

УДК 372.857

DOI: 10.34670/AR.2023.75.26.036

Организация проектной работы при изучении раздела «Человек и его здоровье»

Кропова Юлия Геннадьевна

кандидат биологических наук,
доцент кафедры биологии и физиологии человека,
Московский городской педагогический университет,
129226, Российская Федерация, Москва,
2-й Сельскохозяйственный проезд, 4,
e-mail: Kropova.j@mgpu.ru

Козлова Ирина Александровна

Учитель биологии,
Школа № 285 им. В.А. Молодцова,
127081, Российская Федерация, Москва, Ясный пр., 21;
e-mail: KozlovaIA@mgpu.ru

Аннотация

В настоящее время много внимания уделяется формированию функциональной грамотности. Одним из методов формирования функциональной грамотности в области физического здоровья может быть проектная работа обучающихся. В рамках деятельностного подхода в обучении проектная и исследовательская работа занимает важнейшее место в образовательном процессе. Говоря о проектах при изучении раздела «Человек и его здоровье», следует отметить большую значимость такой работы для каждого обучающегося, ведь приобретенные навыки будут использованы в обыденной жизни. Участие в проектах, особенно если проект сопряжен с проведением лабораторных исследований и интересных опытов, существенно повышает у обучающихся мотивацию к изучению естественнонаучных дисциплин, способствует формированию умений и навыков работы с лабораторным оборудованием и формирует компетенции командной работы. Такие проекты могут быть и одним из этапов предпрофильной подготовки обучающихся. Естественнонаучные проекты могут быть организованы по разным тематикам, но практикоориентированные направления всегда вызывают больше интереса именно благодаря их связи с жизнью каждого человека. Организация и реализация проектной деятельности всегда требует соблюдения определенной последовательности действий, начиная с обсуждения замысла проекта, заканчивая представлением полученных результатов. И, конечно, представление проекта на конкурсах, олимпиадах или конференциях дает возможность обучающимся проявить себя в публичных выступлениях и дебатах.

Для цитирования в научных исследованиях

Кропова Ю.Г., Козлова И.А. Организация проектной работы при изучении раздела «Человек и его здоровье» // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 4А. С. 303-312. DOI: 10.34670/AR.2023.75.26.036

Ключевые слова

Проектная работа, функциональная грамотность, естественнонаучное образование, лабораторный практикум, исследовательская деятельность, профподготовка.

Введение

Процесс обучения биологии неразрывно связан с проведением практических и лабораторных занятий. Такой формат работы, несомненно, поможет обучающимся лучше понять изучаемый материал, отработать навыки работать с лабораторным оборудованием. Рассматривая школьный предмет «Биология» с точки зрения проведения лабораторных занятий, можно выделить ключевые направления такой деятельности. Так, при изучении раздела «Растения» практическая деятельность обучающихся может быть направлена на изучение клетки растений, исследование процесса фотосинтеза, знакомство с семействами цветковых растений с помощью гербарного материала. Такие занятия можно проводить как в кабинете, используя оптические приборы и комнатные растения, так и при проведении экскурсий в природу.

Изучение раздела «Животные» базируется преимущественно на использовании моделей, макетов и других средств наглядности. Однако, изучение одноклеточных животных можно проводить в формате лабораторных занятий, ведь культивировать инфузорий и амёб не является сложным процессом.

Лабораторные занятия, направленные на изучение животных и растений, не требуют большого количества времени, поэтому такие работы хорошо вписываются в формат урочной системы.

При изучении раздела «Человек и его здоровье» в основном используют модели органов и их систем, интерактивные плакаты. Тогда как лабораторные исследования не всегда можно провести в рамках урока в связи с большей сложностью и продолжительностью.

Альтернативой может стать проектная работа обучающихся, которую можно организовать в формате кружковой работы как дополнение к урочной системе. Кроме того, проектная работа, направленная на изучение функционирования организма человека, имеет важное практическое значение для обучающихся, поскольку непосредственно связана с состоянием здоровья каждого человека.

Основная часть

Проектная работа по биологии, а именно по разделу «Человек и его здоровье» может быть организована при изучении каждой системы органов. Так, при изучении опорно-двигательной системы можно проводить изучение антропометрических показателей тела человека, асимметрию мышц, их работу, утомляемость и выносливость.

