

фальте оставлять план с указанием своего передвижения и маршрутов к "потайным местам".

Приобретенные навыки ориентирования в пространстве и умения абстрактно изображать городскую среду служат базой для развертывания всех остальных блоков курса.

Так нами апробированы различные варианты проведения практических занятий по экологическому (VII) блоку программы.

7-9 лет. Что я люблю и что я не люблю в своем городе

После короткой прелюдии (город не обязательно и не всегда бывает прекрасным - он может быть шумным, пыльным и грязным, по его улицам, как стая голодных собак, бегают рычащие автомобили, из труб извергаются клубы черного и рыжего дыма...) предложить детям следующие задания:

1. Расскажите о местах, которые вам не нравятся, и где, как вам кажется, небезопасно вообще находиться (не забудьте про непонятные перекрестки, заборы со злыми собаками, грязные свалки около дымящихся контейнеров с мусором).

2. Сделайте план своей улицы, нанесите красным цветом "нехорошие" места, зеленым цветом обозначьте насаждения и клумбы и открытые озелененные территории. Теперь оцените, какой цвет преобладает на вашей карте?

3. Предложите какие-нибудь меры по улучшению состояния вашей улицы: добавьте удобные переходы для пешеходов, освободите полосу велосипедиста на проезжей части, расставьте урны там, где, на ваш взгляд, они бы не помешали.

10-12 лет. Город моей мечты

1. Попробуйте изобразить город, который, на ваш взгляд, был бы лишен недостатков, город, в котором вам очень захотелось бы жить (а может быть, там на каждом шагу будут киоски с мороженым?!).

2. А теперь обсудите с соседями по парте "ваши города". Подумайте, чего в них не хватает? Есть ли место для животных и растений? Не забыли ли вы оставить пространство для дорог и автомобильных стоянок? Не забыли ли вы предусмотреть места, куда ходят на работу взрослые? Выполняет ли ваш город все необходимые задачи? Не забыли ли вы специальные городские службы (милиция, ГАИ, озеленители, уборщики)? Не слишком ли мало пространства для растений?

3. Теперь выберите самые лучшие идеи и создайте совместный проект нового города. По-

пробуйте сделать модель (макет) своего города. Вам потребуется конструктор, но можно (и даже интереснее!) соорудить город из подручных нужных вещей: различных коробок, карандашей, проволоки и резинок.

Отметим в заключении, что предлагаемые подходы достаточно новы, не типичны для отечественной школьной географии. Вместе с тем, именно усиление позиций социокультурных аспектов географии в школьном курсе представляется наиболее перспективной тенденцией совершенствования географической науки в школе.

**И.К.Проскурина,
Е.А.Фаюстова**

Влияние различных антропогенных факторов на структуру и функции белка

В настоящее время экология превратилась в одну из главенствующих междисциплинарных синтетических наук, решающих актуальную проблему современности - изучение взаимоотношений человечества с окружающей средой. Это связано прежде всего с негативными экологическими последствиями воздействия антропогенных факторов на биосферу Земли. В связи с этим перед всеми образовательными учреждениями стоит задача по формированию экологической культуры учащихся. Общеобразовательная школа должна ориентироваться на достижение двух социальных целей: 1) воспитание в ученике потребности сознательного соблюдения норм ответственного отношения к природе, 2) формирование навыков по бережному использованию, защите и улучшению окружающей среды [1, 2].

Каждый учитель прекрасно осознаёт актуальность экологического образования и воспитания учащихся. Содержание школьного курса органической химии позволяет организовать серьёзную и продуманную работу по формированию ответственного отношения учащихся к природе. Трудно переоценить мировоззренческое значение изучения органических веществ, из которых состоит природный мир Земли и каждый из нас. Экологизация преподавания курса органической химии поможет ввести в этот мир "изнутри" и раскрыть не только особенности

строения и свойств биологически активных веществ, но и проблемы, которые возникают для живых организмов, отдельных экосистем и биосферы в целом при воздействии антропогенных факторов.

