

ХИМИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

Быковская Н.В.¹, Шишлова М.А.¹, Шишлова Т.М.¹, Рейм Т.А.¹, Вязовец Д.А.¹

¹*Филиал ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет (Школа педагогики), Уссурийск, e-mail: shishlova1@rambler.ru*

В связи с новыми образовательными стандартами становится актуальным проведение исследовательских проектов в школе. В статье представлены особенности, основные этапы организации и сопровождения обучающихся при выполнении школьных проектов по химии и биологии, в основу которых положены химико-генетические исследования водотоков урбанизированных территорий. Разработана методика проведения исследовательских проектов с региональным аспектом «Тяжёлые металлы в водной среде» и «Цитогенетическая активность воды из водотока г. Уссурийска на тест-системе сои» для обучающихся средних общеобразовательных школ. В статье рассматривается организация проектно-исследовательской деятельности школьников под групповым руководством студентов, магистрантов, преподавателей вуза и учителей. Одним из эффективных методов формирования ключевых компетенций обучающихся является проектная деятельность, которая представляется как совокупность исследовательских, поисковых, проблемных, творческих методов организации учебного процесса. В рамках данных проектов применяются химико-экологические и генетические методы анализа. Раскрыта методика работы школьников с генетической тест-системой «Соматический мозаицизм сои». Выполняя учебный проект, обучающиеся, с одной стороны, расширяют свое представление о предметных областях, осмысливают межпредметные связи, тогда как студенты – руководители проектов, с другой стороны, получают практический педагогический опыт работы со школьниками. Так создаются условия для мотивации обучения, активизируется познавательный интерес к наукам. Была выявлена эффективность совместной деятельности преподавателей, студентов, учителей и обучающихся средних школ в реализации проектной деятельности на примере использования регионального материала по исследованию урбанизированных территорий. Исследование носит практико-ориентированный характер.

Ключевые слова: проект, химия, генетика, проектная деятельность, межпредметная связь, генетическая тест-система «Соматический мозаицизм сои».

CHEMICAL AND GENETIC STUDY OF WATER CURRENTS IN URBANIZED TERRITORIES IN THE PROJECT ACTIVITIES OF SCHOOLS

Bykovskaya N.V.¹, Shishlova M.A.¹, Shishlova T.M.¹, Reim T.A.¹, Vyazovets D.A.¹

¹*Branch of the FGAOU VO Far Eastern Federal University (School of pedagogy), Ussuriysk, e-mail:shishlova1@rambler.ru*

In connection with the new educational standards, it becomes relevant to conduct research projects at school. The article presents the features, the main stages of organizing and accompanying students in the implementation of school projects in chemistry and biology, which are based on chemical and genetic studies of watercourses in urbanized areas. A methodology has been developed for conducting research projects with a regional aspect «Heavy metals in the aquatic environment» and «Cytogenetic activity of water from the Ussuriysk watercourse on the soybean test system» for students of secondary schools. The article discusses the organization of design and research activities of schoolchildren under the group guidance of students, undergraduates, university professors and teachers. One of the effective methods for the formation of key competencies of students is project activity, which is presented as a combination of research, search, problematic, creative methods of organizing the educational process. Within the framework of these projects, chemical-ecological and genetic methods of analysis are used. The method of work of schoolchildren with the genetic test system «Somatic mosaicism of soybeans» is disclosed. While completing an educational project, students, on the one hand, expand their understanding of subject areas, comprehend interdisciplinary connections, while student project managers, on the other hand, gain practical pedagogical experience of working with schoolchildren. Thus, conditions are created for motivating learning, cognitive interest in sciences is activated. The effectiveness of joint activities of teachers, students, teachers and teaching secondary schools in the implementation of project activities was revealed on the example of using regional material on the study of urbanized territories. The research is practice-oriented.

Keywords: project, chemistry, genetics, project activities, interdisciplinary communication, genetic test- system «Somatic mosaicism of the soybean».

В ходе проектной деятельности обучающихся целенаправленно осуществляется организованная работа творческих групп педагогов и школьников по разрешению одной из актуальных социальных или учебных проблем. При этом происходит самостоятельное освоение участниками проекта комплексных научно-практических знаний и ключевых компетенций, создается собственный «продукт», который можно продемонстрировать в электронной или другой форме. В настоящее время выполнение индивидуального итогового проекта обязательно для каждого обучающегося 9-го класса средней общеобразовательной школы. Современные технологии обучения в педагогическом вузе предполагают связь теоретической подготовки бакалавров с их будущей профессией учителя биологии и химии, который методически грамотно умеет организовать и сопроводить проектную деятельность ученика.

