 10 капель раствора Y в пробирку Y. С содержимым этих пробирок проводят реакцию идентификации витамина В₆. В обеих пробирках добавляют по одной капле 5% раствора хлорида железа (FeCl₃) и встряхивают. Появляется красное окрашивание.

Следовательно, раствор, который окрасится в красный цвет, содержит витамин В₆.

Вывод: В растворе № _____ определили витамин В₆.

с) Определение витамина С (4 балла)

Берут последнюю оставшуюся пробирку, в которую добавляют 10 капель неидентифицированного раствора. С содержимым пробирки проводят реакцию идентификации витамина С. В пробирку добавляют 1 каплю 10% раствора гидроксида натрия (NaOH) и 1 каплю 5% раствора феррицианида калия K₃[Fe(CN)₆], энергично встряхивают, затем добавляют 3 капли 10% раствора соляной кислоты и 1 каплю 1% раствора хлорида железа (FeCl₃). Жидкость окрашивается в берлинскую лазурь.

Следовательно, раствор, в котором жидкость окрашивается в берлинскую лазурь, содержит витамин С.

Вывод: В растворе № _____ определили витамин С.

Внимание! По завершении экспериментов сообщите ассистенту для подписания выполненной работы! (2 балла)

II. РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ (24 балла)

1. (3 балла) Выберите и обведите правильный вариант ответа:

1.1. Витамин, непосредственно участвующий в процессе адаптации к темноте:

- а. кальциферол б. ретинол в. токоферол г. аскорбиновая кислота

1.2. Гиповитаминоз, характеризующийся кровоточивостью дёсен и ломкостью капилляров, обусловлен дефицитом:

- а. витамина К б. витамина С в. витамина В₂ г. витамина D

1.3. Витамин, синтезируемый в коже под действием УФ-лучей:

- а. витамин А б. витамин D₃ в. витамин К г. витамин В₁₂

2. (3 балла) Андрей, ученик 7 класса, в последнее время чувствует сильную усталость. Он замечает, что у него кровоточат дёсны при чистке зубов, он часто простужается, кожа сухая, а небольшие раны заживают медленно. Из разговора с мамой выяснилось, что Андрей почти не ест свежие фрукты и овощи и предпочитает переработанные продукты. Обведите правильные ответы в представленных ниже вопросах.

2.1. Витамин, которого ему, скорее всего, не хватает:

- а. витамин В₂ б. витамин D в. витамин С г. витамин К

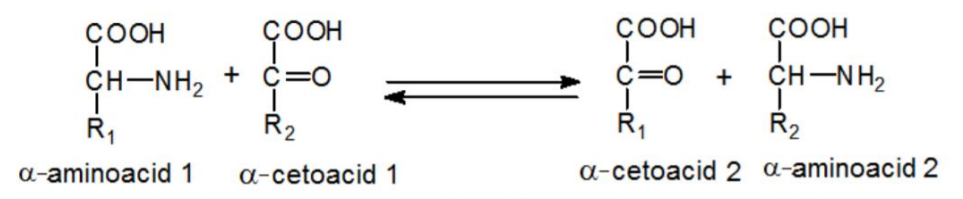
2.2. Продукты, которые следует употреблять для устранения проблемы:

- а. жареное мясо, жареный картофель, газированные напитки
б. апельсины, красный перец, киви, брокколи, клубника
в. белый хлеб, макароны, рис
г. сладости и кондитерские изделия

2.3. Тяжёлый длительный дефицит этого витамина приводит к:

- а. бесплодию б. дерматиту в. цинге г. куриной слепоте

3. (5 баллов) Определите, какие утверждения о трансаминировании являются верными (А), а какие ложными (F). В таблице ниже впишите букву “А”, если утверждение верное, и букву “F”, если утверждение ложное.



Утверждения	А или F
1. Трансаминирование — это реакция между аминокислотой и кетокислотой.	
2. В этой реакции участвующие кислоты обмениваются функциональными группами с образованием NH ₃ .	
3. Реакция катализируется аминотрансферазами.	
4. Трансаминазы используют в качестве коферментов производные витамина B ₆ .	
5. Трансаминазы используют в качестве коферментов производные витамина PP.	

4.1. (4 балла) Определите тип структуры белка на каждом изображении и напишите соответствующую римскую цифру в отведенных ниже рисунков месте.

I - первичная структура II – вторичная структура III – третичная структура
IV – четвертичная структура

A

B

C

D

A _____
B _____
C _____
D _____

4.2. (2 балла) Какой тип структуры характерен для представленных в таблице белков? Напишите соответствующую римскую цифру (I, II, III, или IV) в отведенных для этого местах.