Тема «Кровеносная система» обычно сопровождается изучением групп крови, определением резус-фактора. Также проводят изучение влияния разных типов физических нагрузок на частоту сердечных сокращений, при наличии оборудования (переносного мобильного электрокардиографа) можно исследовать работу сердца, проводить изучение электрокардиограммы, что является весьма полезным навыком в жизни каждого человека.

Сенсорные системы позволяют проводить большое количество исследований по определению чувствительности и остроты работы каждого анализатора. Практически все перечисленные работы могут быть проведены и в рамках обычных занятий, но в упрощенной форме.

Однако при изучении пищеварительной системы человека экспериментальные исследования можно провести именно в формате проектной работы обучающихся. Весьма интересным и важным с точки зрения практической значимости является изучение активности пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта человека [Мари, 2009]. Можно организовать проектную работу по изучению активности какого-либо одного фермента, а можно рассмотреть все литические ферменты, начиная с ротовой полости и заканчивая ферментами тонкого кишечника. Рассмотрим алгоритм организации такого проекта.

Амилаза слюны является первым ферментом, который начинает расщеплять пищу. Фермент проявляет максимальную активность в слабощелочной среде, поэтому первоначально необходимо изучить динамику изменения значения рН в ротовой полости испытуемых (обучающихся 8-х классов, однако это могут быть и ученики других классов).

Изучение рН среды ротовой полости

Среда полости рта является важнейшим показателем гомеостаза органов ротовой полости. Данные значения колеблются в интервале 6,4–7,4 и подвержены суточным ритмам: в утренние часы значение рН слюны ниже, чем вечером. Безусловно, на значение кислотности среды оказывает влияние режим питания, состояние ротовой полости [Потылкина, Медведева, 2008].

Для изучения кислотности необходимо поместить лакмусовую бумагу (например, индикаторная бумага «LACHEMA») на язык на несколько секунд, после чего сравнить полученные данные со шкалой. Такие замеры лучше проводить в течение нескольких дней, но в одно время время. Одновременно со значением рН следует обратить внимание на состояние ротовой полости. Например, в организованном нами проекте, обучающиеся принимали пищу за три часа до измерения, поэтому условно такое состояние можно обозначить как «замер натошак». Можно заметить, что у испытуемых, не имеющих проблем с состоянием ротовой полости, показатель среды смещен в слабощелочную сторону. А проблемы с состоянием ротовой полости смещают этот показатель в слабокислую область. При этом наиболее сильное смещение значений рН в кислую область характерно при кровоточивости десен. А этот показатель, в свою очередь, является предвестником многих заболеваний зубов и ротовой полости в целом. Кислая среда не только снижает активность амилазы слюны, но и является благоприятной для размножения микроорганизмов, которые способствуют образованию налета на поверхности зубов (полисахариды, например, леван, адсорбируются на поверхности зуба, формируя пористую поверхность, благоприятную для размножения других видов микрофлоры ротовой полости). А это приводит к развитию кариеса. Поэтому значение рН слюны можно использовать для выявления кариеса на начальных этапах его развития [Покровский, 2009].

Более того, в настоящее время уже появились индикаторные тест-полоски для определения кариеса в домашних условиях, которые основаны как раз на изучении рН среды. Конечно, такую диагностику нельзя считать высокоточной, но, тем не менее, этот метод можно использовать для выявления предпосылок к дальнейшему исследованию состояния зубов.

Определение активности амилазы слюны

Для возможности наблюдать этапы гидролиза крахмала до глюкозы, используют стандартную методику [Шапкарины др., 2005].

Изначально обучающимся нужно приготовить раствор своей слюны. Для этого рот

ополаскивают 2-3 раза водой для удаления остатков пищи. Отмеряют 50 мл дистиллированной воды и ополаскивают ей рот в течении 5 мин в несколько приемов. Собранную жидкость (примерно 50-60 мл) фильтруют и фильтрат используют для работы.

После этого в четыре пробирки приливают раствор слюны, дистиллированную воду и раствор крахмала в указанных в методике количествах. Тщательно перемешивают содержимое всех пробирок. Затем добавляют йод в первую пробирку и фиксируют цвет раствора. Спустя 10 минут добавляют йод во вторую пробирку и также отмечают изменение цвета раствора. Через 10 минут повторяют процедуру с третьей пробиркой и еще через 10 – с четвертой.