В настоящей работе мы остановимся на теме "Белки". Выбор темы не случаен. Во-первых, она даёт возможность показать влияние различных факторов окружающей среды на изменение структуры белковых молекул и, как следствие, - функций этого жизненно важного класса соединений. Во-вторых, белки - наиболее доступный материал по сравнению с другими классами биологически активных соединений для проведения экспериментальных работ. В-третьих, при изучении этой темы соблюдается принцип междисциплинарности, который в концепции непрерывного экологического образования является одним из ведущих [1].

Сначала рассмотрим конкретные примеры воздействия некоторых антропогенных факторов на структуру и функции белков, а затем приведём прописи опытов, подтверждающих сказанное.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, pH СРЕДЫ, ИНФРАКРАСНОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЙ НА БЕЛКИ

Природные белковые молекулы имеют определённую строго заданную третичную структуру и обладают рядом характерных физико-химических и биологических свойств при физиологических значениях температуры и pH среды. Функционально активные белки называются нативными. Нагревание, воздействие инфракрасного или ультрафиолетового излучения на белок дают ему кинетическую энергию, которая вызывает сильную вибрацию его атомов, вследствие чего происходит изменение пространственной конфигурации белковой молекулы.

Минеральные и органические кислоты приводят к разрыву ионных и водородных связей, поддерживающих нативную структуру белка. Длительное воздействие этих реагентов может вызвать даже разрыв пептидных связей [3]. Процесс изменения нативной структуры белка под воздействием различных факторов окружающей среды называется денатурацией. Белок, подвергшийся денатурации, называется денатурированным. Денатурированный белок лишён способности выполнять первоначальные функции в клетке.

ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СТРУКТУРУ БЕЛКА

Поступая в биосферу, тяжёлые металлы активно включаются в различные миграционные циклы эко- и геосистем и представляют потенциальную опасность для живого вещества. Соединения металлов способны сохранять токсичность практически бесконечно, так как при их превращении металл остаётся без изменений.

Из растворённых форм металлов наибольшей биологической активностью характеризуются свободные ионы металлов и некоторые их неорганические соединения (например, гидроксиды). Это ещё раз подтверждает данные о том, что в токсическом действии металлов основное значение принадлежит самому металлу-катиону. Анион тоже может влиять на токсичность соли, но в меньшей степени [4, 5].

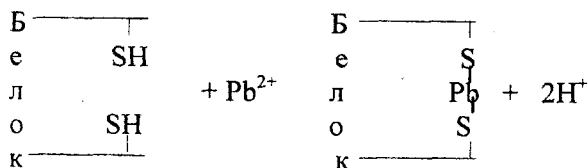
Катионы металлов, поступающие в организм из окружающей среды, образуют прочные связи с карбоксил-анионами и часто вызывают разрывы ионных взаимодействий между ионизированными боковыми радикалами аминокислотных остатков в глобуле. Они снимают электрическую поляризацию белка, уменьшая его растворимость. Вследствие этого находящийся в растворе белок выпадает в осадок.

Токсичные элементы, такие как Be, Cd, Sr, Cs, легко могут атаковать белки-ферменты, конкурируя с биогенными элементами и вытесняя их. Например, сильно токсичный ион Cd конкурирует с ионом Zn, выполняющим в металлосодержащих ферментах роль кислоты Льюиса и создающим локальный положительный заряд около активного центра фермента. Замещение Zn на Cd приводит к дезактивации ферментов. Ниже приведены конкурентные пары некоторых второстепенных и биогенных элементов [6].

Токсичные	Be ↔ Mg	Биогенные
второстепенные	Cd ↔ Zn	элементы
элементы	⁹⁰ Sr ↔ Ca	
	¹³⁷ Cs ↔ K	

Свинец и все его соединения ядовиты. В организме человека свинец удерживается белками эритроцитов, затем поступает в плазму крови в виде комплексов с γ-глобулинами и, наконец, достигает почек, печени и других органов. В костях свинец накапливается постепенно и надолго остаётся в них. Неорганические соедине-

ния свинца являются ингибиторами ферментов, нарушают обмен, вызывают у детей умственную отсталость, заболевание мозга. Попадая в клетки, свинец, как и многие другие тяжёлые металлы, дезактивируют ферменты, взаимодействуя с SH-группами белковых составляющих ферментов.



