

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Биологический факультет

ПРИРОДА, ЧЕЛОВЕК И ЭКОЛОГИЯ

Сборник докладов
II-ой Региональной научно-практической конференции
молодых ученых

Брест, 23 апреля 2015 года



Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2015

УДК 504+546+574+575+631+632+636+613+614+616+581+582+595+599
ББК 24+28.0+40.0+74
П 77

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент **Н.М. Матусевич**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **С.Ф. Павлова**

Под общей редакцией

кандидат биологических наук, доцент **С.М. Ленивко**

П 77 **Природа**, человек и экология : сб. докл. II-й Регион. студент. науч.-практ. конф., Брест, 23 апр. 2015 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: под общ. ред. С.М. Ленивко. – Брест : БрГУ, 2015. – 100 с.

В сборник включены материалы докладов, посвященные решению актуальных проблем экологии растений, животных и человека, отражающие основные направления научных исследований студентов.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспирантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, специалистами системы образования.

Ответственность за языковое оформление статей и содержание несут авторы и их научные руководители. Доклады публикуются в авторской редакции.

УДК 504+546+574+575+631+632+636+613+614+616+581+582+595+599
ББК 24+28.0+40.0+74

© УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», 2015

Л.А. БАДАК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Ю.В. Бондарь, преподаватель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ *RHODODENDRON FAURIEI* FRANCH. И *RHODODENDRON CATAWBIENSE* MICHX.

Актуальность. Данная тема весьма актуальна в современной действительности, т.к. биология представителей рода *Rhododendron* L. слабо изучена, отсутствуют питомники для выращивания посадочного материала, и, как результат, рододендроны сравнительно редко применяются в озеленении.

Цель – выявить и сравнить морфологические особенности двух видов рода *Rhododendron* L., используемых в озеленении.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были выбраны два вида *Rhododendron* L.: *Rhododendron fauriei* Franch. и *Rhododendron catawbiense* Michx. из репродукции Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение.

Рододендроны – малораспространенные красивоцветущие кустарники для озеленения Беларуси. На сегодняшний день в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси выращивается около 40 видов рододендронов. Наблюдения, проведенные на коллекции рода *Rhododendron* L. в ЦБС НАН Беларуси, позволили разработать ассортимент рододендронов, перспективных для озеленения всей территории Республики Беларусь, который насчитывает 7 листопадных и 4 вечнозеленых вида [1]. Также был предложен дополнительный ассортимент для центральных и южных областей Беларуси, включающий 5 видов.

Рододендрон кэтевбинский (*Rhododendron catawbiense* Michx.)

Вечнозеленый, широко разрастающийся кустарник высотой от 2 до 4 м, диаметр куста обычно превышает его высоту. В десятилетнем возрасте высота растений около 1,5 м. Молодые побеги вначале с войлочным опушением, позже становятся голыми. Листья от эллиптических до продолговато-эллиптических, на конце тупые или остроконечные, у основания закругленные, длиной 7–15 см, шириной 3–5 см, сверху тёмно-зелёные, блестящие, голые, с 16 парами хорошо выраженных жилок, гладкие, снизу бледные, голые, черешки длиной 1,5–3,0 см. Молодые листья слегка опушённые. Цветки по 15–20 в плотных соцветиях, 12–15 см в диаметре, от широко воронковидных до колокольчатых. Цветоножки длиной 2,5–3,5 см,

покрыты ржавыми железистыми волосками. Чашечки с 5 коротко треугольными долями. Цветки напоминают расширенный колокольчик сиренево-пурпурного, фиолетового, белого или светлого фиолетово-красного цвета, с желтовато-зелёными крапинками. Венчик около 6 см в диаметре, с 5 широкими закругленными долями. Тычинок 10, нити белые, основания густоопушенные. Столбик голый. Аромат отсутствует. Плод – коробочка. Созревание в октябре. Цветёт в июне, реже в июле. Продолжительность цветения около месяца. Продолжительность жизни около 100 лет [2].

В природе распространён в восточной части Северной Америки от Виргинии до Джорджии, Теннесси и Алабамы. Встречается в верхнем поясе Аллагенских гор на высоте около 2000 метров над уровнем моря. Растёт под пологом леса или образует обширные заросли на открытых пространствах.

Рододендрон Фори (*Rhododendron fauriei Franch.*)

Вечнозеленый прямостоящий сильно ветвистый кустарник 2–3 м высотой с темно-серой корой и крупными, кожистыми, продолговато-эллиптическими или продолговато-ланцетовидными листьями до 20 см длиной, с завернутыми краями, сверху голыми, блестящими, снизу покрыты толстым сероватым или рыжеватым войлоком [1].

Цветки крупные, колокольчатые, до 5 см в диаметре, слабоопушенные, белые или кремово-белые с нежно-розовым оттенком и зеленоватыми крапинками, собраны в зонтиковидные соцветия по 10–20 шт. цветоножки 2–2,5 см длиной, слабоопушенные. Прицветнички мелкие, как и почечные чешуи, опадающие. Чашечка коротко-5-лопастная. Венчик 2–4 (5) см в диаметре, белый, с розоватым оттенком в основании, несколько неправильный, с зеленоватыми или буроватыми пятнами на внутренней поверхности верхней доли, колокольчатый, с 5 неглубоко вырезанными долями, голый. Тычинок 10, с опушенными нитями. Завязь опушенная; столбик голый, короче тычинок. Плоды – коробочки 1,5–2,5 см длиной и до 0,6 см шириной, семена с сетчатой структурой поверхности, с пленкообразным выростом по всему периметру. Цветет в июне, плоды созревают в октябре [3].

В природе растет на Дальнем Востоке России (в Приморье на территории Сихотэ-Алинского заповедника, на Кунашире и Итурупе), в Японии, Корее, Китае. Охраняется в заповедниках.

Существующая на протяжении достаточно продолжительного времени коллекция позволила произвести оценку и предложить перспективный ассортимент рододендронов для выращивания в Республике Беларусь. Критериями оценки для разработки ассортимента служат следующие показатели:

- зимостойкость;

- высокая декоративность;
- регулярное цветение и плодоношение в местных условиях;
- высокие посевные качества семян, получаемых в местных условиях [4].

Выводы. Выявили и сравнили морфологические особенности двух видов рода *Rhododendron* L.:

Rhododendron fauriei Franch.:

1. Цветки крупные, колокольчатые, до 5 см в диаметре, слабоопушенные, белые или кремово-белые с нежно-розовым оттенком и зеленоватыми крапинками, собраны в зонтиковидные соцветия по 10-20 шт.

2. Листья вечнозеленые, в длину от 8 до 20 см при ширине 5-8 см, кожистые, эллиптические, со слегка завёрнутыми краями, сверху блестящие, снизу розоватые.

3. Молодые побеги с мягким коричневатым опушением.

Rhododendron catawbiense Michx.:

1. Цветки по 15-20 в плотных соцветиях сиренево-пурпурного или светлого фиолетово-красного цвета с желтовато-зелёными крапинками.

2. Листья кожистые, продолговато-ланцетные, притупленные, слегка опушённые.

3. Молодые побеги вначале с войлочным опушением, позже становятся голыми.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кондратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры / Р. Я. Кондратович. – Рига : Зинатне, 1981. – 332 с.

2. Александрова, М. С. Рододендроны природной флоры СССР / М. С. Александрова. – М. : Наука, 1975. – 112 с.

3. Ботяновский, И. Е. Культура рододендронов в Белоруссии / И. Е. Ботяновский. – Минск : Наука и техника, 1981. – 96 с.

4. Володько, И. К. Декоративные растения, перспективные для озеленения затененных участков : рекомендации по ассортименту, агротехнике и использованию / И. К. Володько [и др.]; ЦБС НАН Беларуси; под ред. В. Г. Гавриленко. – Минск : Право и экономика, 2010. – 27 с.

Е.Н. БАСАЛАЙ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – В.Н. Яромский, канд. техн. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ БИОКАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА

Актуальность. В настоящее время существует мировая проблема удаления биогенных элементов из сточных вод. В частности, в Республике Беларусь на всех очистных сооружениях нет системы удаления фосфора из сточных вод. В зарубежной практике фосфор удаляют из сточных вод реагентным методом, то есть на очистных сооружениях Европы соединения фосфора удаляются только с помощью химических веществ, применение которых способствует образованию осадка, который необходимо утилизировать.

В случае города Бреста недостаточно очищенные стоки попадают в трансграничную реку Западный Буг, которая является объектом рыбохозяйственного значения II категории и несет свои воды в Балтийское море [1, с. 162]. Это приводит к накоплению биогенных элементов в водных объектах (в нашем случае в Балтийском море) и вызывает в них усиленный рост и размножение сине-зеленых водорослей, которые являются несъедобными для большинства видов рыб. В результате водоем превращается в желто-зеленый суп (происходит эвтрофикация водоема, то есть цветение воды в нем). Отмирая, цианобактерии опускаются на дно водоемов и в процессе своего разложения используют большие количества кислорода. Водные растения и живые существа не могут выжить в бескислородных условиях, однако они благоприятны для размножения микроорганизмов, способных разлагать мертвые растительные и животные ткани. Постепенно в таком водоеме значительно уменьшается число видов растений и животных, в частности, рыб. В настоящее время человечество столкнулось с мировой проблемой эвтрофикации Балтийского моря.

В связи с этим, возникает необходимость более глубокой очистки промышленных сточных вод от соединений фосфора. Дополнительное удаление фосфатов на стадии доочистки приведет к снижению соединений фосфора в сбрасываемых сточных водах перерабатывающих предприятий и снижению риска развития эвтрофикации. Одним из главных инженерно-экологических направлений водохозяйственной деятельности является внедрение эффективных методов очистки сточных вод от соединений фосфора, которые будут не только эффективными, но и безопасными для окружающей среды.

Цель работы – разработка биотехнологического метода очистки сточных вод от соединений фосфора.

Материалы и методы. В 2002 году для предотвращения эвтрофикационных процессов в рыбохозяйственных водоемах ученый из Великобритании, Брайен Портер, предложил использовать растительный материал [2, с. 46], который был обработан особым образом. Применение данного способа усложняется необходимостью обработки растительного сырья химическим реагентом при определенной температуре и определенном давлении, а также последующей отмывкой полученного растительного сырья. Обработанный таким способом растительный материал может выступать в качестве биокатализатора. Сложностью данного способа являются обязательная обработка растительного материала химическими реактивами, использование определенной температуры и давления, а также последующая отмывка полученного сырья.

Недостатком других биокатализаторов [3, с. 12] является их промышленное происхождение (затраты на производство синтетического носителя, изоляцию и поддержание чистой культуры нужного штамма микроорганизма, а также загрузку в полученный носитель данного штамма).

Для очистки сточной воды в работе использовали разработанный нами биотехнологический метод, при котором растительный материал подвергался специальной обработке.

Суть экологически безопасного биотехнологического метода: вместо синтетического носителя используется специально обработанный растительный материал, который создает благоприятные условия для размножения фосфат-аккумулирующих организмов, обитающих в сточных водах. Фосфат-аккумулирующие организмы переводят соединения фосфора из сточных вод в полифосфаты, которые накапливаются в бактериальных клетках, таким образом, не выключая связанный фосфор из круговорота веществ.

Сточная вода, прошедшая очистку от песка и других веществ минерального происхождения, а также очистку на биофильтрах, поступает в канализацию. На выходе из биофильтров может быть установлен резервуар с биокатализатором, который будет снижать концентрацию фосфатов в выпускаемой воде.

Достоинства разработанного нами метода: растительный материал в избытке; не нужны специальные химреактивы – обработка растительного сырья с помощью химических реактивов, которые имеются даже в школьной лаборатории; не нужны синтетические носители для штаммов микроорганизмов; отсутствуют затраты на поддержание культуры микроорганизмов; не нужна последующая отмывка полученного сырья;

Выводы. В результате выполненной работы нами были сделаны следующие выводы:

1) Разработан биотехнологический метод очистки сточных вод от соединений фосфора на основе биокатализатора, который является экологически безопасным по сравнению с реагентными методами;

2) В качестве экологически безопасного биокатализатора целесообразнее использовать специально обработанный растительный материал, который оказывает положительное влияние на размножение фосфат-аккумулирующих организмов, находящихся в сточной воде.

3) Данный метод является экономически эффективным за счет уменьшения (исключения) затрат на подготовку специального носителя, нужного штамма микроорганизмов, а также затрат на обработку растительного материала по сравнению с традиционными и ранее предложенными методами очистки сточных вод;

3) В результате ряда проведенных экспериментов по очистке сточных вод молокоперерабатывающих предприятий города Бреста с использованием разработанного нами биокатализатора концентрация фосфатов за сутки снижалась в среднем на 35–40%.

4) Уменьшение концентрации фосфатов в сточной воде происходит в результате их поглощения фосфат-аккумулирующими организмами, размножение которых протекает в сточной воде в оптимальных условиях благодаря действию биокатализатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яромский, В.Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий / В.Н. Яромский. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2009. – 171 с.

2. Басалай, Е.Н. Применение новых биокатализаторов для очистки сточных вод от соединений фосфора / Е.Н. Басалай, В.Н. Яромский. – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов IX Международной научной конференции аспирантов и студентов / ДонНТУ, ДонНУ. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2015. – С. 46–48.

3. Потапова, Л.В. Магнитные носители для иммобилизации микроорганизмов активного ила: поиск оптимальных путей иммобилизации / Л.В. Потапова, И.В. Владимирцева, О.В. Колотова, И.С. Тюменцева И.С. – Водоочистка, Москва : Панорама, 2006 г. – С.11–13.

УДК 637.5.07

Е.А. БОНДАРУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Л.И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ МЯСА КУРИЦЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ, НИТРАТОВ И СОЛЕЙ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Актуальность. Значение мяса и мясопродуктов в питании населения определяется тем, что они служат источником полноценных белков, жира, минеральных и экстрактивных веществ, некоторых витаминов, потребление которых является необходимым для нормального функционирования организма. Нарастание темпов производства и объемов выпуска продукции мясной промышленности требует совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов, обеспечивающих рациональное использование сырьевых ресурсов, повышение выходов и улучшение качества выпускаемой продукции. В целях улучшения как внешних, так и вкусовых качеств продукции на современных производствах, выпускающих различную продукцию для пищевых целей, нередко случаи использования различных добавок химического происхождения. Основная роль при оценке качества мяса играют следующие показатели: содержание компонентов, которые используются организмом для биологического синтеза и покрытия энергетических затрат; органолептические характеристики (внешний вид, запах, цвет, консистенция); отсутствие токсических веществ и патогенных микроорганизмов. Также в мясной продукции могут присутствовать различные канцерогенные соединения: нитраты, пестициды, ионы различных металлов. В нашей работе мы провели исследование мяса курицы двух предприятий Брестского района (ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер»).

Цель – выявить наличие канцерогенных веществ в мясе курицы с помощью химических методов в лабораторных условиях.

Объект исследования – мясо курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» Брестского района.

Материалы и методы. Для обнаружения пестицидов, нитратов, солей тяжёлых металлов были использованы весовой, спектральный, электрохимический и потенциометрический методы.

Результаты исследования.

1. Результаты исследования мяса курицы на содержание пестицидов.

Исследования проводились в лаборатории ОАО «Брестский мясокомбинат». В результате исследования мяса курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» на содержание пестицидов были получены следующие данные, представленные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Содержание пестицидов в мясе курицы ОАО «Птицефабрика Медновская»

Название пестицида	Допустимая норма, мкг/г	Обнаружено, мкг/г	Соответствие требованиям качества
Гептахлор, мкг/г	200,0	5,0	соответствует
Альдрин, мкг/г	200,0	4,1	соответствует
Гексахлорбензол, мкг/г	200,0	3,5	соответствует
ДДТ, и его метаболиты, мкг/г	1000,0	4,6	соответствует
Диэльдрин, мкг/г	200,0	4,8	соответствует
Эндрин, мкг/г	50	4,6	соответствует

Результаты показали, что в мясе курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» присутствуют такие пестициды, как гептахлор, альдрин, диэльдрин, эндрин, гексахлорбензол, ДДТ и его метаболиты, однако их концентрации не превышают допустимые нормы.