В первой пробирке раствор сразу приобретал синий цвет. Йод является индикатором на молекулы крахмала, которые имеют спирально закрученную пространственную структуру, поэтому только крахмал проявляет такое окрашивание. В остальные пробирки йод добавляют спустя 10, 20 и 30 минут соответственно. За время инкубации амилаза слюны расщепляет крахмал, поэтому в пробирках постепенно уменьшается его количество, а появляются молекулы олигосахаров, которые с йодом не реагируют. Соответственно происходит изменение окраски раствора (табл. 1).

Таблица 1 - Значение рН среды ротовой полости обучающихся

Время, мин	Окраска раствора
0	Темно-синий
10	Синий
20	Коричнево-зеленый (бурый)
30	Желтый

При проведении эксперимента можно всех участников проекта разделить на три группы. Это позволит изучить активность амилазы слюны в зависимости от пищевого поведения.

Группа 1. Прием пищи непосредственно перед проведением эксперимента.

Группа 2. Прием пищи за час до эксперимента.

Группа 3. Прием пищи за несколько часов до эксперимента (не менее 3-х часов).

Таким экспериментом можно проверить предположение, что концентрация фермента в слюне будет меняться в зависимости от того, когда человек ел. Если испытуемый принимал пищу непосредственно перед экспериментом, фермент активно расходовался на процессы расщепления крахмала, поэтому в эксперименте активность должна быть низкой.

И, наоборот, если прием пищи был давно, то фермент будет в большей концентрации находиться в слюне. Собственно, многочисленные исследования показывают, что использования некоторых продуктов (лимон) усиливают секрецию слюны и повышают активность фермента.

Влияние активаторов и ингибиторов на активность амилазы слюны

Известно, что биологический катализ зависит от присутствия в буферной смеси различных ионов, которые могут оказывать влияние на активность ферментов. С пищей мы получаем различные вещества, а в зависимости от наших пищевых предпочтений (пресная или соленая пища, острая, жирная и т.д.) работа литических ферментов также будет изменяться.

Для изучения влияния активаторов ингибиторов на активность фермента, используют 1% раствор NaCl и 1% раствор CuSO₄. Эксперимент проводится по описанной выше технологии.

В пробирках с добавлением раствора поваренной соли, раствор быстрее меняет свой цвет. Наличие раствора медного купороса, наоборот, ингибирует действие амилазы слюны, раствор

практически не меняет окраску, что говорит о крайне низкой активности фермента.

Полный гидролиз крахмала наиболее быстро проходит с добавлением активатора в виде поваренной соли. Теперь становится понятным, почему добавление соли в пищу – кулинарный прием, который не только улучшает вкусовые качества пищи, но и способствует перевариванию сложных углеводов в ротовой полости [там же].

Изучение активности протеаз желудочного сока

Изучение активности ферментов желудочного сока затруднено из-за процедуры экстрагирования сока. Однако, можно сделать модельный эксперимент, используя ферментативные препараты. Методика их приготовления заключается в растворении иммобилизованных ферментов и доведении раствора до нужных значений pH. В качестве ферментов можно использовать аптечные препараты. Наиболее яркие результаты показывают препараты Мезим форте, Ацидин-пепсин и Пепсин говяжий.

Как известно, в желудке секретруется небольшое количество (в норме) соляной кислоты, которая создает слабоокислую среду для активности протеаз. Как мы отмечали ранее, Мезим и Мезим форте содержат в своем составе амилазы, протеазы и липазы практически в равном соотношении. Однако, кислотность среды будет способствовать активности только определенных ферментов. Так, кислая среда ингибирует активность амилаз и липаз, но активирует протеолитическую активность.

Таким образом, растворение мезима в слабоокислой среде позволяет изучать именно активность протеаз. Пепсин говяжий является препаратом, содержащим только пепсин, но мы знаем, что в состав желудочного сока входит комплекс протеаз, причем ферменты отличаются своей специфичностью. Одни протеазы расщепляют все пептидные связи, а другие – избирательно, только перед или после конкретных аминокислот [Сапин, 2018].

Несмотря на широкое использование препарата Пепсин в производстве продуктов питания, мы предполагаем, что в наших исследованиях скорость гидролиза белка будет замедленной именно в виду монофермента.