Кадмий считается токсичнее свинца и отнесён Всемирной организацией здравоохранения к числу наиболее опасных для здоровья человека веществ. В клетках организма человека ионы кадмия взаимодействуют с карбоксильными, сульфгидрильными и аминогруппами, имеющимися в молекулах белка, и таким путём задерживаются в организме. Почки, печень, поджелудочная и щитовидная железа - органы, в которых кадмий может оставаться годами.

Выражение "Сумасшедший, как шляпник", появилось из-за того, что в XIX веке мастера, изготавливавшие шляпы часто сходили с ума. Как выяснилось впоследствии, психические расстройства случались из-за отравлений ртутью, которая использовалась в производстве шляп [7].

В организме человека ионы ртути энергично соединяются с сульфгидрильными группами белков и прочно удерживаются в образовавшихся комплексах. Такие комплексы в большей степени образуются в почках, нарушая их деятельность. Ртуть задерживается также в клетках мозга и слизистой оболочки рта. При хронических отравлениях ртутью страдает нервная система.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ДЕТЕРГЕНТОВ

Органические растворители и детергенты нарушают гидрофобные взаимодействия. В результате в белковой молекуле могут разрываться и внутримолекулярные водородные связи. Использование этилового спирта в качестве дезинфицирующего средства основано именно на том, что он вызывает денатурацию белка бактерий. С увеличением числа атомов углерода в молекуле спирта нарастает его гемолитическое действие, а также токсичность. Например, токсичность амилового спирта в 20 раз выше, чем этилового.

Угнетающе влияет этанол на центральную нервную систему. Подавление алкоголем активности клеток мозга обусловлено, в первую очередь, торможением потребления ими кислорода и снижения активности ферментов, катализирующих распад АТФ с выделением энергии.

Формальдегид легко взаимодействует различными функциональными группами белковой молекулы, что приводит к полной денатурации белка.

Фенол - один из самых опасных загрязнителей природной среды. Он находится в сточных водах, и в отходящих газах многих производств (бумаги, красителей, лекарств, пестицидов, пластмасс и др.) В настоящее время изучено несколько конкретных механизмов влияния фенолов на белки [8]. Один из них заключается в следующем: фенолы взаимодействуют с сульфгидрильными группами белков, что приводит не только к нарушению третичной структуры белка, но и к уменьшению количества свободных сульфгидрильных групп. Если эта группа входит в активный центр фермента, итогом такого взаимодействия явится потеря ферментом активности. Кроме того, фенолы способны образовывать комплексы с ионами металлов с переменной валентностью. Многие ферменты, в том числе большинство окислительно-восстановительных, содержат катион металла (железа, меди, цинка, кобальта, магния и др.) в составе активного центра, кофермента или просто нуждаются в его активизирующем присутствии. Связывание как свободных ионов, так и включённых в структуру ферментных систем также имеет своим следствием ингибирование активности этих ферментов.

Влияние некоторых антропогенных факторов на структуру и функции белков можно продемонстрировать, проведя опыты с использованием белков как животного, так и растительного происхождения. Предлагаем четыре методики, две из которых разработаны авторами данной статьи.

ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

1. *Приготовление раствора яичного альбумина.* Белок одного куриного яйца после отделения от желтка хорошо взбивают и затем смешивают в химическом стакане при интенсивном перемешивании с 250 мл дистиллированной воды. Раствор фильтруют через двойной слой марли, смоченный водой, помещённый в воронку.

Полученный раствор яичного альбумина используют для работы.

Оборудование и реактивы. Набор пробирок стеклянных химических; пипетки; раствор яичного альбумина; концентрированные азотная, серная, соляная кислоты; трихлоруксусная кислота (5%); сульфосалициловая кислота (20%); ульфат меди (5%); ацетат свинца (5%).