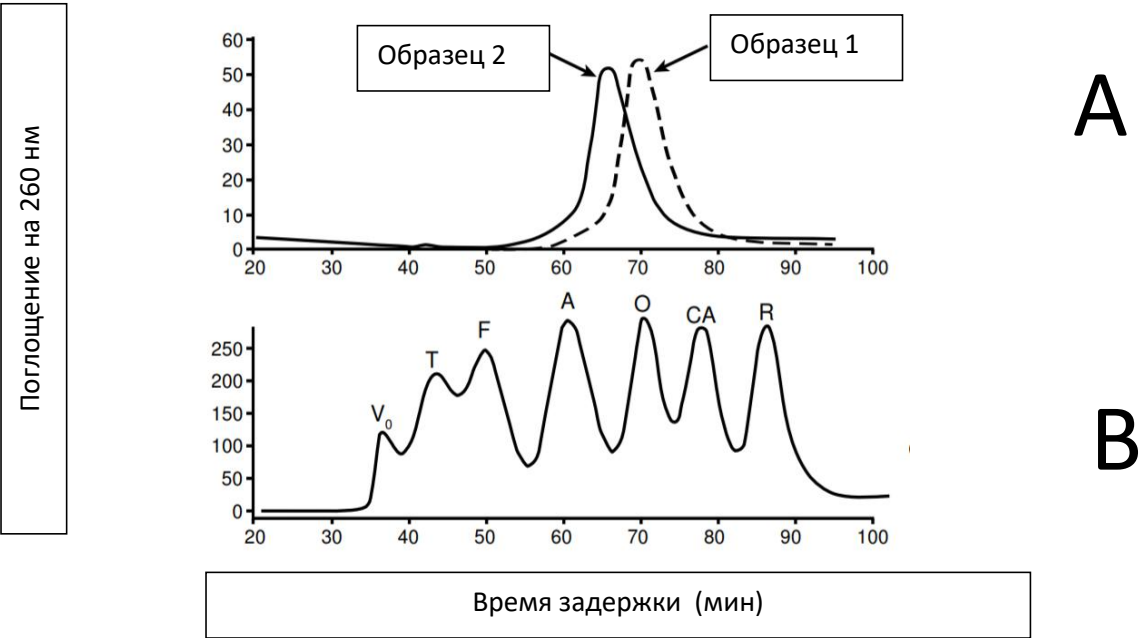
1. Фиброин (секретируемый шелкопрядами)	
2. Гемоглобин	

5. (4 балла) Пять внутриклеточных молекул, А, В, С, D и Е в нормальном состоянии синтезируются с постоянной скоростью 1000 молекул / секунду, а период жизни каждой из молекул отличается. Период жизни молекулы А = 300 с, В = 200 с, С= 100 с, D = 50 с и Е = 10 с. Наличие сигнала Х увеличивает в 10 раз скорость синтеза всех пяти молекул без того, чтобы менять период их жизни.

Проанализируйте представленные ниже утверждения и впишите в отведенных для этого местах буквы “А”, если высказывание верное , или букву “F”, если оно ложное.

Утверждения	А или F
1. У Е самая большая внутриклеточная концентрация в состоянии равновесия.	
2. Количество молекул В в состоянии равновесия равно 200000.	
3. Через секунду после сигнала Х, молекула А будет обладать самым большим увеличением концентрации.	
4. Через секунду после сигнала Х, количество Е будет в два раза меньше, чем в состоянии равновесия.	

5. (3 балла) Гель-хроматография представляет метод разделения молекул, которые отличаются по форме и размерам. Метод может быть использован для определения приблизительной молекулярной массы белков и полипептидов. Матрицей для гель – фильтрации служат гели с коммерческим названием Sephadex, которые обладают порами с размерами, которые соответствуют марке Sephadex- а (G-10, G-15, ... G-200). Маленькие молекулы входят внутрь пор матрицы, в то время, как степень вхождения в поры больших молекул лимитируется как размерами пор, так и собственными размерами. Хроматограмма представляет график элюции компонентов. Каждая молекула обладает временем задержки в хроматографической колонке.



А – хроматограмма для Образца 1 и Образца 2 В – хроматограмма эталонных молекул

Сравните молекулярную массу белка из Образца 1 (P1) и белка из Образца 2 (P2). Напишите один из знаков “<”, “>” или “=” в отведенном месте.

P1 P2

Спасибо за проделанную работу!