И третий выбранный препарат, Ацидин-пепсин, по своему составу является более комплексным, в большей степени соответствует составу натурального желудочного сока. Этот препарат содержит и кислоту, поэтому при использовании его в исследованиях, необходимо просто растворить его в дистиллированной воде.

В качестве белка можно использовать яичный белок или куриное мясо, а для имитации работы желудочного сока, использовать отварное яйцо куриное и перепелиное.

Яйцо изначально следует измельчить (имитация пережевывания пищи), поместить в химический стакан и залить раствором соответствующего препарата. После чего оставить до окончания протеолиза. Этот процесс занимает несколько часов, именно поэтому такой эксперимент можно проводить именно как проектную работу.

Проводя такое исследование с обучающимися школы, мы выявили некоторые закономерности. Сравнивая активность трех препаратов можно отметить, что быстрее всего расщепляет белки ацидин-пепсин. Это обусловлено составом препарата (кроме пепсина, он содержит кислоту в количестве, максимально приближенному к желудочному соку). Мезим расщепляет белки медленнее всего, так как в его составе кроме пепсина содержится амилаза и липаза, а добавление нами соляной кислоты в раствор не сильно корректирует активность ферментов.

Процесс распада белка сопровождается выделением аммиака (аминогруппа кислот),

небольшого количества сероводорода (серусодержащие аминокислоты). Органолептические показатели свидетельствуют о гидролизе белковых молекул. Но более точным показателем является количество белковых молекул.

Наличие белка в пробе можно определять с помощью разных качественных (цветных) реакций. Используя их, можно зафиксировать постепенное уменьшение количества белка в пробе, что говорит о протекающих протеолитических реакциях. Чем бледнее становится окрашивание, тем меньше полимерных молекул остается в растворе.

Мы делали биуретовую реакцию в начале протеолиза и по истечении 4, 5 и 6 часов соответственно, что позволило нам определить время распада белка (рис. 1).

В основе биуретовой реакции лежит способность пептидных связей

(–CO–NH–) образовывать с сульфатом меди в щелочной среде окрашенные комплексные соединения, интенсивность окраски которых зависит от длины полипептидной цепи. Раствор белка дает сине-фиолетовое окрашивание.



Рисунок 1 - Определение наличия белка с помощью биуретовой реакции

Несмотря на то, что белок начинает расщепляться только в желудке, в ротовой полости происходит механическая обработка пищи, которая будет влиять на скорость протеолиза.

Для изучения влияния предварительной механической обработки пищи на скорость протеолиза можно использовать белковый продукт (яйцо) разной степени измельченности. Учитывая, что оптимум кислотности желудка составляет 1,5-2,0, можно определить, чем процесс пищеварения людей с разными показателями кислотности, отличается от референсных.

Создав в пробирке условия, близкие к гипо и гипер-ацидности, и поместив в пробирку вареное яйцо, исследователи могут отметить, что снижение или повышение концентрации желудочного сока, вызывает торможение частичного протеолиза молекулы пепсиногена [Цыперович, 2016].

Несомненно, значение кислотности среды определяет скорость расщепления белков, потому люди с повышенной или пониженной кислотностью желудочного сока дольше переваривают белковую пищу (в 2,5-3 раза). Однако, сочетание белковой пищи с различными добавками, человек может оказывать влияние на показатели кислотности желудочного сока, тем самым ускоряя процессы распада белка и нормализуя пищеварение.

Изучение активности ферментов панкреатического сока

После желудка пищевой комок поступает в просвет тонкого кишечника, куда открываются

протоки поджелудочной железы и желчного пузыря.

Известно, что ферменты сока поджелудочной железы (панкреатического) содержат в своем составе ферменты, завершающие расщепление углеводов и белков до мономеров (амилаза и протеазы поджелудочного сока). Также панкреатический сок содержит липазы, которые изначально находятся в неактивном состоянии, а активизируются под действием желчных кислот.

Изучение протеаз и амилаз проводится по уже описанным методикам.

Особого внимания заслуживает изучение активности липаз. Липазы обладают относительной специфичностью, что означает взаимозаменяемость этих ферментов. Это означает, что если у человека наблюдается недостаточное количество липазы В, то все липиды начнут расщепляться с помощью липазы А.