Цель данной работы заключается в выявлении принципов применения проектно-исследовательского обучения, а также в определении эффективности совместной деятельности преподавателей, студентов, учителей и обучающихся средних школ в реализации проектной деятельности с региональным аспектом на примере химико-генетических исследований водотоков урбанизированных территорий.

Материалы и методы исследования

Проведен теоретический анализ педагогической литературы, обобщен многолетний педагогический опыт в сопровождении проектной деятельности обучающихся в рамках работы инновационной площадки «Современные подходы к организации исследовательской деятельности школьников в естественно-научном образовании». Реализованы эмпирические методы, такие как наблюдение и описание результатов, статистическая обработка химико-генетических исследований.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследовательский проект предусматривает четкое определение цели и методов исследования. Он предполагает хорошо продуманную структуру, обозначенные задачи, актуальность проекта для всех участников, социальную значимость, определенные методы эксперимента и методы обработки и представления результатов. По сути, эта работа приближается к научному исследованию [1]. Следует иметь в виду, какой способ достижения дидактической цели будет представлен через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться вполне реальным, практическим результатом, «проектом», оформленным тем или иным способом [1]. Проектная деятельность включает в себя познавательную, учебную, исследовательскую и творческую работу обучающихся, позволяет ученику раскрыть свой творческий потенциал, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, продемонстрировать достигнутый результат [2]. В ходе выполнения проекта по химии

обучающиеся черпают знания и из других дисциплин: физики, математики, биологии, экологии, информатики, осуществляя таким способом межпредметную связь. Проектные работы могут быть индивидуальными и групповыми [3, 4].

Реализация проекта включает в себя как деятельность обучающегося, так и параллельную работу учителя (табл. 1). Определяется проблема исследования, затем формулируется цель исследования, выявляются задачи, объекты исследования. Поиск литературы осуществляет учитель. Учащийся знакомится с проблемой, получает представление о научной вариативности. Одновременно происходит знакомство с современными методами исследования, с языком науки по изучаемой проблеме. Необходимо ввести ученика в проблему – познакомить с литературой по данному вопросу. Это позволяет понять, какие версии, предположения, гипотезы можно выдвинуть. Далее учащийся должен последовательно пройти все этапы (поставленные задачи), чтобы достичь цели работы. Серьезный этап – обсуждение результатов, выяснение соответствия результата выдвинутой цели предложенным версиям, формулирование выводов. Важен заключительный этап – подготовка презентации работы (табл. 1).

Таблица 1

Основные этапы работы над школьным проектом.

Деятельность учителя	Деятельность обучающегося
Представление проблемы исследования	Понимание проблемы исследования
Определение цели исследования, выявление задач, выявление объектов, выдвижение гипотезы	
Составление списка литературы	Чтение и анализ литературы
Выбор района исследования и станций сбора материала	
Консультирование	Сбор материала для исследования
Консультирование	Пробоподготовка
Помощь в вычислениях, консультирование	Статистическая обработка полученного материала
Анализ результатов деятельности учащихся	Представление результатов
Обсуждение результатов исследования	
Формулирование выводов	
Составление отчета, слайд-презентации, доклада	

В течение последних лет преподаватели и студенты кафедры естественно-научного образования филиала ДВФУ (Школы педагогики) активно оказывают методическую помощь при выполнении индивидуального итогового проекта по химии и биологии. Многие проекты успешно прошли защиту на школьных и региональных конференциях. Представим методику организации и сопровождения некоторых проектов.

Проект «Тяжёлые металлы в водной среде» выполнялся обучающимися 9-го класса МБОУ СОШ № 11 г. Уссурийска в рамках деятельности инновационной площадки кафедры

естественно-научного образования «Современные подходы к организации исследовательской деятельности школьников в естественно-научном образовании». Совместно со школьниками в ходе беседы определили проблему исследования. Далее была выявлена актуальность: прогрессирующее загрязнение природной среды тяжелыми металлами в настоящее время оказывает влияние на экосистемы. В речных экосистемах происходят накопление, а также трансформация тяжелых металлов в более токсичные соединения, поэтому необходим постоянный контроль за качеством речной воды.