Таблица 2 – Содержание пестицидов в мясе курицы ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер»

Название пестицида	Допустимая норма, мкг/г.	Обнаружено мкг/г.	Соответствие требованиям качества
Альдрин, мкг /г	200,0	9,4	соответствует
ДДТ, мкг/г	1000,0	7,5	соответствует
Диэльдрин, мкг/г	200,0	4,6	соответствует
Эндрин, мкг/г	50	4,8	соответствует

Результатам исследования показали, что в мясе курицы ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» присутствуют такие пестициды, как альдрин, диэльдрин, эндрин, ДДТ и его метаболиты, однако их концентрации не превышают допустимые нормы.

2. Результаты исследования мяса курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» на содержание нитратов.

В результате исследования мяса курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» были получены следующие результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание нитратов в мясе курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер»

	Название	Допустимая норма, мкг/г	Обнаружено, мкг/г	Соответствие требованиям качества
ОАО «Птицефабрика Медновская»	NO_3^-	100	0	соответствует
ОАО «Дубравский бройлер»	NO_3^-	100	0	соответствует

Представленные результаты показали, что в исследованных образцах мяса курицы соединений нитратов не обнаружено.

3. Результаты исследования мяса курицы на содержание солей тяжелых металлов.

В результате исследования мяса курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» были получены следующие результаты, представленные в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Содержание солей тяжелых металлов в мясе курицы ОАО «Птицефабрика Медновская»

Название	Допустимая норма мкг/г	Обнаружено мкг/г	Соответствие требованиям качества
Свинец(Pb)	100,0	19,0	соответствует
Кадмий(Cd)	50	8,0	соответствует

По результатам исследования видно, что в мясе курицы ОАО «Птицефабрика Медновская» присутствуют соли таких металлов, как свинец и кадмий, однако их концентрации не превышают допустимые нормы.

Таблица 5 – Содержание солей тяжелых металлов в мясе курицы ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер»

Название	Допустимая норма, мкг/г	Обнаружено, мкг/г	Соответствие требованиям качества
Свинец(Pb)	100,0	22,0	соответствует
Кадмий(Cd)	50	15,2	соответствует
Медь(Cu)	100,0	6,4	соответствует

Исследования показали, что в мясе курицы ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер» присутствуют соли таких металлов, как свинец, кадмий и медь, однако их концентрации не превышают допустимых норм.

Выводы. В производственной лаборатории проведено исследование мяса курицы двух птицефабрик Брестского района (ОАО «Птицефабрика Медновская» и ОАО «Комаровка» Птицефабрика «Дубравский бройлер») на содержание пестицидов, нитратов и солей тяжелых металлов. В результате исследования обнаружено присутствие пестицидов и солей тяжёлых металлов, но их концентрации не превышают допустимой нормы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 2000. – 378 с.
2. Базарова, В.И. Исследование продовольственных товаров / В.И. Базарова. – М. : Экономика, 1986. – 295 с.
3. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отряшенкова. – М. : Агропромиздат, 1985. – 291 с.
4. Колесников, В.Т. Товароведение пищевых продуктов / В.Т. Колесников. – Киев. : Высшая школа, 1976. – 226 с.
5. Матрозова, С.И. Технохимический контроль в мясной и птицеперерабатывающей промышленности / С.И. Матрозова. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 183 с.

УДК 543.31(476.7)

Н.В. БОНДАРУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Л.И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ДРОГИЧИНСКОМ РАЙОНЕ

Актуальность. К числу основных социально значимых экологических проблем Беларуси относится проблема качества питьевой воды. Низкое качество питьевой воды создает бытовые неудобства для населения и повышает риск заболеваемости людей. В Беларуси действуют системы централизованного и нецентрализованного водоснабжения. Первая из них охватывает города и крупные населенные пункты, вторая – сельские поселения. Проблема качества питьевых вод на территории страны обусловлена двумя факторами, во-первых, природными литогеохимическими особенностями покровных отложений, в которых формируются водоносные горизонты, во-вторых, техногенным загрязнением этих горизонтов.

Природные причины неудовлетворительного качества питьевых вод характерны преимущественно для источников централизованного водоснабжения. Источники нецентрализованного водоснабжения, использующие первый от поверхности подземный водоносный горизонт, в большей мере подвержены техногенному загрязнению.

Цель – определение химического состава воды, подаваемой системами водоснабжения и предназначенной для потребления населением Дрогичинского района.

Материалы и методы. Материалом исследования служила питьевая вода, которая отбиралась в центральных скважинах различных деревень Дрогичинского района. В лаборатории отобранные пробы подвергали исследованию, используя титрование азотнокислым серебром, весовой метод анализа, колориметрический метод с фенолдисульфокислотой, анализ с роданидом, фотометрический метод анализа, анализ с добавлением хлоридом, фотометрический метод анализа, анализ с добавлением соды, органолептический метод анализа. Также определяли общую жесткость и рН проб. Органолептическим методом анализировали вкус и запах, фотометрическим – цветность и мутность.

Результаты и их обсуждения. Полученные данные отражены в следующей таблице.

Таблица – Результаты исследования питьевых водоисточников Дрогичинского района

Центральная скважина	Вкус, запах, балл	Цветность, градус	Мутность, ЕМФ	рН	Жесткость, моль/дм ³	Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Фтор, мг/дм ³	Аммиак, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Железо, мг/дм ³	Марганец, мг/дм ³
<u>Нормы по СанПиН</u>	<u>2</u>	<u>20</u>	<u>2,6</u>	<u>6-9</u>	<u>7,0</u>	<u>1000</u>	<u>350</u>	<u>1,5</u>	<u>2,0</u>	-	<u>45</u>	<u>500</u>	<u>0,3</u>	<u>0,1</u>
д. Дубовая	0	47	3,7	8,12	4,2	268	23,6	0,22	0,2	0,011	7,1	6,1	1,6	0,0
д. Детковичи	0	49	2,9	7,86	3,9	248	21,2	0,19	0,4	0,028	9,0	4,9	1,3	0,04
д. Рожок	0	38	2,7	7,28	4,25	243	28,8	0,18	0,1	0,0	1,3	4,3	1,1	0,07
д. Беленок	1	48	4,8	7,93	4,4	226	22,4	0,21	0,2	0,011	6,8	6,6	2,3	0,05
д. Заречка	0	30	2,9	7,63	5,5	250	24,8	0,22	0,4	0,020	5,8	4,2	2,6	0,04
г. Дрогичин РУПП «Экзон»	0	20	2,4	7,88	2,45	331	22,4	0,22	0,0	0,012	0,1	5,9	0,23	0,0
д. Вулька	1	21	8,2	7,64	5,3	289	12,8	0,24	0,2	0,007	4,2	5,1	3,9	0,04
д. Каролин	1	43	8,8	7,84	4,8	309	25,2	0,21	0,3	0,0	4,6	6,2	5,4	0,07
д. Суличево	1	26	7,0	8,07	5,0	276	23,6	0,18	0,2	0,023	2,1	4,8	3,6	0,07
д. Субботы	1	38	3,4	7,64	4,8	244	25,2	0,18	0,1	0,0	3,9	5,4	1,4	0,0

Анализ данных показал, что по Дрогичинскому району из всех показателей превышает норму только железо, мутность и цветность. Это превышение наблюдалось в д. Дубовая, д. Детковичи, д. Рожок, д. Беленок, д. Заречка, д. Вулька, д. Каролин, д. Суличево, д. Субботы. Превышение показателя мутности воды может быть вызвано присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

Цветность вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа.

Превышение содержания железа в воде может объясняться устаревшим оборудованием на станциях обезжелезивания воды или старыми трубами, по которым вода подается населению. Его избыток вызывает гемохроматоз, который характеризуется снижением веса, слабостью, изменением цвета кожи, снижением иммунитета и желудочными болями. Поэтому необходимо обновление и установка специального оборудования, обеспечивающего обезжелезивание вод. К настоящему времени подобного рода оборудования не имеют около половины подземных водозаборов на территории Дрогичинского района, так как его установка сопряжена с существенными затратами. Поэтому задача обезжелезивания питьевых вод особенно сложно решается для небольших городов и населенных пунктов, которые зачастую не в состоянии выделить для этого необходимые средства.

Выводы. Проведенный сравнительный анализ лабораторных исследований качества питьевой воды из центральных скважин разных деревень Дрогичинского района по химическим показателям обнаружил, что содержание хлоридов, фтора, аммиака, нитратов, сульфатов и марганца колеблется в пределах нормы. Таким образом, полученные данные показали, что исследованные питьевые источники удовлетворяют требованиям СанПина.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орлова, Л. Вода и соль – основа здоровья / Л. Орлова. – Минск : Харвест, 2007. – 64 с.
2. ГОСТ. Вода питьевая. Методы анализа.
3. Протокол по проблемам воды и здоровья Республики Беларусь. Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Минск, 2013.
4. Ершов, Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / Ю.А. Ершов. – Москва : Высшая школа, 2003. – 560 с.

А.А. БУЛАВКО

Минск, БГПУ имени М. Танка

Научный руководитель – В.С. Бирг, канд. биол. наук, доцент

ФАУНА БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ МЯДЕЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность. Дневные бабочки – одна из самых популярных групп насекомых, которая длительное время является объектом внимания исследователей в силу своей эстетической ценности и заметности в природе. Последняя особенность уже достаточно долго используется в практических целях: легко наблюдаемые в естественных условиях бабочки оказались к тому же и высоко экологически лабильными объектами, чутко реагирующими на малейшие изменения среды [3, с. 3–8].

Отсутствие фаунистической информации не позволяет наполнить реальным содержанием образовательные программы в области охраны окружающей среды.

Цель – выявить видовой состав булавоусых чешуекрылых Мядельского района Республики Беларусь.

Материалы и методы. Сборы материала (имаго) проводились в вегетационные периоды с 2012 по 2014 гг. в различных биотопах по стандартным методикам. За период исследования отловлено и таксономически обработано более 850 экземпляров, относящихся к 40 видам, что составляет 28,77 % от общего числа видов зарегистрированных на территории Беларуси [1, с. 6–10; 2]. Все виды принадлежат к 5 семействам. Наибольшее видовое разнообразие установлено в семействах Нимфалиды – 14 видов и Голубянки – 10 видов. Меньшим числом видов представлены семейства Белянки 9 видов, Бархатницы 6 видов. Минимальным числом видов характеризуется семейство Парусники 1 вид.

В сборах отсутствуют виды семейства Риодиниды, которое представлено одним редким видом Люцина – *Hamearis lucina*. Не отмеченные виды из других семейств являются редкими или ареал их обитания не проходит по исследуемой территории.

Результаты и их обсуждение. На основании полученных данных оценена численность и массовость лёта булавоусых чешуекрылых. 28 видов отнесено к категории «обычных» и «массовых»: Голубянка аргус (*Plebejus argus*), Голубянка икар (*Polyommatus icarus*), Голубянка аргирогномон (*Plebejus argyrognomon*), Голубянка серебристая (*Polyommatus coridon*), Переливница ивовая (*Apatura iris*), Перламутровка аглая (*Argynnis aglaja*), Перламутровка

полевая (*Issoria lathonia*), Крапивница (*Aglais urticae*), Павлиний глаз (*Inachis io*), Беянка горошковая (*Leptidea sinapis*), Боярышница (*Aporia crataegi*), Брюквенница (*Pieris napi*), Сенница луговая (*Coenonympha glycerion*), Сенница обыкновенная (*Coenonympha pamphilus*), Воловий глаз (*Maniola jurtina*), Лимонница (*Gonepteryx rhamni*), Голубянка бурая (*Aricia agestis*), Голубянка весенняя (*Cyaniris argiohis*), Голубянка бобовая (*Cyaniris semiargus*), Голубянка арион (*Phengaris arion*), Голубянка аманда (*Polyommatus amandus*), Перламутровка адиппа (*Argynnis adippe*), Переливница тополевая (*Apatura ilia*), Перламутровка селена (*Boloria selene*), Желтушка луговая (*Colias hyale*), Репница (*Pieris rapae*), Беянка резедовая (*Pontia daplidice*), Сенница аркания (*Coenonympha arcania*). Данные виды встречаются в основном на цветущей растительности.

К категории редких и единичных отнесено 12 видов: Махаон (*Papilio machaon*), Зорька (*Anthocharis cardamines*), Адмирал (*Vanessa atalanta*), Перламутровка большая лесная (*Argynnis paphia*), Крупноглазка (*Lopingia achine*), Капустница (*Pieris brassicae*), Глазок черно-бурый (*Aphantopus hyperantus*), Шашечница аврелия (*Melitaea aurelia*), Малинница (*Callophrys rubi*), Шашечница феба (*Melitaea phoebe*), Многоцветница (*Nymphalis polychloros*), Перламутровка зеленоватая (*Argynnis laodice*). Численность указанных видов на исследуемой территории была всегда низка на протяжении всего периода исследований.

Из отмеченных нами 40 видов булавоусых чешуекрылых в Красную книгу Республики Беларусь 1993 г. издания внесен 1 вид: Махаон. В последнее издание (2004 г.) данный вид уже не включен.

По фенологии (периоду лета) все виды бабочек условно разделены на 3 группы:

- 1) весенне-летние, с периодом лета март–июнь;
- 2) летние, летающие с конца июня по август;
- 3) растянутый период лета – дают несколько поколений в год, или отмечается имаго довольно продолжительное время (4–5 месяцев).

В каждую фенологическую группу входят виды их различных семейств.

Весенне-летний период лета имеют 1 вид дневных бабочек, в более поздние сроки наблюдаются только их гусеницы на кормовых растениях.

Летний период лета имеют бабочки 31 вида. С растянутым периодом лета зарегистрировано 8 видов.

На основании полученных данных составлен аннотированный список булавоусых чешуекрылых, которые были зарегистрированы на исследуемой территории. Каталог включает 13 полей, содержащий для каждого вида таксономическую и экологическую информацию: латинское и русское название вида; синонимы вида; ареал вида; тип ареала; распространение

ние в Беларуси; среда обитания; биология; кормовые растения; гигропреферендум; биотопический преферендум; время лета имаго; замечания по охране; хозяйственное значение.

Выводы. Полученные результаты пополняют сведения о видовом составе булавоусых чешуекрылых Мядельского района. Результаты работы могут использоваться в сравнении с данными уже полученными для других территорий со сходными природными условиями. Ряд данных может быть учтен при составлении образовательных программ в области охраны окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голденков, А.А. Фаунистический каталог. Дневные бабочки Республики Беларусь. / А.А. Голденков. – Деп. в НПЭЦ "ВЕРАС–ЭКО", 1992. – 67 с.
2. Довгайло, К.Е. Дневные бабочки (*Diurna*, *Lepidoptera*) Республики Беларусь. / К.Е. Довгайло, И.А. Солодовников, Н.И. Рубин – Электрон. дан. и прогр. – Минск, 2003.
3. Мержеевская, О.И. Чешуекрылые (*Lepidoptera*) Белоруссии / О.И. Мержеевская, А.Н. Литвинова, Р.В. Молчанова; под ред. О.И. Мержеевская. – Минск: Наука и техника, 1976. – 132 с.