Как известно, животные жиры содержат жирорастворимые витамины, но лишены или содержат очень мало ненасыщенных высших жирных кислот. В составе растительных жиров нет витаминов, арахидоновой кислоты, но в них широко представлены линолевая кислота, фосфолипиды.

Изучение липаз можно проводить на различных продуктах, содержащих в своем составе жиры. Также можно использовать любые продукты, обжаренные в масле. Самый доступный вариант - в качестве субстрата использовать масло растительное (подсолнечное рафинированное) и масло сливочное.

Учитывая, что экстрагирование ферментов затруднительно, для моделирования эксперимента можно использовать желчь (аптечную), разные ферментативные препараты.

В качестве ферментов мы применяли три препарата очищенной иммобилизованной липазы: липаза телячьей, липаза козьей и липаза. Эти препараты также используются для производства продуктов питания.

Учитывая, что оптимум рН для липаз млекопитающих составляет примерно 8 (слабощелочная среда), можно провести расщепление масел выбранными ферментами при значениях кислотности среды 7,5, 8,0, 8,5.

Результаты будут зависеть от выбранных ферментов, однако обучающиеся, несомненно, придут к заключению, нет разницы в скорости расщепления растительных и животных жиров, что свидетельствует о том, что типы высших жирных кислот (насыщенные или ненасыщенные) не влияют на скорость гидролиза.

Представленный нами алгоритм организации проектной работы по изучению процессов пищеварения был реализован несколько раз с обучающимися непрофильных и профильных классов и показал свою эффективность при понимании особенностей функционирования организма человека. Проведение такого проекта будет весьма полезным и интересным для обучающихся общеобразовательных школ, а усложнение этого алгоритма (оптимум кислотности для работы каждого фермента, использование разных продуктов для исследования и т.д.) покажет обучающимся и значимость соблюдения режима питания [Стрекаловская, 2007].

Заключение

В последние годы тема правильного и сбалансированного питания становится все более освещаемой. Уже не только врачи-диетологи, гастроэнтерологи, но и люди иных специальностей становятся более осведомленными в вопросах качества пищи.

Так, например, многим детям еще с малых лет взрослые советуют тщательно пережевывать

пищу, не проглатывая ее на бегу. Чем же обусловлены данные наставления и действительно ли они так важны?

Много информации представлено о различных режимах питания, преимущества разных диет, которые зачастую противоречат друг другу. Безусловно, для сохранения своего здоровья для любого человека важно научиться разбираться в подобной информации, корректно оценивать ее достоверность и разумно подходить к выбору режима питания.

Организация проектной работы по этой теме может стать полезной не только для изучения раздела «Человек и его здоровье», но имеет огромное значение для формирования навыков проведения лабораторных исследований. Реализация любого проекта требует от участников проектной группы умения работать в команде, организовывать свою индивидуальную деятельность, работать с научной литературой и, конечно, представлять результаты проведенной работы.

Более того, результаты проектной работы способствуют развитию и формированию грамотности области физического развития и бережного отношения к здоровью. И, конечно, участие в таких проектах может стать для обучающихся мотивирующим в выборе будущей профессии.

Библиография

1. Алексейчева Е.Ю. Гуманизация образования как способ создания гуманного будущего // Методология научных исследований. материалы научного семинара. / Сер. «Библиотека Мастерской оргдеятельностных технологий МГПУ». Ярославль, 2021. С. 131-135.
2. Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский А.И. Анатомия человека. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 480 с.
3. Мари Р. Биохимия человека. М.: Логос, 2009. 428 с.
4. Покровский В.М. Физиология человека. М.: Высшее образование, 2009. 214 с.
5. Потылкина Т.В., Медведева Г.А. Физиология человека и животных. Практическое руководство по изучению тем «Пищеварение. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция» для студентов специальности «Биология». 2008. 24 с.
6. Сапин М.Р. Анатомия и физиология человека (с возрастными особенностями детского организма). М.: Academia, 2018. 704 с.
7. Стрекаловская А.Д. Биохимия. Оренбург, 2007. 26 с.
8. Шапкарин А.П. и др. Сборник лабораторных работ по биохимии. М., 2005. 84 с.
9. Цыперович А.С. Ферменты. М.: Техника, 2016. 360 с.
10. Юнусов Э.Ш., Пономарев В.Я. Изучение гидролиза протеолитическими ферментами // Вестник Казанского технологического университета. 2016. № 24. С. 168-170.