Далее была определена цель проекта: исследование химико-экологического состояния пресных вод водотоков г. Уссурийска по содержанию в них тяжелых металлов, таких как железо (Fe), цинк (Zn), медь (Cu), никель (Ni), кадмий (Cd), свинец (Pb). Для достижения поставленной цели сформулировали следующие задачи, которые выдвинули обучающиеся: во-первых, изучить литературные источники по теме исследования, подготовить обзор; во-вторых, изучить методику определения растворенных тяжелых металлов в пресных водах; в-третьих, практически определить содержание железа, цинка, меди, никеля, кадмия, свинца в водотоках города Уссурийска; в-четвертых, на основании полученных результатов дать химико-экологическую оценку водотоков города Уссурийска на содержание в них тяжелых металлов. Далее определили предмет исследования: концентрация тяжелых металлов в водотоках г. Уссурийска. Ученики выдвинули гипотезу, которая может быть как истинной, так и ложной: в пресных водах рек г. Уссурийска содержатся тяжелые металлы в высоких концентрациях. Методами исследования послужили: молекулярная спектроскопия, метод калибровочного графика, атомно-абсорбционная спектроскопия.

Сбор проб, подготовка, анализ, обработка результатов проводились под руководством научных руководителей проектов (студентов старших курсов, преподавателей, учителей школы).

Выбор элементов (тяжелых металлов) для исследования объяснялся биологической значимостью, металлогенической спецификой изучаемого региона, характером природных и техногенных стоков, поступающих в реки. Эту информацию обучающиеся получили из литературных источников.

Отбор проб проводился обучающимися в осенний период 2019 г. на станциях, расположенных на реках Комаровка (станции № 1 и № 2), Раковка (станции № 3 и № 4), Раздольная (станции № 5 и № 6) (Приморский край). Станция № 1 дает представление о качестве речной воды до воздействия на водоток города; станция № 2 – район города, который подвергается затоплению; станция № 3 – экологически благополучный район; станция № 4 – участок, расположенный перед слиянием с р. Комаровкой, загрязненный участок реки, который характеризует воздействие города на водоток; станция № 5 – экологически

благополучный район, расположен до вхождения водотока в город; станция № 6 – район после очистных сооружений канализации г. Уссурийска, характеризует воздействие города на водоток.

Результаты химического анализа проб воды были проанализированы, рассчитаны и занесены в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Содержание металлов в водотоках г. Уссурийска (мг/л), n=6, осень, 2019 г.

ПДК, мг/л № станции	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	Fe
	1,0	0,1	0,1	0,01	0,1	0,3
1	$\frac{0.0096}{0.002}$	$\frac{0.0016}{0.00062}$	$\frac{0.0020}{0.00059}$	$\frac{0.0010}{0.00026}$	$\frac{0.0009}{0.00032}$	$\frac{0.39}{0.04}$
2	$\frac{0.0105}{0.005}$	$\frac{0.0081}{0.0032}$	$\frac{0.0019}{0.00057}$	$\frac{0.0002}{0.00005}$	$\frac{0.0014}{0.0005}$	$\frac{0.40}{0.03}$
3	$\frac{0.0110}{0.004}$	$\frac{0.0132}{0.00053}$	$\frac{0.0042}{0.00125}$	$\frac{0.0001}{0.00014}$	$\frac{0.0012}{0.00035}$	$\frac{0.55}{0.04}$
4	$\frac{0.0145}{0.005}$	$\frac{0.0017}{0.00068}$	$\frac{0.0012}{0.00037}$	$\frac{0.0006}{0.00002}$	$\frac{0.0013}{0.00035}$	$\frac{1.10}{0.05}$
5	$\frac{0.0082}{0.003}$	$\frac{0.0025}{0.001}$	$\frac{0.0024}{0.00071}$	$\frac{0.0001}{0.00009}$	$\frac{0.0032}{0.00214}$	$\frac{0.27}{0.02}$
6	$\frac{0.0115}{0.004}$	$\frac{0.0018}{0.00074}$	$\frac{0.0007}{0.00022}$	$\frac{0.0003}{0.00004}$	$\frac{0.0061}{0.0011}$	$\frac{0.64}{0.07}$

Обучающиеся обработали материал, освоили методику определения содержания металлов в пресной воде, составили сводную таблицу, презентацию к докладу на конференцию. Исследование речной воды на содержание тяжелых металлов показало их высокие концентрации в реках Комаровка и Раковка в центре города (станции № 2 и № 4) и в р. Раздольная после очистных сооружений канализации МУП «Уссурийск-водоканал» (станция № 6). Превышение предельно допустимых концентраций наблюдалось только для железа. Присутствие в природной воде повышенной концентрации железа – распространенное явление, которое затрудняет ее использование как в быту, так и в промышленности.