В.С. ГАГАЛИНСКАЯ

БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ 2014 ГОДА г. БРЕСТА

Актуальность. На очистные сооружения г. Бреста поступают постоянно увеличивающиеся объемы сточных вод. Они подвергаются биологической и химической очистке. Одной из важнейших стадий является биологическая очистка при помощи так называемого активного ила [1, с. 18]. Очистные сооружения в последнее время работают недостаточно эффективно [2, с. 196]. Это требует реконструкций и подключения четвертой очереди аэротенков, т. к. при превышении нагрузок ил утрачивает способность к эффективному устранению загрязнителей, при переработке сточных вод. Поэтому очень важным является постоянно отслеживать динамику гидробиологических характеристик активного ила в ходе реконструкции очистных сооружений, что может использоваться для прогнозирования их дальнейших изменений и разработки методов улучшения состояния ила и повышения качества очистки воды.

Цель – оценка динамики качества работы очистных сооружений г. Бреста по гидробиологическим характеристикам для прогнозирования возможных изменений процесса очистки сточных вод.

Материалы и методы. Материалом служили пробы активного ила, гидробиологические характеристики которого определяли по стандартным методикам [3–5].

Результаты и их обсуждение. За период исследований было проанализировано 6 показателей, характеризующих работу аэротенков.

Динамика дозы активного ила по массе. В период с 22.10.14 по 31.12.14 данные по дозам активного ила по массе в аэротенках первой и второй очереди отличаются, и различия хорошо заметны. Изменения носили скачкообразный характер и колебались в районе от 0,7 до 2,3 г/л при нижней границе нормы 1,8 г/л (рисунок 1). Только в период с 19.11.2014 по 26.11.2014 наблюдался скачок в аэротенке второй очереди и значение дозы активного ила по массе достигло 1,8 г/л. Но в основном значения колебались в районе 1,2 г/л. Этого явно недостаточно для эффективной очистки. Вероятными причинами может быть ухудшение состояния активного ила в первой очереди в результате поступления токсикантов или повышения удельной нагрузки за счет увеличения объема сточных вод.

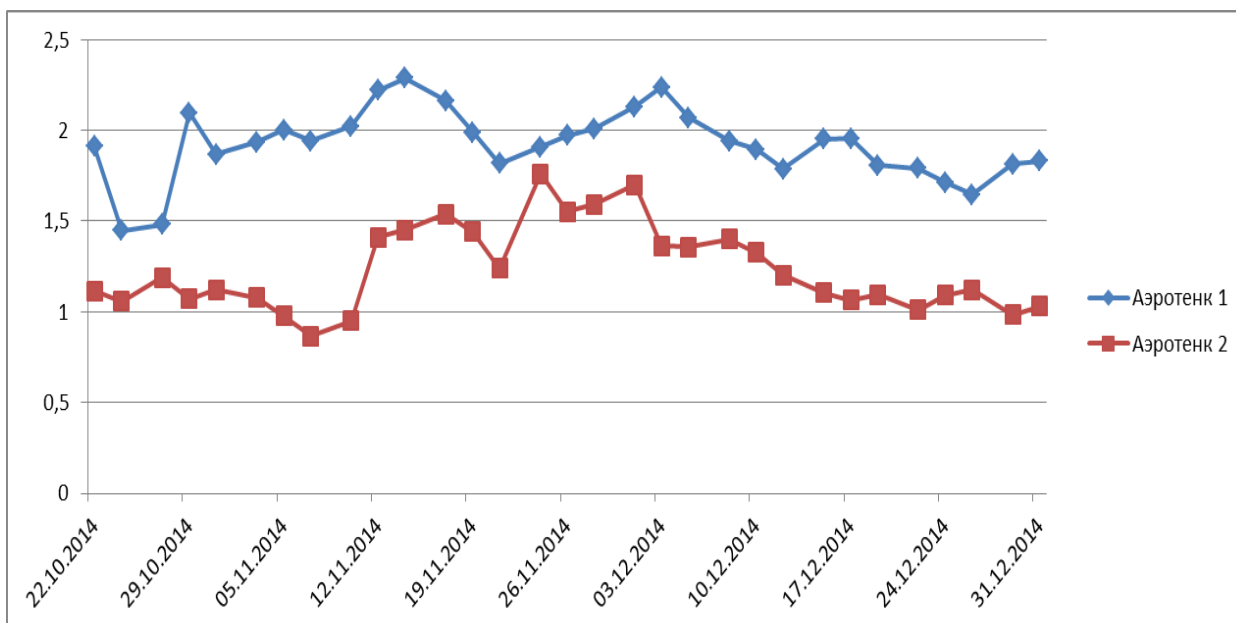


Рисунок 1 – Динамика дозы активного ила по массе (г/л)

Динамика илового индекса. Иловый индекс практически постоянно сильно превышал норму (60–150 см³/г) и колебался в первой очереди около 340 см³/г, а во второй – 385 см³/г, что говорит о неудовлетворительном состоянии активного ила. Как в первой, так и второй очереди аэротенков наблюдался сильный скачок с 03.12.2014 по 10.12.2014. Иловый индекс в аэротенке первой очереди снизился почти до верхней границы нормы и составлял 170 см³/г, а в аэротенке второй очереди – 260 см³/г (рисунок 2). Причины этого количественного улучшения данного показателя выявить трудно, так как иловый индекс зависит от сочетания различных факторов.

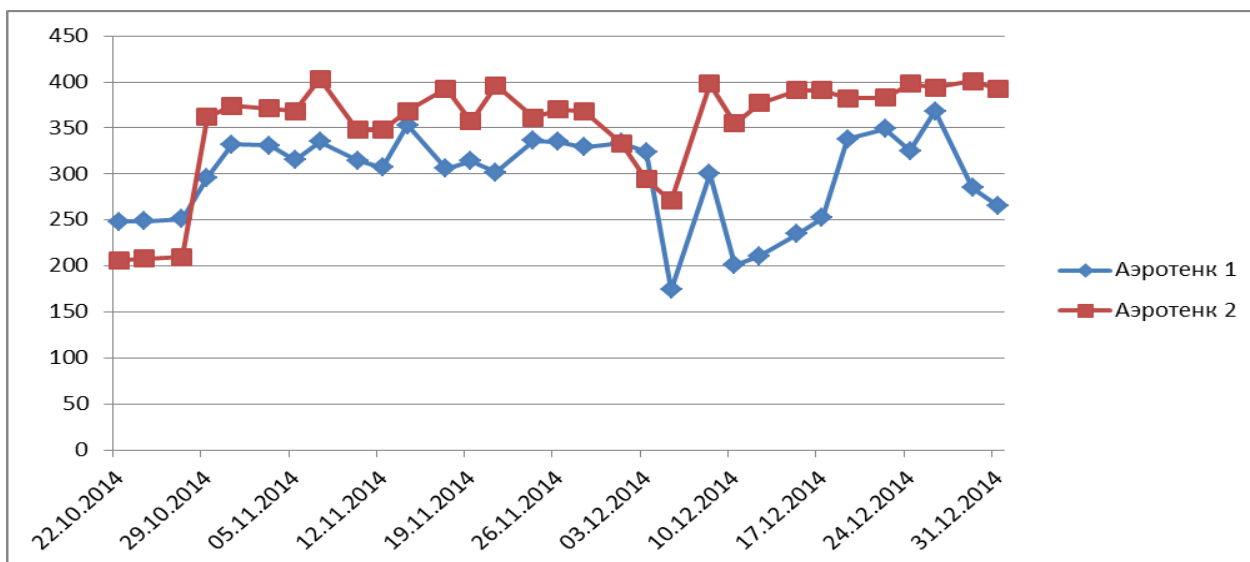


Рисунок 2 – Динамика илового индекса (см³/г)

Динамика концентрации растворенного кислорода. В аэротенках первой и второй очереди этот показатель колебался в районе 1,3–2,4 мг/дм³ (рисунок 3), что намного ниже нормы (5 мг/дм³) и явно недостаточно для эффективного осуществления окислительных процессов гидробионтами.

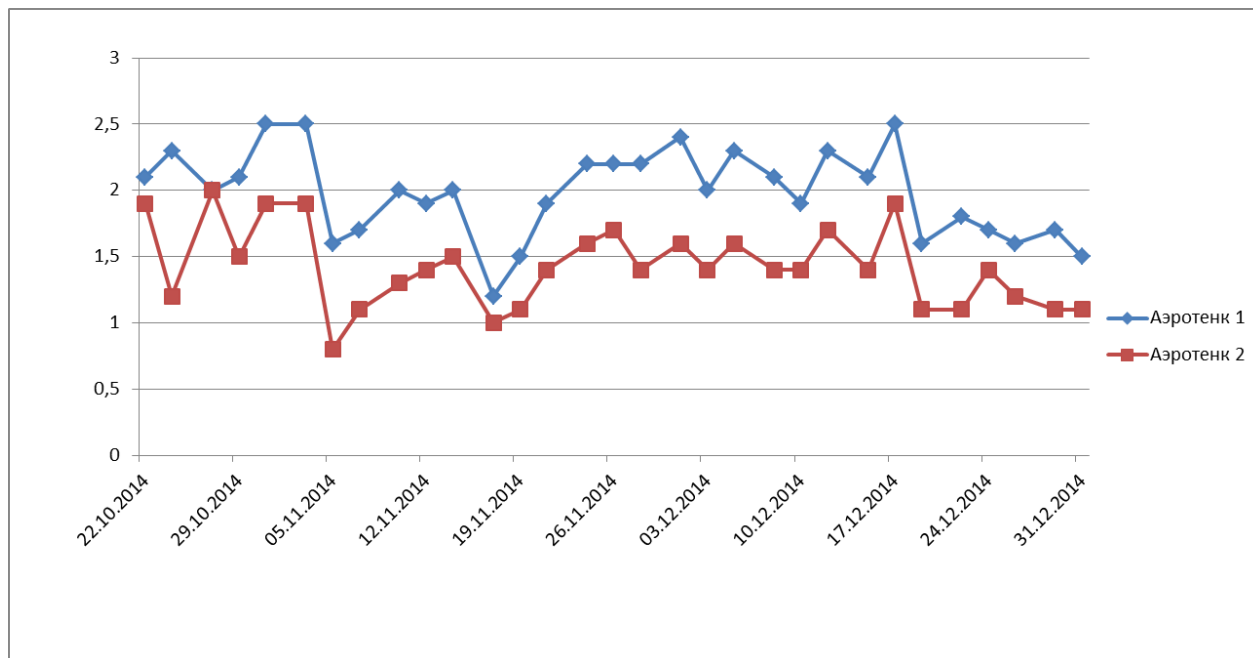


Рисунок 3 – Динамика концентрации растворенного кислорода (мг/дм³)

Динамика концентрации различных форм азота.

Концентрации аммонийного азота в аэротенках за период исследования сильно различались и колебались в диапазоне от 18 до 41 мг/дм³ при норме 18–25 мг/дм³, но эти показатели трудно регулировать, так как они в значительной степени зависят от состава поступающих стоков.

Концентрации нитритов в аэротенках первой и второй очереди практически не отличались и не превышали 1 мг/дм³. Это говорит о низкой эффективности процессов нитрификации, так как практически весь поступивший азот аммонийной формы должен переводиться нитрифицирующими бактериями в нитритную в нитратную форму. Нормой же содержания нитритов на выходе из очистных сооружений является полное их отсутствие, или, в крайнем случае, оно не должно превышать 0,08 мг/дм³, так как в процессе дальнейшей очистки нитриты должны окислиться до нитратов.

Концентрации нитратов в аэротенках сильно отличались друг от друга. В первой очереди они колебались от 1 до 2 мг/дм³, а во второй – от 0 до 2 мг/дм³ и обычно их содержание находилось ниже пределов чувствительности приборов. Это также говорит о недостаточной степени нитрификации, так как ПДК по нитратам на выходе составляет 40 мг/дм³.

Выводы. По итогам выполненной работы были сделаны следующие выводы.

1. На момент завершения работы активный ил находился в удовлетворительном состоянии по показателям дозы ила и в неудовлетворительном состоянии илового индекса.

2. За период исследований иловый индекс почти постоянно сильно превышал норму, доза ила и концентрация кислорода были значительно меньше нормы, процессы нитрификации происходили недостаточно удовлетворительно.

3. Для улучшения качества работы очистных сооружений можно рекомендовать проведение технологических мероприятий по регенерации и наращиванию активного ила при введении в эксплуатацию четвертой очереди аэротенков с увеличенным соотношением объемов возвратного ила к сточным водам и усиленной аэрации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.

2. Усачева, Л.Н. Динамика состояния активного ила в условиях эксперимента / Л.Н. Усачева, К.В. Усачева // Сахаровские чтения 2009: Экологические проблемы XXI века: материалы 9-й Международной научной конференции, г. Минск, 21–22 мая 2009 г. / Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова. – Минск, 2009. – С. 196–197.

3. МВИ концентрации ионов аммония фотометрическим методом с реактивом Несслера. Методика № 2.2.1.1 : Сб. методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Ч. 2. Мн. : НТЦ "АПИ", 1997 г. – С. 190–196.

4. МВИ концентрации нитратов фотометрическим методом с салициловой кислотой. Методика № 2.2.36.3 : Сб. методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Ч. 2. Мн. : НТЦ "АПИ", 1997 г. – С. 226–232.

5. МВИ концентрации нитритов фотометрическим методом с реактивом Грисса. Методика № 2.2.37.4 : Сб. методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Ч. 2. Мн. : НТЦ "АПИ", 1997 г. – С. 237–242.

Т.П. ГОНЧАРУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ЖИЛКОВАНИЕ КРЫЛЬЕВ СТРЕЛКИ ГОЛУБОЙ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

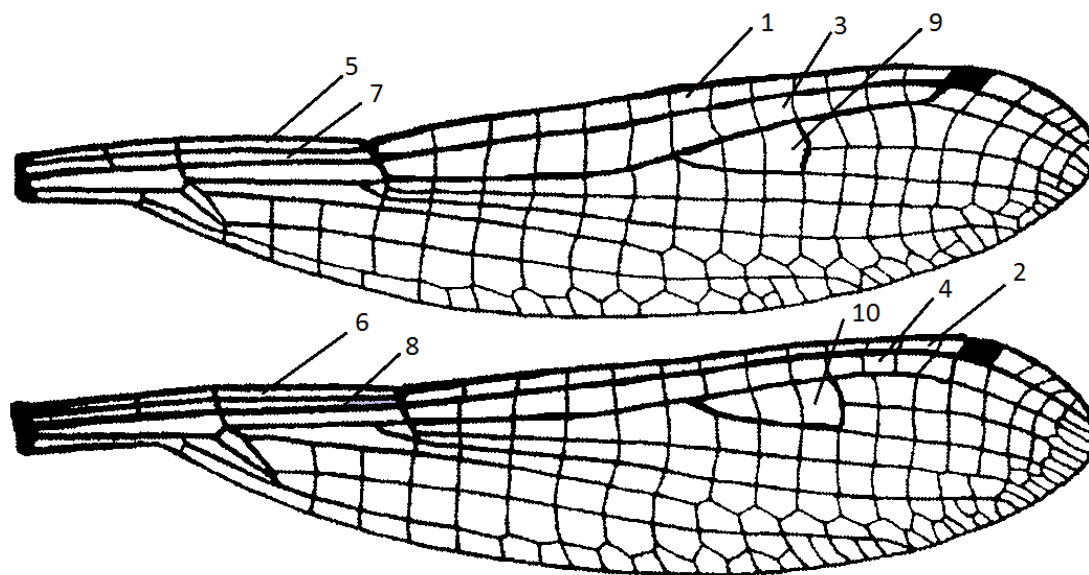
Актуальность. На сегодня в Брестском районе существует около 70 промышленных предприятий, каждое из которых вносит свой вклад в изменение экологической обстановки в регионе. Дать обоснованную интегральную оценку качества экологической обстановки подобному району как целому, нелегко. Наиболее эффективными и экономически выгодными в данном случае являются методы биоиндикации. Например, используемый нами показатель флуктуирующей асимметрии даёт представление о степени стрессующего воздействия всех присутствующих факторов на организм исследуемого объекта. Этот показатель основан на различиях правой и левой сторон морфологических структур. Чем больше организм испытывает действие неблагоприятных факторов в ходе онтогенеза, тем сильнее проявляется асимметрия. Таким образом, комплексная оценка состояния среды может быть получена путем расчета степени флуктуирующей асимметрии количественных и качественных признаков у разных видов живых организмов. Более детально разработаны методы такого анализа для растений, а из животных только для единичных видов [1, с. 17]. Из стрекоз ранее предпринимались попытки использования в биомониторинге только одного вида разнокрылых стрекоз – бабки зелёной (*Cordulia aenea*), являющейся фоновым видом в заповеднике «Воронежский». Исследование там проводилась с использованием 10 меристических признаков [2, с. 46].