Organization of project work in the study of the section “Human and his health”

Yuliya G. Kropova

PhD in Biology,
Associate Professor of the Department of Human Biology and Physiology,
Moscow City Pedagogical University,
129226, 4, 2nd Selskokhozyaystvennyi driveway,
Moscow, Russian Federation;
e-mail: Kropova.j@mgpu.ru

Irina A. Kozlova

Biology Teacher,
School No. 285 named after V.A. Molodtsova,
127081, 21, Yasnyi ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: KozlovaIA@mgpu.ru

Abstract

Currently, much attention is paid to the formation of functional literacy. One of the methods of formation of functional literacy in the field of physical health can be the project work of students. Within the framework of the activity approach in training, design and research work occupies the most important place in the educational process. Speaking about projects when studying the section “Human and his health”, it should be noted that such work is of great importance for each student, because the acquired skills will be used in everyday life. Participation in projects, especially if the project is associated with laboratory research and interesting experiments, significantly increases the motivation of students to study natural science disciplines, contributes to the formation of skills and skills in working with laboratory equipment and forms the competence of teamwork. Such projects can also be one of the stages of pre-profile training of students. Natural science projects can be organized according to different topics, but practice-oriented directions always arouse more interest precisely because of their connection with the life of each person. The organization and implementation of project activities always requires a certain sequence of actions, starting with the discussion of the project plan, ending with the presentation of the results. And, of course, the presentation of the project at competitions, olympiads or conferences makes it possible for students to prove themselves in public speeches and debates.

For citation

Kropova Yu.G., Kozlova I.A. (2023) Organizatsiya proektnoi raboty pri izuchenii razdela «Chelovek i ego zdorov'e» [Organization of project work in the study of the section “Human and his health”]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 13 (4A), pp. 303-312. DOI: 10.34670/AR.2023.75.26.036

Keywords

Project work, functional literacy, science education, laboratory workshop, research activities, vocational training.

References

1. Alekseicheva E.Yu. (2021) Gumanizatsiya obrazovaniya kak sposob sozdaniya gumannogo budushchego [Humanization of education as a way to create a humane future] *Metodologiya nauchnykh issledovaniy. materialy nauchnogo seminar. / Ser. «Biblioteka Masterskoj orgdeyatel'nostnykh tekhnologij MGPU»*. [Methodology of scientific research. materials of the scientific seminar. / Ser. "Library of the Workshop of organizational activity technologies of MSPU". Yaroslavl]. pp. 131-135.
2. Gaivoronskii I.V., Nichiporuk G.I., Gaivoronskii A.I. (2018) *Anatomiya cheloveka* [Human anatomy]. Moscow: GEOTAR-Media Publ.
3. Mari R. (2009) *Biokhimiya cheloveka* [Human biochemistry]. Moscow: Logos Publ.
4. Pokrovskii V.M. (2009) *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. Moscow: Vysshee obrazovanie Publ.
5. Potylkina T.V., Medvedeva G.A. (2008) *Fiziologiya cheloveka i zhivotnykh. Prakticheskoe rukovodstvo po izucheniyu tem «Pishchevarenie. Obmen veshchestv i energii. Termoregulyatsiya» dlya studentov spetsial'nosti «Biologiya»* [Physiology of man and animals. A practical guide to studying the topics “Digestion. Metabolism and energy.

-
- Thermoregulation” for students of the specialty "Biology"].
6. Sapin M.R. (2018) *Anatomiya i fiziologiya cheloveka (s vozrastnymi osobennostyami detskogo organizma)* [Human anatomy and physiology (with age-related characteristics of the child's body)]. Moscow: Academia Publ.
 7. Shapkarin A.P. et al. (2005) *Sbornik laboratornykh rabot po biokhimii* [Collection of laboratory works on biochemistry]. Moscow.
 8. Strekalovskaya A.D. (2007) *Biokhimiya* [Biochemistry]. Orenburg.
 9. Tsyperovich A.S. (2016) *Fermenty* [Enzymes]. Moscow: Tekhnika Publ.
 10. Yunusov E.Sh., Ponomarev V.Ya. (2016) Izuchenie gidroliza proteoliticheskimi fermentami [Study of hydrolysis by proteolytic enzymes]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 24, pp. 168-170.