2. *Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами.* В три сухие пробирки наливают по 1-2 мл концентрированной азотной, серной и соляной кислот. Затем, наклонив каждую пробирку, осторожно по стенке вливают в неё из пипетки по 0,5 мл раствора белка так, чтобы он не смешивался с кислотой. В месте соприкосновения двух жидкостей появляется белый аморфный осадок белка; при встряхивании осадок, выпавший при действии азотной кислоты, увеличивается, а осадки, выпавшие при действии соляной и серной кислот, - растворяются в их избытке.

Концентрированные минеральные кислоты вызывают необратимое осаждение белков. Это связано как с дегидратацией белковых молекул, так и с денатурацией белка.

3. *Осаждение белков органическими кислотами.* В две пробирки наливают 2-3 мл раствора белка и добавляют в одну из них несколько капель раствора трихлоруксусной кислоты, в другую - раствора сульфосалициловой кислоты. В обеих пробирках выпадает обильный осадок белка.

4. *Осаждение белков солями тяжёлых металлов.* В две пробирки наливают 1-2 мл раствора белка и по каплям при встряхивании добавляют в одну из них сульфата меди, а в другую - раствор ацетата свинца. Выпадает хлопьевидный осадок вследствие образования малорастворимого солеобразного соединения (с солью меди голубого цвета, с солью свинца - белого цвета).

Соли тяжёлых металлов (Hg, Ag, Cu, Pb, Co и др.) вызывают необратимое осаждение белков, образуя с ними нерастворимые в воде соединения (причины приведены в тексте). Поэтому белки применяют в качестве противоядия при отравлении, например, ртутными солями.

ВЛИЯНИЕ СПИРТА И ФОРМАЛИНА НА БЕЛКИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Оборудование и реактивы. Пробирки, мышечная ткань; спирт (96%); формалин (40%).

В 2 пробирки помещают по небольшому кусочку мышечной ткани и приливают в одну из

них 96%-ный спирт, а в другую - 40%-ный формалин так, чтобы кусочки мышечной ткани полностью были погружены. Через одну - две минуты цвет мышечной ткани изменяется из-за денатурации белка на её поверхности. В случае воздействия формалина изменяется и структура самой ткани.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ЭТАЛОНА НА АКТИВНОСТЬ УРЕАЗЫ

Уреаза - фермент, катализирующий гидролиз мочевины до оксида углерода (IV) и аммиака.

О ходе реакции судят по фенолфталеину (розовая окраска).

Оборудование и реактивы. Ступка с пестиком; пробирки; этанол (20%); ацетат свинца (2%); спиртовой раствор фенолфталеина (0,02%); арбузные семечки; раствор мочевины (1%).

Три - четыре арбузных семечка очищают от кожуры и растирают в фарфоровой ступке с 10 мл воды, полученную суспензию используют в качестве источника уреазы. В четыре пробирки наливают по 2 мл суспензии, затем в одну из пробирок добавляют 1 мл спирта, а в другую - 1 мл раствора ацетата свинца, в третью - 1 мл раствора нитрата кобальта и в последнюю - 1 мл воды. Содержимое пробирок встряхивают и добавляют в каждую пробирку по 2 мл раствора мочевины и по 2-3 капли раствора фенолфталеина. Пробирки оставляют в штативе. Через 2-3 минуты в контрольной пробирке появляется интенсивная розовая окраска, в пробирке со спиртом наблюдается слабое окрашивание раствора, а в пробирках с солями тяжёлых металлов розовая окраска не появляется.

Растворы солей тяжёлых металлов (Cd и Pb) и спирта подавляют активность уреазы.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ, СПИРТА И МОЧЕВИНЫ НА АКТИВНОСТЬ АМИЛАЗЫ

Амилаза - фермент, катализирующий гидролиз гликозидных связей в молекулах крахмала до глюкозы.