Цель – расширение спектра используемых в биоиндикации насекомых путем изучения флуктуирующей асимметрии жилкования крыла стрелки голубой (*Enallagma cyathigerum* Charp.) для оценки возможности применения её в экологических исследованиях.

Для достижения этой цели мы ставили задачи:

1. На основе изучения особенностей морфологии и образа жизни определить вид стрекоз, перспективный для биомониторинга водной и околоводной среды.
2. Выделить элементы жилкования крыла *Enallagma cyathigerum*, пригодные для оценки величины флуктуирующей асимметрии.
3. Провести анализ флуктуирующей асимметрии жилкования крыла в выборках из мест с различным уровнем антропогенной нагрузки.

Материалы и методы. Для анализа флуктуирующей асимметрии использовали по 25 особей вида стрелка голубая из 4 различных мест обитания: водохранилище Орховское, озеро Вычулки, участок реки Мухавец в районе села Ямно, участок реки Лесная в районе села Дружба. У каждой исследуемой особи проводился подсчёт количества ячеек в определённых участках крыла по разработанной нами схеме, причём подсчёт аналогичных показателей верхних и нижних крыльев проводились как самостоятельные. В итоге мы имеем показатели десяти промеров с левой и правой стороны тела стрекозы (рисунок 1).



- 1-2) Число ячеек между C и R₁ от узелка до птеростигмы
- 3-4) Число ячеек между R₁ и R₂ от узелка до птеростигмы
- 5-6) Число ячеек между C и Sc от основания до узелка
- 7-8) Число ячеек между Sc и R от основания до узелка
- 9-10) Число ячеек между R₂, R₃ и IR₂

Рисунок 1 – Морфологические признаки, используемые для оценки стабильности развития стрелки голубой (*Enallagma cyathigerum* Charp).

Анализ флуктуирующей асимметрии проводился двумя различными способами. Первый способ включает в себя вычисление относительной величины асимметрии для каждого исследуемого признака. Для этого модуль разности между промерами слева (Л) и справа (П) делят на сумму этих же промеров: $|Л-П| / |Л+П|$. Полученные данные заносятся во вспомогательную таблицу в графы 2–11 (таблица 1). Далее вычисляется показатель асимметрии для каждой исследуемой особи. На третьей стадии определяется интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого рассчитывают среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждой особи (графа 12 – показатель X).

Таблица 1 – Расчёт интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке (по I способу)

№ признака											Величина асимметрии особи
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
...
Величина асимметрии в выборке											X=...

Второй способ определяет различие числа структур слева и справа. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса счетных признаков является средняя частота асимметричного проявления на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое числа асимметричных признаков у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. В этом случае не учитывается величина различия между сторонами, а лишь сам факт асимметрии, что, по мнению авторов методики, уменьшает погрешность измерений. Этот способ был использован ранее для изучения флуктуирующей асимметрии у бабки зелёной [2, с. 47].

Результаты и их обсуждение. Среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждой особи, рассчитанных по первому способу, в ряде наших выборок составило: 0,021 для стрелок отловленных рядом с Орховским водохранилищем; 0,026 для стрелок озера Вычулки; 0,026 для стрелок р. Муховец; 0,03 для стрелок р. Лесная (рисунок 2). По причине отсутствия в доступных источниках данных о проводимых по данному способу измерениях степени флуктуирующей асимметрии для стрекоз сравнить полученные нами величины с данными других авторов мы не можем.

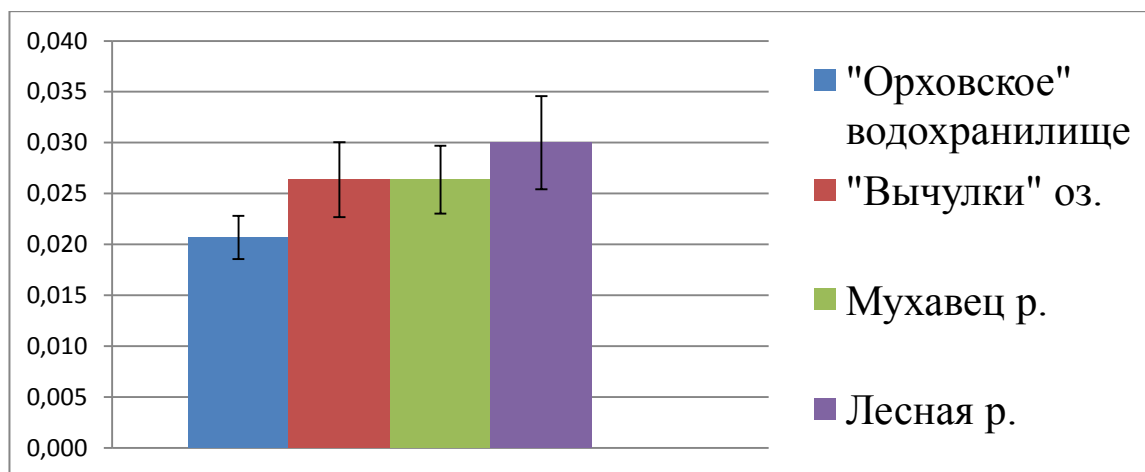


Рисунок 2 – Средние арифметические значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборках, рассчитанных по I способу.

По второму способу среднее арифметическое всех величин асимметрии в ряде наших выборок составило: $0,192 \pm 0,0003$ для стрелок, отловленных рядом с Орховским водохранилищем; $0,27 \pm 0,0003$ – для стрелок озера Вычулки; $0,28 \pm 0,0003$ – для стрелок р. Муховец; $0,31 \pm 0,0003$ – для стрелок р. Лесная (рисунок 3).

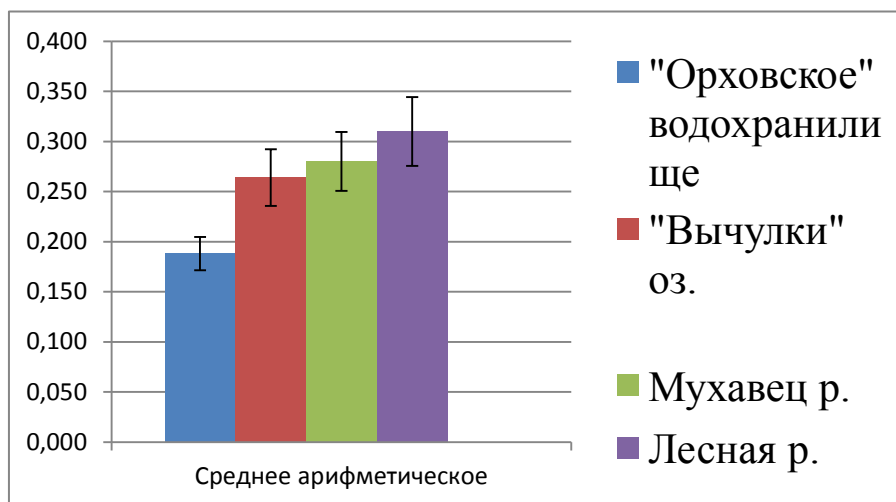


Рисунок 3 – Средние арифметические значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборках, рассчитанных по II способу.

Выводы. Проведенные исследования позволили сделать выводы:

1. Преимуществом стрелок перед бабкой зелёной является их более широкая распространённость и массовость на территории Беларуси, поэтому исследования можно проводить без нанесения заметного ущерба природным популяциям. В отличие от бабки, полёт стрелки относительно медленный, что позволяет с большим успехом отлавливать её для анализа.

2. Разработана оригинальная схема учета морфологических признаков жилкования крыльев для оценки стабильности развития стрелки голубой.

3. Установлено, что наиболее благоприятна местность в районе Орховского водохранилища. Менее благоприятна местность в районах озера Вычулки и села Ямно. Наиболее неблагоприятная среда для обитания стрелки голубой в районе села Дружба.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

2. Захаров, В.М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили. – М. : Изд. Центра экол. политики России, 2001. – 78 с.

П.В. ГРИГОРУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина, Брест

Научный руководитель – Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОРРОЗИИ В БЕТОННЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Актуальность. Коррозия стальной арматуры в бетоне является основной проблемой, с которой сталкиваются исследователи сегодня при попытке поддерживать в работоспособном состоянии бетонные и железобетонные конструкции. Наиболее технически сложной и серьезной причиной повреждения и преждевременного разрушения железобетонных конструкций является неконтролируемое проникновение хлорид-ионов из окружающей среды [1].

Для эффективного контроля процессов коррозии в цементном клинкере бетонных и железобетонных конструкций актуально применять неразрушающие методы контроля, каковыми являются аналитические методы.

Цель – определить зависимость скорости коррозии цементного клинкера испытываемых образцов в агрессивных средах от степени выщелачивания гидроксида кальция.

Материалы и методы. Исследовали пробы бетона с железобетонных плит промышленных предприятий. Количественное определение водорастворимых ионов кальция проводили методом комплексонометрического титрования с трилоном Б, в присутствии индикатора мурексида; количественное определение сульфат-ионов проводили гравиметрическим методом; определение рН водных вытяжек проводили с помощью рН-метра.

Результаты и их обсуждение.

Свойства агрессивных сред и условия их действия на строительные конструкции весьма разнообразны. Анализ большого экспериментального материала и результатов исследований сооружений, подвергавшихся действию различных агрессивных сред, позволил В.М. Москвину выделить три основных вида коррозии бетона [2]. В естественных условиях редко встречается коррозия только одного вида.

К первому виду могут быть отнесены все процессы коррозии, которые возникают в бетоне при действии жидких сред (водных растворов), способных растворять компоненты цементного камня. Составные части цементного камня растворяются и выносятся из структуры бетона. Так как

наиболее растворимым компонентом цементного камня на основе портландцемента является гидроксид кальция, то коррозионный процесс определяется обычно как процесс выщелачивания извести. Коррозия бетона вследствие выщелачивания относится к коррозии I вида. Особенно интенсивно эти процессы могут протекать при фильтрации воды через толщу бетона.

Ко второму виду коррозии можно отнести процессы, при которых происходят химические взаимодействия – обменные реакции – между компонентами цементного камня и раствора, в том числе обмен катионами. Образующиеся продукты реакции или легкорастворимые соединения выносятся из структуры в результате диффузии или фильтрационным потоком. Такой вид коррозии представляют процессы, возникающие при действии на бетон растворов кислот и некоторых солей.

Коррозия третьего вида возникает при действии на бетон растворов сульфатов и едких щелочей. Основным признаком коррозии третьего вида является накопление в порах и капиллярах бетона солей и последующая их кристаллизация, связанная с увеличением объема твердой фазы. Соли либо образуются вследствие химических реакций взаимодействия агрессивной среды с составными частями цементного камня, либо приносятся извне и выделяются из раствора вследствие испарения из него воды. Накопление солей в порах бетона на начальных стадиях вызывает его уплотнение.

Для надежной защиты арматуры в бетоне необходимо, чтобы щелочность среды бетона была не ниже $pH = 11,8$. При меньших значениях pH возможна коррозия арматуры в бетоне. Сталь в щелочной среде пассивна. Наступление пассивности характеризуется резким облагораживанием электродного потенциала металла. Так железо в активном состоянии имеет потенциал $-0,4$ В, а в пассивном его потенциал поднимается до $+1$ В. Пассивность обеспечивается покрытием оксидных пленок: Fe_2O_3 или Fe_3O_4 .

В твердеющей бетонной смеси смещение потенциала стали в положительную сторону, происходит не сразу. Значение потенциала стали, зависит от влажности и от проницаемости бетона для кислорода. Начальное значение pH в бетонной смеси велико. Со временем оно изменяется, вследствие химизма процессов твердения. Поэтому важен нижний диапазон значений pH , при котором коррозия стали не идет – $11,5–11,8$ (по некоторым источникам эта величина составляет 12). Опытным путем установили, что диапазон потенциалов стали в бетоне при $pH = 12–12,5$, находится в области пассивности. Понижение pH среды в бетоне наблюдается при уменьшении концентрации $Ca(OH)_2$ вследствие выщелачивания его проточной водой или в случае использования активных минеральных добавок. Вместе с тем в поверхностных слоях бетона может наблюдаться снижение щелочности вследствие нейтрализации гидроксида кальция кислотными жид-

костями и газами (карбонизация). Карбонизация защитного слоя бетона – самое распространенное агрессивное воздействие, которому подвергаются железобетонные конструкции, эксплуатируемые в природной среде. Углекислый газ, находящийся в атмосфере взаимодействует с гидроксидом кальция и едкими щелочами защитного слоя бетона. В результате этого значение рН жидкой фазы бетона падает с 13,0 до 11,0 и более низких значений. Такой бетон утрачивает свою защитную функцию по отношению к стали. Пассивное состояние стали нарушается и начинается процесс коррозии. Активные минеральные добавки в составе портландцемента связывают гидроксид кальция, и концентрация извести в среде может снизиться настолько, что произойдет растворение гидроалюмината кальция. Поэтому, при попадании в бетон конструкции агрессивных по отношению к арматуре химических компонентов, если их концентрация превышает критическое значение, коррозия арматурной стали развивается даже при высоких показателях рН жидкой фазы бетона.

Выводы.

1. При совместном нахождении сульфат, хлорид и гидрокарбонат-ионов в растворе повышается растворимость гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2. При концентрациях SO_4^{2-} в растворах 5 г/л и при соотношении сульфат, хлорид и гидрокарбонат-ионов 2:1:1 наблюдается замедление процесса выщелачивания гидроксида кальция.

3. Хлорид-ионы сами по себе инертны по отношению к цементному клинкеру, так как не образуют труднорастворимых соединений с кальцием – главным элементом минералов цементного камня. В основном их агрессивность связывают только с коррозией стальной арматуры в железобетонных конструкциях. Но полученные данные свидетельствуют о том, что хлорид-ионы влияют на течение процессов сульфатной коррозии, их интенсивность и скорость протекания.

4. При пониженном значении рН более малые концентрации агрессивных по отношению к стали ионов, могут вызывать ее коррозию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин [и др.]. – М. :Стройиздат, 1980. – 536 с.

2. Горчаков, Г.И. Строительные материалы: учеб.для вузов / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – М. :Стройиздат, 1986. – 688 с.

Н.А. ЕЛОВСКАЯ

Минск, БГПУ

Научный руководитель – Ж.Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ПРОТОННЫХ ПОМП В КОРНЯХ ГРЕЧИХИ ТЕТРАПЛОИДНОЙ

Актуальность. Вопросы повышения устойчивости растений приобретают все большее значение. В условиях интенсивного растениеводства наблюдается тенденция к снижению устойчивости культурных растений к погодным условиям. Создание возможностей для реализации максимальной продуктивности при выращивании монокультур, выравнивание популяций по фено- и генотипу в результате селекционной работы ослабляет защитные системы культурных растений, что снижает их устойчивость [1, с. 1]. Поэтому одна из основных проблем земледелия заключается в том, что посевные семена не всегда способны наилучшим образом реализовать свой генетический потенциал, связанный с урожайностью сортов сельскохозяйственных культур [2, с. 10].