Школьники сделали выводы: высокое содержание тяжелых металлов наблюдается в р. Комаровка и р. Раковка в центре города и в р. Раздольная после очистных сооружений канализации; превышение предельно допустимых концентраций наблюдалось только для железа. Гипотеза подтвердилась частично.

Проектная деятельность реально формирует у обучающихся умение самостоятельного конструирования работы, расширяет представление о предметных областях, дает возможность

увидеть и осмыслить межпредметные связи учебных дисциплин, стимулирует мотивацию к обучению.

Второй проект был организован в рамках нашего исследования и выполнен учащимися 9-го класса МБОУ СОШ № 11 г. Уссурийска под руководством студентки Школы педагогики (профиль «Биология и химия») по теме «Цитогенетическая активность воды из водотока г. Уссурийска на тест-системе сои» [5]. Для привлечения обучающихся к выполнению проектов по генетике была проведена лекция-беседа с элементами визуализации на инновационной площадке для учеников с 9-го по 11-й класс по теме «Мутации, их скрининг и мониторинг» [6]. Из присутствовавших на лекции несколько человек заинтересовались работой в проектах по генетике. Целью проектной работы была оценка на тест-системе «Соматический мозаицизм сои» цитогенетической активности воды из р. Комаровки после слияния с р. Раковкой. В обеспечение цели решали следующие задачи: изучение литературы по теме «Генетические тест-системы»; подготовка проб воды и растений для исследования; оценивание с помощью тест-системы «Соматический мозаицизм сои» цитогенетическую активность воды. Была сформулирована гипотеза: в г. Уссурийске степень загрязненности водоемов способна вызвать цитогенетические нарушения. Генетический мониторинг является удобной системой контроля за уровнем генетической опасности для экосистем. Генетическое тестирование мутагенности компонентов среды осуществляется путем тестирования отобранных образцов в лабораторных условиях [7].

План реализации исследовательского проекта по теме «Цитогенетическая активность воды из водотока г. Уссурийска на тест-системе сои» включал следующие этапы: первый этап включал в себя подбор и изучение литературы в соответствии с темой проекта; вторым этапом стало знакомство с методикой выполнения исследования и ее освоение: изучались принципы использования тест-системы «Соматический мозаицизм сои», механизмы возникновения пятен; на третьем этапе состоялась закладка эксперимента (взятие пробы воды, подготовка и посадка семян); четвертым этапом стала обработка результатов; пятый этап заключался в подготовке проекта к защите на VI Региональной научно-практической конференции для старшеклассников и первокурсников; последний этап – рефлексия (самооценка и оценка результатов и процесса проведения исследования).

Работа над проектом началась с подбора литературы по генетике, в частности по мутагенезу, которую необходимо было изучить. Перед началом исследования нами были подробно объяснены методика использования выбранной тест-системы и генетические механизмы возникновения пятен на листьях сои [5]. Для определения генотоксического действия проб воды из водотоков используют тест-системы, направленные на учет различных

типов генетических нарушений, что доказывает связь между цитогенетической активностью речной воды из водотоков в центре города с загрязнением тяжелыми металлами [8].

В качестве места для взятия пробы воды для анализа был выбран пункт р. Комаровка (Приморский край), который подвержен техногенному прессу. Подготовка семян сои тесторной линии заключалась в замачивании их в тестируемой воде и в дистиллированной воде (это контроль) на 24 часа. Затем следовали посадка и выращивание растений в течение 4–5 недель до раскрытия второго сложного листа. В ходе обработки результатов определены возможные генетические механизмы образования пятен на листьях растений сои разных генотипов (табл. 3).