Приготовление раствора амилазы слюны. Рот ополаскивают 2-3 раза водой, затем отмеряют цилиндром 50 мл дистиллированной воды и ополаскивают ею рот в течение 3-5 минут в несколько приёмов. Собранную в стакан жид-

кость фильтруют через вату. Фильтрат представляет собой раствор амилазы слюны [9].

Оборудование и реактивы. Баня водяная, пипетки, пробирки, стеклянные палочки, раствор крахмала (1%); раствор сульфата меди (1%); раствор гидроксид натрия (10%); раствор ацетата свинца (2%); раствор нитрата кадмия (2%); раствор мочевины (20%); раствор амилазы слюны.

В четыре пробирки вносят по 0,5 мл раствора слюнной амилазы и по 1 мл одного из исследуемых растворов (ацетата свинца, нитрата кадмия, спирта, мочевины), в контрольную пробирку наливают 0,5 мл раствора фермента и 1 мл дистиллированной воды. Все пробирки помещают в водяную баню (температура воды 35⁰- 40⁰ С) и термостатируют в течение 5 минут. Затем в каждую пробирку наливают по 2 мл раствора крахмала, содержимое пробирок перемешивают и термостатируют в течение 10 минут.

После охлаждения проделывают качественную реакцию на глюкозу, отбирая пробы (1 мл) из каждой пробирки. Для этого к каждой пробе приливают 1 мл раствора гидроксида натрия и 3-4 капли раствора сульфата меди. Верхний слой жидкости нагревают до кипения. Появление жёлтого осадка оксида меди (I) или красного - металлической меди указывает на наличие глюкозы. Глюкоза в данном опыте обнаруживается только в контрольной пробирке. Растворы тяжёлых металлов, спирта и мочевины подавляют активность фермента.

При проведении указанных опытов можно использовать растворы ингибиторов ферментной активности разной концентрации от 0,05% до 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаренко В.М. Концепция непрерывного экологического образования в системе школа - педагогический вуз //Российский химический журнал. 1993. № 4. С.83-88.
2. Захлебный А.Н. Школа и проблема охраны природы. М.: Педагогика, 1991. 96 с.
3. Азимов А. Мир углерода. М.: Химия, 1978. 208 с.
4. Патин С.А., Морозов Н.П. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. С.156-158.
5. Дмитриева А.Г. О некоторых механизмах действия ряда неорганических соединений металлов на водоросли //Экспериментальная водная токсикология. 1985. Вып.10. С.29-34.
6. Назаренко В.М. Экологизированный курс химии: от темы к теме //Химия в школе. 1996. № С.36-38.
7. Небел Д. Наука об окружающей среде. М. Мир, 1993. Т.2. С.119.
8. Барабой В.А. Растительные фенолы и здоровье человека. М.: Наука, 1984. С.134-136.
9. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севстьянова Г.А. Практикум по общей биохимии М.: Просвещение, 1982. С.130.

Т.Н.Спиридонова

“Быть может, эти электроны...” - к столетию открытия электрона

ВМЕСТО
ВВЕДЕНИЯ

Там странные измеренья.
Э.Асадо

ЭЛЕКТРОН (e , e^-) - первая по времени открытия элементарная частица; материальный носитель наименьшей массы и наименьшего электрического заряда в природе; составная часть атома.

Заряд электрона - $1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл
- $4,803242 \cdot 10^{-10}$ ед. СГСЭ
Масса электрона $9,109534 \cdot 10^{-31}$ кг
0,511 МэВ

Удельный заряд e/m_e $1,7588047 \cdot 10^{11}$ Кл · кг⁻¹

Спин электрона равен 1/2 (в единицах \hbar) и имеет две проекции $\pm 1/2$; электроны подчиняются статистике Ферми-Дирака, фермионы. На них действует принцип запрета Паули.

Магнитный момент электрона равен - 1,00116 μ_B , где μ_B - магнетон Бора.

Стабильная частица. Согласно экспериментальным данным, время жизни $\tau_e > 2 \cdot 10^{22}$ лет.

Не участвует в сильном взаимодействии, лептон. Современная физика рассматривает электрон как истинно элементарную частицу, не обладающую