На сегодняшний день в Республике Беларусь остро стоит проблема продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений к различным стрессорам. Повышение урожайности возможно с помощью различных способов воздействия на растения – химических, физических, биологических. Однако применение химической и биологической обработки пагубно влияет на окружающую среду и может несколько снижать качество получаемого сырья. В качестве альтернативы традиционным методам обработки семян рассматриваются физические способы предпосевной обработки, а именно электромагнитное излучение (ЭМИ) [3].

Среди крупяных культур одно из ведущих мест занимает гречиха, урожайность зерна которой в производственных условиях Республики Беларусь остается пока невысокой. Одной из главных причин низкого урожая гречихи является плохие метеоусловия и частые заморозки, приходящиеся на время прорастания растений. Принимая во внимание данный факт, возникла необходимость поиска эффективных, экологических и экономичных стимулирующих факторов, направленных на повышение агрономических качеств семян, устойчивости и урожайности данной сельскохозяйственной культуры. Гречиха посевная, или съедобная (*Fagopyrum sagittatum gilib*) – ценная крупяная и кормовая культура. Гречиха перспективная культура, имеющая ряд положительных свойств, определяющих ее широкое исполь-

зование в пищевой промышленности, медицинской сфере (в качестве сырья для производства лекарственных препаратов), сельскохозяйственной области (в качестве удобрения).

Цель – исследовать влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона на активность протонных помп корней гречихи посевной.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования была выбрана гречиха посевная тетраплоидная (*Fagopyrum sagittatum gilib*) сорта Анастасия, внесенная в Государственный реестр в 2011 г. Обработка семян низкоинтенсивным электромагнитным излучением СВЧ-диапазона производилась в НИИ Ядерных проблем БГУ в трех режимах: Режим 1 (частота обработки 54–78 ГГц, время обработки 20 минут), Режим 2 (частота обработки 64–66 ГГц, время обработки 12 минут), Режим 3 (частота обработки 64–66 ГГц, время обработки 8 минут). Анализ активности протонной помпы проводился на 11 день развития на базе кафедры клеточной биологии и биотехнологии растений биофака БГУ. В ходе исследования оценивались изменения значений рН и содержания ионов K^+ в растворе в течение часа.

Результаты и их обсуждение. У 11-дневных корней в контроле было отмечено выделение ионов K^+ в раствор и понижение рН (рисунок 1). У растений, обработанных Режимом 1, отмечалось усиление выхода ионов K^+ по сравнению с контрольными образцами в 1,7 раза. В случае растений, обработанных Режимом 2 и Режимом 3, было отмечено уменьшение выхода ионов K^+ из клетки по сравнению с контрольными образцами в 5 и 6,04 раза соответственно. В случае обработанных растений отмечалось понижение рН раствора, однако показатели были выше, чем в контрольных образцах (рисунок 1).

Выводы. В адаптации клетки фундаментальную роль играет ее мембранная система, интегрирующая действие всевозможных факторов. Изменения транспортных процессов на плазмалемме относятся к числу ранних реакций клеток растений на действие стрессоров. Большинство таких воздействий вызывает снижение электрохимического градиента H^+ на плазмалемме, изменение которого служит пусковым механизмом ответной реакции клеток [4, с. 294]. Среди систем, осуществляющих активный транспорт ионов через плазматическую мембрану растительных клеток, на первый план выступает H^+ -АТФазная помпа. H^+ -АТФаза играет ключевую роль во многих функциях растительной клетки: создает на мембране градиент электрического потенциала, необходимый для транспорта ионов в клетку против градиента их химического потенциала, участвует в таких процессах, как регуляция внутриклеточного рН, запасание и трансформация энергии, мембранный и дальний транспорт, поглощение минеральных солей корнями, рост и двигательная активность, осморегуляция и т. д. [5, 8].

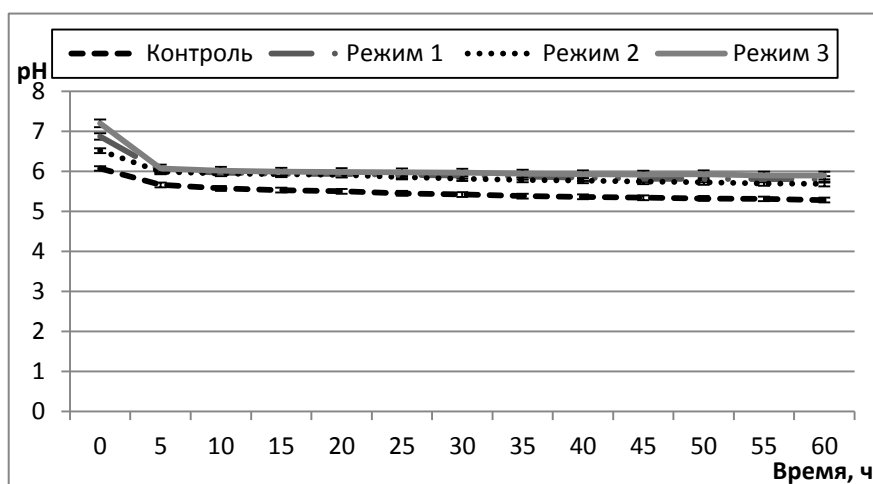


Рисунок 1 – Влияние электромагнитного излучения на активность протонных помп гречихи посевной

Наблюдаемые сдвиги ионной проницаемости плазмалеммы могут быть обусловлены изменением свойств пассивных ион-транспортных систем, в частности калиевых каналов и каналов неселективной ионной проводимости. Калий является одним из наиболее важных элементов минерального питания растений и основных катионных компонентов цитоплазмы растительных клеток. Высокий трансмембранный градиент K^+ служит движущей силой таких процессов, как рост клеток растяжением, движение замыкающих клеток устьиц, настические движения листьев некоторых растений. Ион K^+ является основным потенциалобразующим ионом для плазмалеммы растительной клетки. Калий способствует лучшему использованию железа растением для синтеза хлорофиллов, необходим для передвижения сахаров, так как передвижение ассимилятов связано с перераспределением K^+ в проводящих клетках флоэмы, где он преимущественно локализуется. При дефиците калия тормозится рост растений, нарушается фосфорный метаболизм, ингибируется синтез пигментов, белков, крахмала [5, 8]. Функционирование большинства K^+ -каналов растительных клеток зависит от напряжения на плазматической мембране. В клетках растений идентифицировано два основных типа потенциалзависимых K^+ -каналов. Один из них активируется при гиперполяризации плазматической мембраны и осуществляет главным образом вход K^+ в клетки (каналы Г-типа). Второй тип потенциалуправляемых K^+ -каналов активируется при деполяризации плазматической мембраны и обеспечивает транспорт K^+ из клетки (каналы Д-типа) [6–8].

Полученные данные говорят об изменениях в процессах поглощения корнями необходимых питательных веществ. На основании этого можно сделать вывод об особенностях взаимодействия ЭМИ с плазматическими

мембранами, что важно для детализации мембранотропного действия ЭМИ. Активизация выхода ионов K^+ из клетки под воздействием Режима 1 по сравнению с контрольными образцами свидетельствует о первичной стрессовой реакции растений на данный вид предпосевной обработки, а также о дестабилизации мембран корней. Снижение выхода ионов K^+ из клетки под воздействием Режима 2 и Режима 3 по сравнению с контрольными образцами свидетельствует о позитивном воздействии данной обработки на растения гречихи посевной. Однако на основе полученных данных невозможно сделать однозначный вывод о воздействии электромагнитного излучения на растительные объекты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ламан, Н.А. Физиологические основы и технологии предпосевной обработки семян: ретроспективный анализ, достижения и перспективы / Н.А. Ламан // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 ноября 2007 г. / Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси – Минск: Право и экономика, 2007. – С. 1.
2. Алексейчук, Г.Н. Оценка качества семян зерновых культур методом ускоренного старения / Г.Н. Алексейчук, В.М. Белявский, Т.М. Крылова, О.В. Дорощук, Н.А. Ламан // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 ноября 2007 г. / Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси – Минск: Право и экономика, 2007. – С. 10.
3. Ромадина, Ю.А. Комплексная оценка влияния КВЧ-излучения на особенности биологии вредителей запасов зерна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Кинель, 2005.
4. Тарчевский, И.А. Сигнальные системы клеток растений / И.А. Ткачевский. М.: Наука. – С. 294.
5. Алехина, Н.Д. Физиология растений: Учеб. для студ. вузов / Н.Д. Алехина и др.; Под ред. И.П. Ермакова. М., 2005.
6. Медведев, С.С. Электрофизиология растений. СПб., 1998.
7. Соколик, А.И. Калиевые каналы плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* в покое: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мн., 1981.
8. Юрин, М. В. Физиологические аспекты первичного избирательного действия пестицидов на растения / М.В. Юрин, А.И. Соколик, Т.И. Дитченко, О.Г. Яковец, Е.Н. Крытынская // Вестник БГУ. Сер. 2. 2009. № 1. – С. 40-47.

Н.В. КЛИМАСHEВИЧ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОНДЕНСАТА НА ТЕЧЕНИЕ КОРРОЗИИ ДЫМОВЫХ ТРУБ КОТЕЛЬНОЙ

Актуальность. Коррозия в котельных установках наблюдается по всему газовому тракту, включая поверхности нагрева, газоходы, дымовую трубу и при некоторых условиях эксплуатация может происходить с достаточно большой скоростью (более 1 мм/год). Ущерб, наносимый коррозией, велик и вызван вынужденными остановками энергоблоков, отключением потребителей электрической и тепловой энергии, выполнением ремонтно-восстановительных работ, прямыми потерями металла и снижением экономичности энергоустановок.

Одной из проблем при эксплуатации отопительных котельных установок является коррозия внутренней поверхности паровых котлов и дымовых труб. Выяснение причины образования коррозионных разрушений определенного типа часто весьма затруднительно, так как одновременно могут действовать несколько причин; кроме того, ряд изменений, происходящих при охлаждении котла. Для эффективного контроля процессов коррозии дымовых труб и железобетонных конструкций актуально эффективно использовать химические методы исследования конденсата.

Цель – исследовать влияние химического состава конденсата на степень коррозии дымовых труб котельной. Провести качественный и количественный анализ конденсата на содержание карбонат-ионов, сульфит-ионов, хлорид-ионов, катионов аммония в исследуемых пробах, определить реакцию среды (рН).

Материалы и методы. Исследовали пробы конденсата дымовых труб котельных установок промышленных предприятий. Методика проведения качественного анализа традиционная с учетом содержания катионов и анионов разных аналитических групп. Определение реакции среды проводили измеряя рН (водородный показатель) конденсата

Результаты и их обсуждение. Визуальный осмотр конденсата показал наличие осадка красно-бурого цвета – ржавчины, которая по химическому составу является смешанным оксидом железа (II, III) – Fe_3O_4 . Наличие ржавчины в пробе конденсата свидетельствует о коррозии внутренней поверхности дымовых труб.

Определение реакции среды (рН) среды показало, что исследуемый конденсат имеет слабокислую среду. Показатель рН по универсальной индикаторной бумаге 6,5, точное определение на рН-метре показало величину 6,27. В области значений рН от 4 до 10 скорость коррозии не зависит от концентрации водородных ионов. В этом интервале рН скорость коррозии железа в не перемешиваемых электролитах определяется скоростью диффузии кислорода к поверхности металла. В присутствии растворенного кислорода в электролите коррозия стали будет идти в кислой и в щелочной среде.

Результаты определения химического состава конденсата представлены в таблице 1.

Таблица 1– Химический состав конденсата

№ п/п	Определяемые ионы	Присутствие ионов
1	S^{2-}	–
2	Cl^-	–
3	NO_3^-	–
4	NO_2^-	+
5	CO_3^{2-}	+
6	SO_3^{2-}	+
7	SO_4^{2-}	+
8	NH_4^+	+
9	Fe^{3+}	+

Ионы, присутствующие в коррозионной среде, подразделяются на активаторы и ингибиторы (замедлители) коррозии. Ионы-активаторы бывают анионного и катионного типов. Анионы-активаторы (Cl^- , Br^- , F^-) разрушают пассивную пленку или препятствуют ее возникновению, а также облегчают ионизацию металла, связывая ионы металла в комплексы. В исследуемом конденсате галогенид-ионов не обнаружено.

Анионы ряда солей разрушают пленку, что приводит к повышению скорости коррозии. Если в растворе присутствуют сульфаты, то скорость коррозии до некоторой концентрации соли в растворе возрастает, а затем постепенно уменьшается. В исследуемой пробе обнаружены сульфат-ионы. Концентрация их очень мала, но как анион окислитель сульфат-ионы повышают скорость электрохимической коррозии

К анодным замедлителям коррозии, в первую очередь, относятся замедлители окисляющего действия. При этом на аноде образуется пассивная пленка, способствующая снижению скорости коррозии. Примером анодных ингибиторов могут служить бихроматы, хроматы, нитраты, нит-

риты. Нитраты широко применяются в качестве ингибиторов в паровых котлах, нитриты – в машиностроении при межоперационной защите стальных деталей от коррозии. В исследуемой пробе конденсата обнаружены нитрит-ионы в небольшой концентрации. Таким образом, они не являются агрессивными по отношению к стали, более того могут уменьшать агрессивное действие ионов-активаторов.

В исследованном конденсате содержится карбонат-ион и растворенный в воде углекислый газ. Поражения сталей в присутствии CO_2 могут носить локализованный характер и проявляться в виде питтингов и язв различных размеров.

В зависимости от температуры среды, величины рН, парциального давления, CO_2 на поверхности металла могут образовываться такие продукты, как Fe_3O_4 , FeO , обладающие различными свойствами и по-разному влияющие на протекание дальнейших реакций.

Присутствие катионов аммония в конденсате дымовых труб, по данным исследований, растворенный кислород (он обычно присутствует при сжигании топлива в избытке воздуха) заметно повышает интенсивность коррозии низкоуглеродистой стали.

Выводы.

1. Исследуемая проба конденсата имеет рН = 6,27. Среда слабо кислая, приближается к нейтральной. При обычной температуре эта среда не является агрессивной по отношению к стали, при повышении температуры железо начинает корродировать.

2. В конденсате присутствуют ионы, которые могут увеличивать скорость коррозионных процессов: SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} . Причем действие сульфат и сульфит-ионов усиливается в присутствии карбонат-ионов и растворенного в воде углекислого газа и катионов аммония.

3. В любом конденсате присутствует растворенный кислород (сжигание природного газа обычно ведут в избытке воздуха), который непосредственно сам вызывает коррозию железа.

4. В конденсате обнаружен NO_2^- – нитрит-ион, который выполняет роль ингибитора коррозии, концентрация его в пробе очень мала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Равич, М.Б. Эффективность использования газового топлива / М.Б. Равич. – М. : Наука, 1977. – 344 с.

2. Стаскевич, Н.Л. Справочник по сжиженным углеводородным газам / Н.Л. Стаскевич, Д.Я. Вигдорчик. – Л. : Недра, 1986. – 543 с.

3. Семенова, И.В., Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. – М. : Наука, 2002. – 245 с.

Е.В. КОРОЛЬ

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

ТАКСОНОМИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ИВОВЫЕ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ЦЕНТРЕ ЭКОЛОГИИ

Актуальность. Поскольку таксономия находит применение не только в рамках традиционного образования, но и в совершенно новых моделях, которые предполагают интерактивность обучения и его открытость новым технологиям. Это и определило актуальность наших исследований.

Цель – проанализировать современное состояние представителей семейства Ивовые (*Salicaceae* Mirb.), произрастающих в Центре экологии изучить видовой состав, в том числе для сохранения видового разнообразия, сохранения редких и исчезающих видов данного семейства, а так же для изучения участия их в сложении популяций.