Таблица 3

Индукция соматического мозаицизма на листьях сои под действием проб воды из р. Комаровки (Приморский край)

Эффект появления пятен на листьях растений сои					Возможный механизм
Y ₁₁ u ₁₁		Y ₁₁ Y ₁₁		u ₁₁ u ₁₁	
Темно-зеленые пятна	Желтые пятна	Двойные пятна	Светло-зеленые пятна	Светло-зеленые пятна	
Октябрь, 2019					
–	+	+	±	±	СК, ХА, АП, ТМ, хл. ДНК

Примечание: «+» – более чем трехкратная индукция; «±» – индукция слабая; «–» – нет эффекта; АП – анеуплоидия; СК – соматический кроссинговер; ТМ – точковые мутации; ХА – хромосомные aberrации; хл. ДНК – изменения в хлоропластной ДНК.

Результаты показали трехкратное увеличение частоты пятен по сравнению с контролем. Проба индуцирует все типы пятен, кроме темно-зеленых пятен у светло-зеленых растений, что говорит о широком спектре нарушений, таких как: соматический кроссинговер, хромосомные aberrации, анеуплоидия, точковые мутации, изменения в хлоропластной ДНК.

Проделанная работа позволяет установить цитогенетическую активность воды из водотока г. Уссурийска (р. Комаровка после слияния с р. Раковкой) в октябре 2019 г. [6]. В результате выполнения проектной работы были сделаны следующие выводы.

1. Проведен анализ литературы по теме «Генетические тест-системы». 2. Подготовлены проба воды и растительные объекты для исследования на мутагенность. 3. Установлена цитогенетическая активность воды из водотока г. Уссурийска в октябре 2019 г. 4. Выявлено, что тестируемая вода индуцирует цитогенетические нарушения, что подтверждает воздействие загрязнений.

Далее следовала подготовка обучающихся к выступлению на научно-практической конференции. Подготовка включала написание тезисов, текста выступления и создание слайд-

презентации. Итоги исследовательских проектов были представлены на VI Региональной научно-практической конференции для старшеклассников и первокурсников «Первые шаги в науку». По итогам конференции школьники заняли призовые места и награждены дипломами. В ходе рефлексии каждый участник и руководитель проектов дал оценку совместной деятельности и выделил основные трудности, которые возникли на этапах при реализации проекта.

Выводы

Таким образом, была разработана и апробирована методика проведения исследовательских проектов с региональным компонентом на примере проектов «Тяжёлые металлы в водной среде» и «Цитогенетическая активность воды из водотока г. Уссурийска на тест-системе сои» для обучающихся средних общеобразовательных школ. В ходе выполнения проектных работ учащиеся вовлекаются в активный познавательный научно-исследовательский процесс. Студенты – руководители проектов получают опыт реализации методики исследовательских проектов, результаты их деятельности вносятся в выпускные квалификационные работы. Совместная деятельность преподавателей, студентов, учителей и обучающихся средних школ в реализации проектов показывает результативность данной работы.

Список литературы

1. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2010. 368 с.
2. Баженова К.А., Аронов А.М. Организация учебно-исследовательской деятельности школьников. Национальный книжный центр, 2016. 128 с.
3. Глушенков О.В. Организация исследовательской и проектной деятельности в школе. М.: Школьные технологии, 2017. 112 с.
4. Сульдина Т.И. Проектная деятельность в преподавании химии // Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке». 2017. Т 19 (10). С.21-27.
5. Савченко Н.В. Цитогенетическое исследование водотоков в проектной деятельности по биологии в средней школе // Актуальные проблемы психолого-педагогических, социально-гуманитарных и естественных наук: материалы студенческой научно-практической конференции Школы педагогики ДВФУ (г. Уссурийск, 29 апреля 2020 г.). Филиал ДВФУ в г. Уссурийске (Школа педагогики). Владивосток: ДВФУ, 2020. С. 296-301.

6. Быковская Н.В., Савченко Н.В. Методическое сопровождение лекции «Мутации, их скрининг и мониторинг» во внеурочной деятельности по биологии // Животный и растительный мир Дальнего Востока. Владивосток: ДВФУ, 2019. Вып. 32. С. 51-54.
7. Vig B.K. Soybean (*Glycine max* (L.) merrill) as a short-term assay for study of environmental mutagens: A report of the U. S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program. *Mutation Research*. 1982. Vol. 99. P. 339-347.
8. Быковская Н.В., Шишлова М.А., Шишлова Т.М. Использование растительной генетической тест-системы сои для оценки состояния водотоков урбанизированных территорий // *Успехи современного естествознания*. 2020. № 4. С. 68-72.