Материалы и методы. Объектом данного исследования являются представители семейства *Salicaceae* Mirb.

Анализ исследуемых видов проводился на территории Центра экологии, состоящего из 2-х отделов: Агробиология и Ботанические экспозиции – Зимний сад и Сад непрерывного цветения. В отделе «Зимний сад» данных видов обнаружено не было, поэтому анализ проводился по отделу «Агробиология» и отделу Ботанической экспозиции «Сад непрерывного цветения».

Определение и уточнение видовой принадлежности растений осуществлялось по следующим определителям: «Определитель древесных растений» [В.Г. Антипов, 1994], «Определитель высших растений Беларуси» [В.И. Парфёнов, 1999].

Для исследования был произведён анализ местности, на которой произрастают виды данного семейства, их учёт и сравнение. Поставленные перед исследованием цели определили также и выбор методов работы, главным из которых стал сравнительно-описательный.

Сравнительно-описательный метод – вид научного метода, представляющий собой систему процедур сбора, первичного анализа и изложения данных и их характеристик.

Принято выделять следующий состав процедур, системное применение которых обеспечивает результативность употребления сравнительно-описательного метода:

- исходным пунктом развёртывания описательного метода является формирование первичного предмета описания – признаков, параметров и характеристик объекта, маркирующихся в качестве значимых и существенных, и составляющих основной аналитический ориентир наблюдения и описания;

- основной путь проходит через сбор, каталогизацию (типологизацию, систематизацию или распределение по категориям) материала (данных), открывающие возможность исследования его состава, структуры, характеристик, наиболее общих отношений между ними, а также предметно заданных качеств (распределение и поляризация данных по типам, классам, видам, родам или категориям);

- материал, собранный и вторично переработанный по категориям, классам, группам, видам или типам подаётся на выход углубленного научного исследования.

Как правило, описание предваряет углубленное (собственно научное) исследование (или же является его первым этапом), поставляя образцы и материал для развёртывания дальнейших научных процедур и методов. Последовательное применение сравнительно-описательного метода предполагает следование следующему ряду традиционно принятых норм:

– строгая предметная оформленность избранного объекта описания;

– соблюдение последовательности в описании предметно заданных признаков, параметров и характеристик (качественных, количественных) материала, согласующихся с исследовательской задачей;

– упорядоченность во вторичной переработке собранного материала (процедуры группировки, классификации систематизации и т. д.).

Сравнительно-описательный метод является самым древним. С его помощью описывают определенные формы организмов или явления. При этом, чтобы установить своеобразие объекта исследований, его сравнивают с другими подобными объектами или процессами. Например, открытие новых для науки видов невозможно без анализа их отличий от близких форм. То же касается органических соединений, биохимических процессов, строения и функций клеток, тканей, организмов, экосистем и т.д.

Для научного исследования любой биологический объект нужно классифицировать, т.е. определить степень его сходства и отличия от других, сравнив с ними. При этом надо придерживаться следующих принципов:

- сравнивать только в пределах определенного уровня организации живой материи (например, молекулы – с молекулами, клетки – с клетками, экосистемы – с экосистемами и т.п.);

- на каждом уровне определять принадлежность объекта исследований в той или иной группе (например, органических веществ – до белков,

липидов, углеводов, нуклеиновых кислот и др.) и сравнивать с другими объектами в пределах данной группы.

Результаты и их обсуждение. В результате проведённых исследований нами было установлено, какие виды семейства Ивовые произрастают в Центре экологии. На основании этих данных был составлен систематический список растений семейства Ивовые в коллекции Центра экологии.

Отдел «Ботанические экспозиции». Сад непрерывного цветения
Царство: Растения (*Plantae*)
Отдел: Цветковые, или Покрытосеменные растения (*Magnoliophyta*, или *Angiospermae*)
Класс: Двудольные, или Магнолиописиды (*Dicotyledones*, или *Magnoliopsida*)
Порядок: Ивовые (*Salicales*)
Семейство: Ивовые (*Salicaceae* Mirb.)
Род: Ива (*Salix* L.)
Вид: Ива вавилонская (*Salix babylonica* L.)
Ива цельнолистная (*Salix integra* L.)
Ива козья (*Salix caprea* L.)

Отдел «Агробиология». Древесные растения
Царство: Растения (*Plantae*)
Отдел: Цветковые, или Покрытосеменные растения (*Magnoliophyta*, или *Angiospermae*)
Класс: Двудольные, или Магнолиописиды (*Dicotyledones*, или *Magnoliopsida*)
Порядок: Ивовые (*Salicales*)
Семейство: Ивовые (*Salicaceae* Mirb.)
Род: Ива (*Salix* L.)
Вид: Ива белая (*Salix alba* L.)
Ива корзиночная (*Salix viminalis* L.)
Ива остролистная (*Salix acutifolia* Willd.)
Ива Матсудана (*Salix matsudana* Koidz.)
Ива козья (*Salix caprea* L.)
Царство: Растения (*Plantae*)
Отдел: Цветковые или Покрытосеменные растения (*Magnoliophyta*, или *Angiospermae*)
Класс: Двудольные, или Магнолиописиды (*Dicotyledones*, или *Magnoliopsida*)
Порядок: Ивовые (*Salicales*)
Семейство: Ивовые (*Salicaceae* Mirb.)

Род: Тополь (*Populus L.*)
Вид: Тополь белый (*Populus alba L.*)
Тополь дрожащий (*Populus tremula L.*)
Тополь чёрный (*Populus nigra L.*)
Тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis L.*)

Таким образом, из вышеизложенного определили, что виды родов *Salix L.* и *Populus L.* семейства Ивовые в экспозициях Центра экологии представлены небольшим количеством: род *Salix L.* – 7 видов, род *Populus L.* – 4 вида.

Выводы. На основании проведенных исследований и анализа теоретических данных можно сделать следующие выводы:

1. Результаты проведенных исследований послужили основой для создания электронного каталога представителей семейства Ивовые Центра экологии. В электронном каталоге отражено развернутое описание представителей данного семейства.

2. Данные сведения могут использоваться при проведении учебных практик, лабораторных и практических занятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антипов, В.Г. Определитель древесных растений / В.Г. Антипов. – Минск : Вышэйшая школа, 1994. – 486 с.

2. Еленевский, А.Г. Ботаника. Систематика высших, или наземных растений / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьёва, В.Н. Тихомиров. – М. : Академия, 2006. – 464 с.

3. Жизнь растений: в 6 т. / редкол.: А. Тахтаджян (гл. ред) [и др.]. – М. : Просвещение, 1974–1982. – Т. 5(2) : Цветковые растения / А. Фёдоров. – 1981. – 512 с.

4. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М. : Лесная промышленность, 1994. – 704 с.

5. Парфёнов, В.И. Определитель высших растений Беларуси / В.И. Парфёнов. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 471 с.

6. Сапегин, Л.М. Ботаника. Систематика высших растений / Л.М. Сапегин. – Минск : Дизайн ПРО, 2004. – 248 с.

К.В. КРУПКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

ТОПОЛЬ ЧЁРНЫЙ КАК ОБЪЕКТ ДЛЯ БИОМОНИТОРИНГА МЕТОДОМ АНАЛИЗА СТЕПЕНИ ФЛУКТУРИРУЮЩЕЙ АССИМЕТРИИ ЛИСТЬЕВ

Актуальность. Достаточно удобным способом интегральной характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, или так называемый морфогенетический подход [1, с. 155]. Он основан на изучении степени выраженности флуктуирующей асимметрии морфологических структур живых объектов [2, с. 14]. Флуктуирующая асимметрия представляет собой ненаправленные отклонения в строении билатеральных структур от строгой симметрии. Ее уровень в природных популяциях подвержен существенным колебаниям. Чем выше показатели асимметрии признаков в исследуемой популяции, тем ниже уровень стабильности развития организмов и тем ниже качество среды. Этот подход достаточно прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала и позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий.

Одним из эффективных методов биомониторинга является фитоиндикация, так как растения считаются надежными индикаторами загрязнения природной среды и позволяют оценивать весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом. В связи с прикрепленным образом жизни их состояние отражает состояние конкретного локального места обитания. Растения адаптируются к стрессовому воздействию среды с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма. Оценка этих изменений на самых ранних стадиях деградации дает достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние окружающей среды [3, с. 22]. Наиболее чувствительным органом растений является лист, так как он очень подвержен действию токсических газов. Угнетение роста листьев находится в прямой зависимости от степени загазованности местообитания [4, с. 48]. Поэтому наиболее часто для оценки стабильности развития определяют величину флуктуирующей асимметрии листовых пластинок [5].

Цель – определение возможности использования тополя черного для оценки качества атмосферного воздуха по степени флуктуирующей асимметрии его листовых пластинок.

Материалы и методы. В качестве материала были собраны листья тополя чёрного (*Populus nigra* L.), находящихся в разных условиях произрастания, а для сравнения листья березы повислой (*Betula pendula* Roth.), являющейся стандартным объектом для биомониторинга. Размер каждой выборки составлял 200 листьев (по 20 листьев с 10 деревьев в парковой зоне в центре г. Кобрин, и столько же с деревьев, произрастающих за пределами города в окрестностях деревни Городечно Пружанского района Брестской области. Анализ флуктуирующей асимметрии проводился по 5 выбранным нами признакам: 1 – ширина левой и правой половинок листа. 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа. 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка. 4 – расстояние между концами этих же жилок. 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Результаты измерений заносились в таблицу и для определения интегрального показателя степени флуктуирующей асимметрии обрабатывались в про-грамме Microsoft Office Excel с помощью специально написанных для этой цели макросов. Для оценки отклонений состояния организма использовались две шкалы оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития [5].

Результаты и их обсуждение. Анализ флуктуирующей асимметрии в выборках 2014 года показал, что листья тополя, по сравнению с березой повислой, характеризуются значительно более высокими значениями интегрального показателя ее степени. Средняя величина этого показателя в парковой зоне г. Кобрин составила 0,0812, а за пределами города – 0,0789, а у березы – 0,0592 и – 0,0547 соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии листьев березы и тополя черного в Кобринском районе

Объект исследования	Место отбора проб	
	г. Кобрин	д. Городечно
Берёза повислая	0,0592 ± 0,0018	0,0547 ± 0,0020
Тополь черный	0,0812 ± 0,0018	0,0789 ± 0,0026

Эти результаты показывают, что шкала для перевода значений интегрального показателя в пятибалльную шкалу степени благоприятности среды, предлагаемую для березы повислой, не подходит для тополя черного, и требуется разработка отдельной переводной шкалы для этой древесной культуры. По интегральному показателю степени флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой и парк им. А.В Суворова, и д. Городечно соответствует V баллу шкалы по В.М. Захарову (таблица 2). По шкале А.Б. Стрельцова парк соответствует II баллу, а д. Городечно – I баллу. Деревню Городечно можно характеризовать как относительно чи-

стую, так как она расположена вдали от больших городов и крупных автомагистралей. Парк им. А.В Суворова находится в центре города, вблизи городских дорог, но, вероятно, не испытывает значительной антропогенной нагрузки, так как г. Кобрин является достаточно небольшим и не имеет серьезных загрязнителей атмосферного воздуха. Вероятно, поэтому в обоих случаях абсолютные значения интегрального показателя не слишком сильно отличаются друг от друга.

Таблица 2 – Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития листовой пластинки берёзы повислой [по 5].

Балл и состояние среды	Величина показателя стабильности развития	
	по В.М. Захарову	по А.Б. Стрельцову
I (условно нормальное)	<0,040	<0,055
II (начальные отклонения от нормы)	0,040 – 0,044	0,056 – 0,060
III (средний уровень отклонений)	0,045 – 0,049	0,061 – 0,065
IV (существенные отклонения)	0,050 – 0,054	0,066 – 0,070
V (критическое значение)	>0,054	>0,070

Выводы. Анализ результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Тополь черный может использоваться для определения степени благоприятности среды по анализу флуктуирующей асимметрии листьев, но требуется разработка отдельной переводной шкалы.

2. Экологические условия г. Кобрин незначительно отличаются от условий окрестностей д. Городечно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Парфенов, В.И. Методология биоиндикации состояния окружающей среды на основе растительных объектов / В.И. Парфенов, С.А. Дмитриева, Т.О. Давидчик // Региональные проблемы экологии: пути решения : матер. междунар. экологического симпозиума, Полоцк : в 2-х т. / Полоц. гос. ун-т; редкол. : Н.Л. Белорусова [и др.]. – Полоцк, 2006. – Т. 1. – С. 154–156.

2. Захаров, В.М. Последствия чернобыльской катастрофы: здоровье среды / В.М. Захаров [и др.]; под ред. В.М. Захарова, Е.Ю. Крысанова. – М. : Моск. отд. Междунар. фонда «Биотест», 1996. – 169 с.

3. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова [и др.]; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М. : Академия, 2007. – 288 с.

5. Центр здоровья среды [Электронный ресурс]. 2005. – Режим доступа : <http://www.healthofenvironment.org>.

А.В. КУКСА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Л.И. Равленко, канд. хим. наук, доцент

**БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПО
СОСТОЯНИЮ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*PINUS SYLVESTRIS*) В г. ИВАЦЕВИЧИ**

Актуальность. Атмосферный воздух занимает особое положение среди других компонентов биосферы. Значение его для всего живого на земле невозможно переоценить. Человек может находиться без пищи пять недель, без воды – пять дней, а без воздуха всего лишь пять минут. При этом воздух должен иметь определённую чистоту и любое отклонение от нормы опасно для здоровья. Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем различными способами – от прямой и немедленной угрозы до медленного и постоянного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Вот почему охрана атмосферного воздуха – ключевая проблема оздоровления окружающей природной среды. В целом, уровень загрязнения атмосферного воздуха в нашей стране остаётся высоким, поэтому контролю за его состоянием уделяют очень большое внимание государственные службы, а так же общественные экологические организации. При этом одним из наиболее доступных методов оценки состояния воздуха в конкретной местности является фитоиндикация. Фитоиндикация (индикация загрязнения воздуха по состоянию растений-биоиндикаторов) доступна не только специалистам, но в принципе любой школьник под руководством учителя-биолога может воспользоваться им.

Цель – проведение биоиндикации загрязнения воздуха г. Ивацевичи. На основе полученных результатов сделать выводы о состоянии атмосферного воздуха.

Материалы и методы. Материалом исследования являлась хвоя сосны обыкновенной, собранная в определённых точках Ивацевичского района. Использовали общепринятые морфометрические показатели метода фитоиндикации.

При подготовке к работе было выбрано 6 ключевых участков, на которых было проведено исследование:

1. мини полигон бытовых отходов;
2. лесной массив вблизи города;
3. участок лесного массива около склада минеральных удобрений;

4. участок лесного массива вблизи Ледового дворца;
5. центральная улица;
6. участок лесного массива, прилегающий к трассе М1.

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны состоит в следующем. С нескольких боковых побегов в средней части кроны 5–10 деревьев сосны в 15–20-летнем возрасте отбирают 200–300 пар хвоинок. Анализ хвои проводят на месте. Вся хвоя делится на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания) и подсчитывается количество хвоинок в каждой группе. Данные заносятся в рабочую таблицу с указанием даты отбора проб на каждом ключевом участке.

Результаты и их обсуждение. В результате работы на ключевых участках были получены данные о состоянии хвои и сделаны соответствующие выводы.

На участке № 1 из 200 исследованных хвоинок 45% с чёрными и жёлтыми пятнами и некротическими точками, а 5,5 % – со следами усыхания. Состояние степени загрязнения воздуха можно оценить как близкое к загрязнённому. На рост и развитие сосны влияет химическое разложение пищевых отходов, выделение из пластмассы и полиэтилена ядовитых и токсических веществ, проникновение вредных веществ в грунтовые воды, в корневые системы растений.

Участок № 2 по результатам исследования оказался самым чистым в отношении состояния атмосферы: на 9% изученной хвои имелись пятна и некротические точки, и только 1 % – со следами усыхания. Участок расположен в 500–600 м от города, представляет собой лесопосадку возрастом до 40 лет. Этот участок леса находится вдали от промышленных и сельскохозяйственных объектов и автомобильных дорог.

Состояние окружающей среды на участке № 3 является близким к загрязнённому. Около 39% изученной хвои сосны имеет пятна и некротические точки, а 4,5% – следы усыхания. Участок находится в 200–300 м от жилой зоны города. На процессы роста и развития растений в этой части лесного массива в большей степени влияет не атмосферное загрязнение, а загрязнение почвы минеральными удобрениями.

На участке № 4 на участке лесного массива вблизи Ледового дворца исследования показали, что состояние воздуха в пункте можно оценить как относительно чистое. Из 200 исследованных хвоинок 27% были с небольшими пятнами и некротическими точками, и только 2% – с признаками усыхания.

Участок № 5 – центральная улица. На данном участке из 200 исследованных хвоинок 31,5% с пятнами и некротическими точками и 4% со следами усыхания. На состояние окружающей среды оказывает влияние автотранспорт (центральная улица).

Участок № 6 – лесной массив, прилегающий к автомобильной трассе М1 – оказался наиболее загрязнённым в экологическом плане. Достаточно высокая степень загрязнения воздуха на данном участке объясняется постоянным умеренно интенсивным движением автотранспорта: из 200 исследованных хвоинок 58% хвои имеет многочисленные пятна и некротические точки, а 11,5% – следы усыхания. Негативное влияние на чистоту воздуха здесь оказывают оксиды серы, азота, углерода.

Анализ исследования загрязнения воздуха в г.Ивацевичи по состоянию хвои сосны обыкновенной представлен на рисунке.

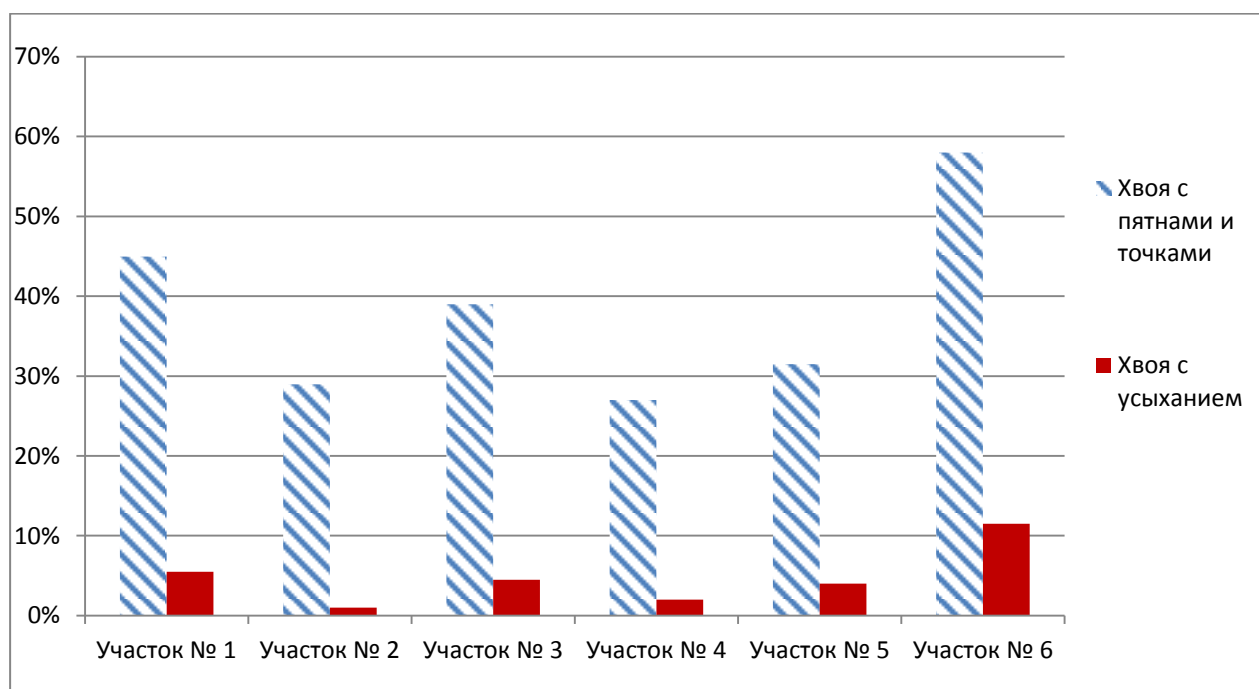


Рисунок – Результаты оценки состояния хвои сосны обыкновенной в г. Ивацевичи

Выводы. Результаты проведенных исследований морфологических показателей собранной хвои сосны обыкновенной в шести точках г. Ивацевичи показали, что состояние атмосферного воздуха в общем можно оценить как относительно чистое. Высокая степень загрязнения воздуха была зарегистрирована вблизи полигона бытовых отходов и в лесном массиве около склада минеральных удобрений и ядохимикатов. В этих точках состояние можно оценить как близкое к загрязнённому. Наиболее высокая степень загрязнённости воздуха характерна для лесного массива, прилегающего к автотрассе М-1, что подтверждает экологически опасное влияние автотранспорта на окружающую среду.

Е.А. ЛЕНИВКО, Д.О. НАЙДЕН

Минск, БГМУ

Научный руководитель – Э.Н. Кучук, канд. мед. наук, доцент

СИНДРОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ СРЕДИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Актуальность. Синдром эмоционального выгорания (СЭВ) – одно из ведущих психосоматических заболеваний XXI века, которому наиболее подвержены специалисты, работающие с людьми. Преподаватели, медработники – представители важнейших социальных профессий, эффективность работы которых, при наличии у них СЭВ, существенно снижается. Исследование СЭВ среди данных профессиональных групп определяется необходимостью создания оптимальных условий для результативной работы специалистов, а также, разработки профилактических мероприятий по предупреждению появления и дальнейшего развития данного психосоматического заболевания.

Цель – оценить и проанализировать частоту встречаемости СЭВ среди преподавателей и медработников, а также выявить корреляцию между наличием синдрома и профессиональным стажем и возрастом специалистов.

Задачи исследования:

1. оценить распространенность симптомов и частоту встречаемости СЭВ среди анкетированных преподавателей и медицинских работников.
2. установить связь между наличием симптомов СЭВ и профессией респондентов.
3. установить связь между наличием симптомов СЭВ и стажем работы опрошенных.
4. установить связь между наличием симптомов СЭВ и биологическим возрастом респондентов.
5. установить связь между наличием симптомов СЭВ и половой принадлежностью анкетированных.

Материалы и методы. В ходе исследования был проведен анализ состояния здоровья 105 респондентов (56 медработников и 49 преподавателей). Нами были использованы следующие методы: общенаучные (обобщение, анализ, сравнение), анкетирование, методы статистической обработки полученных данных.

Результаты и их обсуждение. Анкетированные, принявшие участие в исследовании, распределились следующим образом: в репрезентативной выборке медицинских работников представлены следующие возрастные группы: 22–29 года (1 группа) – 44,64%, средний возраст – 23,84±0,95 года, средний стаж работы – 3,16±2,29; 30–39 года (2 группа) – 28,57%, средний возраст – 32,2±0,75 года ($p<0,01$), средний стаж работы – 10,86±4,14; 40–49 года (3 группа) – 16,1%, средний возраст – 45,0±0,96 года, средний стаж работы – 21,1±6,19; 50 лет и более (4 группа) – 12,5%, средний возраст – 57,43±1,02 года, средний стаж работы – 33,1±8,97. Среди преподавателей представлены группы: 20–29 года (1 группа) – 28,57%, средний возраст – 25,64±1,98 года, средний стаж работы – 3,79±1,62; 30–39 года (2 группа) – 38,8%, средний возраст – 34,58±1,78 года, средний стаж работы – 10,66±2,62; 40–49 года (3 группа) – 24,5%, средний возраст – 43,3±2,42 года, средний стаж работы – 19,75±3,64; 50 лет и более (4 группа) – 8,16%, средний возраст – 60,25±4,02 года, средний стаж работы – 33,75±6,49. Средний возраст мужчин и женщин достоверно не различался при уровне значимости $p<0,05$.

Сравнительная характеристика уровней СЭВ по субшкалам МВИ (ЕЕ – эмоциональная истощенность, ДР – деперсонализация, РА – редукция профессиональных достижений) в зависимости от возраста опрошенных и их профессионального стажа представлена в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика уровней СЭВ по субшкалам в возрастных группах анкетированных медицинских работников и преподавателей

Возрастная группа	Медицинские работники				Преподаватели			
	ЕЕ	ДР	РА	Индекс ресурсности	ЕЕ	ДР	РА	Индекс ресурсности
1 группа (21–29 лет)	20,74 ± 8,74	13,64 ± 4,66	31,55 ± 10,68	1,23 ± 0,23	16,25 ± 3,9	12,25 ± 3,49	35,75 ± 4,2	1,2 ± 0,35
2 группа (30–39 лет)	28,88 ± 7,68	14,9 ± 4,01	29,4 ± 9,27	1,08 ± 0,29	23,26 ± 4,93	14,11 ± 2,77	32,26 ± 2,37	1,06 ± 0,19
3 группа (40–49 лет)	20,83 ± 7,73	14,44 ± 3,89	26,0 ± 10,1	1,01 ± 0,18	24,3 ± 7,68	15,75 ± 4,2	31,38 ± 3,32	1,12 ± 0,24
4 группа (50 лет и более)	20,71 ± 8,26	16,71 ± 5,72	19,43 ± 9,6	1,06 ± 0,21	24,5 ± 4,95	13,64 ± 3,68	30,14 ± 5,05	1,0 ± 0,14

Таблица 2 – Сравнительная характеристика уровней СЭВ по субшкалам в зависимости от профессионального стажа специалистов

Стаж работы (лет)	Медицинские работники				Преподаватели			
	ЕЕ	DP	РА	Индекс ресурсности	ЕЕ	DP	РА	Индекс ресурсности
0,5–3	20,8± 6,18	10,11± 2,22	37,13± 9,56	1,68±0,19	21,7± 9,6	13,2± 4,42	33,4± 4,2	1,14±0,28
4–10	23,34± 5,96	17,29± 3,36	28,37± 8,22	1,54±0,26	23,4± 8,37	14,8± 4,8	31,5± 4,39	1,05±0,26
10–20	20,1± 7,77	13,68± 3,76	30,2± 9,01	1,57±0,23	24,4± 4,29	15,65± 2,5	31,7± 2,33	1,07±0,15
20 и более	18,88± 6,11	17,22± 4,51	26,12± 8,13	1,13±0,4	21,4± 6,47	11,55± 3,53	30,8± 7,04	1,02±0,19

Суммарный индекс ресурсности (ИР) у 71,5% медицинских работников и 79,6% преподавателей имеет среднее значение и только у 10,71% опрошенных медиков и 16,3% преподавателей этот показатель оценивается как «высокий». ИР имеет максимальное значение в 1 возрастной группе медицинских работников и преподавателей, минимальное – 3 возрастной группы медиков и в 4 возрастной группе преподавателей.

Выводы:

1. Более подвержены развитию СЭВ медицинские работники и преподаватели 2 группы, т.е. возрастной категории 30–40 лет со стажем работы 10–20 лет. Можно предположить, что это связано с особенностями возраста, а именно с частично совпадающим с этим возрастом кризисом середины жизни.

2. У женщин более высокие баллы отмечались по шкале эмоционального истощения, у мужчин – по шкале деперсонализации.

3. Средний биологический возраст среди всех опрошенных на 8,3 года (на 21,56%) больше, чем паспортный.

4. Существует прямая сильная корреляционная связь между уровнями эмоционального истощения и биологическим возрастом опрошенных (при $p < 0,05$).

5. Специалисты, имеющие хорошее здоровье и сознательно заботящиеся о своем физическом состоянии имеют меньший риск развития синдрома профессионального выгорания.

6. Развитие синдрома эмоционального выгорания связано со снижением показателей психической адаптации.

А.Н. МИНИНА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.С. Ступень, канд. тех. наук, доцент

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ В ШКОЛЕ

Актуальность темы исследования обусловлена комплексом проблем, заключающихся в преодолении известной абстрактности предмета химии, предвзятости в её оценке, во взаимосвязи химических понятий с экологическими аспектами реальной жизни человека.

Цель – анализ программы школьного курса химии (с VII по XI классы) с рассмотрением основных принципов экологизации химического образования, а также разработка элементов уроков для укрепления здоровья школьников, повышения их экологической грамотности.

Материалы и методы. Учебная программа по химии для средней школы, учебно-методическая литература по данной теме; концепция учебного предмета; концептуальные положения экологической психологии и педагогики, концептуальные разработки в области экологического образования.

Результаты и их обсуждение. Учитывая, что химические анализы лежат в основе контроля за состоянием окружающей среды, а также в ряде случаев дают возможность показать средства нейтрализации загрязнителей, тем самым ликвидируя их токсичность, обеспечивая обезвреживание, например, воды, воздуха, почвы, можно прийти к выводу о том, что изучение химических аспектов экологии – магистральный путь обновления содержания обучения химии.[3, с. 215]. Основные идеи экологизированного химического курса базируются на основных концепциях экологии:

- природа в своем естественном развитии находится в динамическом равновесии;
- непосредственным результатом взаимодействия человека и природы становится изменение химического состава компонентов окружающей среды, приводящее к нарушению природного баланса. [2, с. 341]

Опыт преподавателей химии (в частности СШ № 15 г.Бреста) в соответствии с данным подходом позволил сделать вывод о высокой эффективности данной методической системы как по результатам обучения химии, так и по показателям сформированности экологического мышления, так и по многим педагогическим наблюдениям.

Проанализировав учебную программу школьного курса химии можно сказать, что в VII классе начинается изучение основных химических понятий, химической символики, химических реакций. Освоение основных понятий осуществляется при изучении свойств кислорода, водорода, воды, а также основных классов неорганических соединений.

Теоретическую основу содержания курса химии VIII класса составляют: учение о строении атома, периодический закон Д.И. Менделеева; основные представления о химической связи; учение о растворах. Завершающей темой VIII класса является тема «Металлы».

В курсе IX класса изучаются общие сведения о неметаллах на основе их положения в периодической системе химических элементов. Сведения о неметаллах конкретизированы на примере рассмотрения свойств галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода и кремния как элементов, имеющих важное значение в природе и практической деятельности человека. Продолжением изучения химии элементов является раздел «Органическая химия».

В курсе химии X класса рассматривается строение атома на основе современных научных представлений и дается физическое обоснование периодического закона. Изучается природа химических связей и строение веществ. Систематически рассматриваются особенности протекания химических реакций, свойства важнейших представителей металлов, неметаллов и их соединений.

В XI классе происходит систематизация, углубление и обобщение полученных знаний по химии за 4 года обучения этому предмету. Для реализации экологического подхода к изучению школьного курса химии предусматриваю ознакомление учащихся с химическими проблемами экологии [6, с. 14].

Чтобы выявить уровень знаний учащихся по вопросам природоохранного характера было проведено анкетирование учащихся VII–XI классов в СШ № 15 г. Бреста.

Анализ анкет показал, что среди проблем охраны окружающей среды учащиеся отметили:

- загрязнение водоемов отходами химических производств, попадание в водоемы различных веществ в результате аварий;
- загрязнение атмосферы выбросами химических предприятий, транспорта;
- загрязнение почвы.

Большинство учащихся не отмечают проблему вырубки лесов, загрязнения лесов человеком, проблему плохого состояния мусорных свалок.

Многие ответы свидетельствуют об экологической неграмотности детей. Однако радует тот факт, что дети стараются не наносить вред окру-

жающей природе. Отвечая на вопросы анкеты, учащиеся отмечают, что могли бы не мусорить, сажать деревья, ухаживать за животными.

В отдельных анкетах сформулированы конкретные предложения:

- создать аппараты для переработки химических отходов;
- перейти на безвредное топливо;
- создать экологически чистое производство.

Результаты анкетирования показали, что необходимо расширять и углублять представления учащихся о целостности системы мер по охране природы. Это, в свою очередь, требует комплексного подхода к решению проблем экологического образования: не только вооружать школьников научными знаниями о природе и законах ее жизни, но и формировать такое их поведение, которое выражало бы заботу о конкретных природных объектах и о природе в целом.

Нами разработаны уроки в VII и IX классах по основным темам курса химии, в которые включены для рассмотрения вопросы экологического воспитания и образования. Так при изучении темы «Первоначальные химические понятия» включен ряд понятий природоохранного характера: загрязнители, источники загрязнений, современные способы очистки веществ (отходов) в промышленности. При изучении темы «Чистые вещества и смеси» необходимо познакомить учащихся с простейшими способами очистки и разделения смесей. При изучении темы «Кислород. Оксиды. Горение» необходимо подвести учащихся к пониманию здоровья человека, как общественной ценности, к оценке роли зеленых насаждений в улучшении состояния окружающей среды; научить их определять масштабы загрязнений и предвидеть возможные последствия этого процесса для природы и человека. После проведения практической работы «Получение и свойства кислорода», можно предложить собирать остатки веществ от опытов, проведенных каждым учеником, в одну банку с надписью «Отходы от получения кислорода» можно пояснить, что знания учащихся пока не позволяют раскрыть химизм и пути использования остатков [5, с. 56]. Экспериментальные задачи, которые включены в каждую тему, способствуют формированию представлений учащихся о многократном превращении химических веществ. Такой подход позволит сформировать экологически грамотное мышление.

Выводы. Изучив основные положения Концепции экологического образования и воспитания школьников, проведя анализ литературы в области природоохранного воспитания учащихся мною были сделаны следующие выводы:

1. Экологическое образование и воспитание целенаправленный, организованный процесс формирования системы экологических знаний,

умений, навыков, взглядов и убеждений, обеспечивающих развитие бережного ответственного отношения к природе [4, с. 27].

2. Экологическое образование и воспитание как целенаправленный процесс имеет свои задачи, цели, формы и методы.

3. В школах создается база для развития экологической культуры школьников. В ряде школ (в частности, СШ № 15 г. Бреста) вводятся обзорные уроки по вопросам охраны природы, факультативы, спецкурсы, проводятся внеклассные и внешкольные занятия.

4. На всех уроках химии школьного цикла отводится время для изучения экологических аспектов данного предмета.

По мнению педагогов на данном этапе возможно воспитание подрастающего поколения, формирование высокой культуры учеников, способных принимать оптимальные решения по отношению к природе и обществу, быть ответственными за сохранение жизни на земле. Чтобы избежать неблагоприятного влияния на экологию, чтобы не делать экологических ошибок, не создавать ситуаций, опасных для здоровья и жизни, современный человек должен обладать элементарными экологическими знаниями и новым экологическим типом мышления. И в этом важная роль отводится общеобразовательной школе, профессиональным учебным заведениям, которые вооружая учащихся современными знаниями и жизненным опытом, по существу работают на будущее [6, с. 60].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция учебного предмета от 29.05.2009, № 675.
2. Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – М. : Обзор, 2001. – С. 339–345.
3. Андреев, В.И. Об экологизации образования как приоритетном общепедагогическом принципе (актуальные экологические проблемы) / В.И. Андреев : Материалы I республиканской научной конференции Москва, 1995. – С. 200–225.
4. Химия в школе. – Содержание экологической составляющей в предмете «Химия». // Поурочное планирование экологического материала в предмете «Химия» (VIII–XI классы). – 2003. – № 9. – С. 25–30.
5. Мягкоступова, О.В. Исследовательский практикум на основе обобщающего химического эксперимента экологической направленности // Химия в школе. – 2007. – № 5. – С. 55–62.

Т.В. МИХЛЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

**БИОМОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В Г. ПИНСКЕ ПО СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ
АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ**

Актуальность. В настоящее время происходит активное антропогенное воздействие на природную среду. Одним из основных инструментов, позволяющих сохранить и обеспечить условия, необходимые для существования человека и других живых организмов, является экологический мониторинг. Существующая система мониторинга окружающей среды основана, как правило, на использовании химических методов анализа, что не позволяет оценить истинную опасность тех или иных загрязнителей на среду обитания, прогнозировать последствия их воздействия на живые организмы. В таких условиях все большее значение приобретают биологические методы, основанные на использовании биологических объектов и позволяющие получить интегральную оценку экологической ситуации [1, с. 12]. Одним из методов биоиндикации является оценка стабильности развития популяций по степени флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующая асимметрия представляет собой случайные незначительные отклонения от симметричного состояния билатеральных морфологических структур, обусловленные стохастичностью молекулярных процессов, лежащих в основе экспрессии генов (онтогенетическим шумом) [2, с. 8]. Такие различия обычно являются результатом ошибок в ходе развития организма, появляющихся за счет влияния различных факторов. При нормальных условиях уровень таких отклонений минимален. Но он возрастает при любом стрессирующем воздействии, что и приводит к увеличению асимметрии. В.М. Захаровым предлагается методика оценки благополучия экосистемы, основанная на исследовании состояния разных видов живых организмов, ее составляющих [3, с. 14]. Особенностью подхода является то, что для оценки здоровья экосистем используются не экосистемные и популяционные показатели, а данные о состоянии организмов разных видов. Для анализа флуктуирующей асимметрии могут использоваться различные организмы, но чаще всего в силу прикрепленного образа жизни – растения. Наиболее изученной в этом плане является береза повислая, для листьев которой разработана методика учета и шкала, позволяющая оценить степень благоприятности среды по стабильности развития [3, с. 28].

Цель – анализ состояния окружающей среды в г. Пинске по степени флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) и сравнение результатов с данными загрязнения атмосферного воздуха.

Для решения задачи были поставлены следующие задачи: анализ антропогенной нагрузки по результатам проводимого мониторинга атмосферного воздуха в местах взятия выборок; оценка состояния экосистем в г. Пинске по степени флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой; сравнение результатов мониторинга атмосферного воздуха и степени флуктуирующей асимметрии берёзы повислой в исследованных районах.

Материалы и методы. Для анализа состояния окружающей среды по степени флуктуирующей асимметрии использовали выборки по 100 листьев из нижней части кроны от 10 деревьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth) из двух точек г. Пинска, отличающихся по величине антропогенной нагрузки. Сбор материала производился двукратно: в средине мая и конце августа 2014 г.

С каждого листа берёзы ручным способом снимали показатели пяти промеров с левой и правой сторон по стандартной методике [3, с. 28]. Стабильность развития оценивалась по величине интегрального показателя степени флуктуирующей асимметрии, которую рассчитывали по формуле $K = \sum [L-P] / \sum [L+P]$. Для этого все данные заносили в таблицы Excel и расчеты производили с помощью макросов, написанных специально для этой цели. Для оценки степени нарушения стабильности развития использовали пятибалльную шкалу оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития [4, с. 40]. Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определялась по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Основными источниками загрязнения воздуха в г. Пинске являются предприятия теплоэнергетики, деревообрабатывающей промышленности и автотранспорта. Проведя собственный анализ протоколов испытания состояния атмосферного воздуха за 2014 г. ГУ «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии» (неопубликованные результаты), установили, что по содержанию вредных веществ в атмосферном воздухе перекресток проспект Жолтовского - ул. Козубовского является более загрязненным, чем второй исследуемый участок - ул. Студенческая (рисунок 1). Установлены разовые превышения предельно допустимых концентраций твердых частиц (недифференцированной по составу пыли/аэрозоля) – 1,6 ПДК и фенола – 1,4 ПДК.

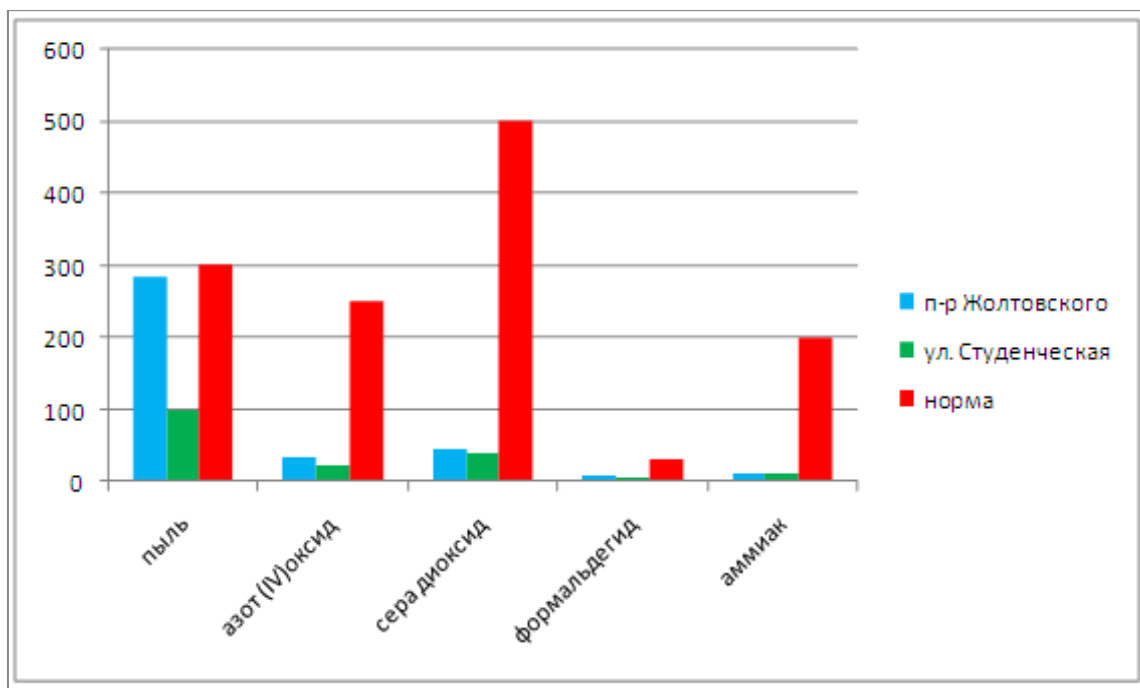


Рисунок 1 – Анализ содержания вредных веществ в атмосферном воздухе в исследуемых районах г. Пинска (усредненные данные за год).

Результаты математической обработки выборок листовых пластинок березы повислой свидетельствуют о существенном изменении состояния растений в районе, более загрязненном промышленными отходами (г. Пинск, проспект Жолтовского (район перекрестка с ул. Козубовского)). Интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии составил в мае 0,55, а в августе – 0,52. Различия между выборками были недостоверными (таблица 1). Среднее значение 0,0535. В более чистом районе ул. Студенческой показатель в мае – 0,040, в августе – 0,034. Среднее значение 0,037. Различия в одном районе также были недостоверными, а между районами – достоверными с вероятностью $p < 0,001$, что подтверждает достоверность различия условий существования березы повислой в исследуемых районах.

Таблица 1 – Интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в выборках г. Пинска

Период взятия выборок	Выборка	
	проспект Жолтовского	ул. Студенческая
Май 2014 г.	0,055±0,0009 (V)	0,040±0,0003 (II)
Август 2014г.	0,052±0,0009 (IV)	0,034±0,0006 (I)
Среднее значение	0,0535±0,0009 (IV)	0,037±0,0005 (I)

Таким образом, анализ показателей флуктуирующей асимметрии у листьев берёзы повислой подтвердил результаты анализа загрязнений атмосферного воздуха в районах взятия выборок. Березы по ул. Студенческой г. Пинска находятся в достаточно благоприятных условиях произрастания (степень благоприятности соответствует I баллу шкалы Захарова). Вероятно, это объясняется тем, что это спальный район, и антропогенная нагрузка в нем сравнительно невысокая. Выборка с проспекта Жолтовского характеризуется IV баллом шкалы, что связано, как с наличием промышленных предприятий, являющихся источниками загрязнения воздуха, так и с большей интенсивностью движения автомобильного транспорта, что способствует развитию неблагоприятной обстановки в промышленных зонах.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В г. Пинске антропогенная нагрузка сравнительно невысокая, но на территории города расположено большое количество промышленных предприятий, являющихся источниками загрязнения воздуха, что способствует развитию неблагоприятной обстановки в промышленных зонах.

2. По величине интегрального показателя стабильности развития берёзы повислой территория города Пинска (промышленные зоны) является неблагоприятной (проспект Жолтовского соответствуют IV баллу шкалы). Наиболее благоприятные условия в изученных точках установлены по ул. Студенческой г. Пинска, которая соответствует I баллу шкалы.

3. Степень флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в исследованных районах коррелирует с уровнем загрязнения атмосферного воздуха, определенным при проведении физико-химических исследований ГУ «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии» и может служить простым, быстрым и дешевым дополнительным методом оценки качества среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплин, В.Г. Биоиндикация состояния экосистем / В.Г. Каплин. – Самара : 2001. – 143 с.
2. Захаров, В.М. Асимметрия животных / В.М. Захаров. – М. : Наука, 1987. – 216 с.
3. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
4. Захаров, В.М. Последствия Чернобыльской катастрофы. Здоровье среды / В.М. Захаров, Е.Ю. Крысанова. – М. : Моск. отд. Международного фонда «Биотест», 1996. – 88 с.

И.А. ОСТАПУК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

**АНАЛИЗ АНАТОМИИ КОРЫ МНОГОЛЕТНИХ СТЕБЛЕЙ
*POPULUSTREMULA L. И POPULUSALBA L.***

Актуальность. С возрастом в коре древесных пород происходит ряд преобразований, придающих ей специфические черты. Несмотря на то, что возрастные изменения однотипны у разных видов, но глубина и степень изменений, происходящих в тканях, неодинаковы, поэтому выраженность одних и тех же признаков, таких как степень склерификации и деформации элементов вторичной флоэмы, количество кристаллов оксалата кальция и другие, различна. Все это и придает коре ствола и ритидому, в частности, специфический облик у каждого вида [1, с. 11].

Цель – установить особенности анатомического строения коры многолетних стеблей, в том числе коры стволовой части, двух видов рода *Populus L.*

Материалы и методы. Объектами исследования являлись виды *Populus tremula L. (Sectio Trepidiae Dode)* и *Populus alba L. (Sectio Albidae Dode)*, произрастающие естественно в Беларуси. Методика изготовления микропрепаратов общепринятая в анатомии растений [2]. Метод исследования сравнительно-анатомический.

Результаты и их обсуждение. Кора многолетних стеблей вида *Populus alba* включает перидерму, первичная кора, кольцо механических элементов и флоэму. Перидерма мощная: входящая в ее состав гомогенная феллема насчитывает 8–9 слоев тонкостенных клеток, полости которых заполнены воздухом. Клетки феллемы на поперечном срезе прямоугольные или квадратные, причем 2–3 внешних ряда состоят из прямоугольных клеток, а последующие претерпевают деление и поэтому размеры клеток внешних и последующих рядов не совпадают. Феллоген однослойный, феллема 2–3-слойная.

Паренхима первичной коры хорошо развитая в молодых стеблях, содержит примерно 50 % танидоносных клеток. По мере роста стебля в толщину ее клетки растягиваются в тангентальном направлении, расстояние между группами склерееид увеличивается, а относительный объем первичной коры уменьшается. Паренхима содержит монокристаллы оксалата кальция.

Кольцо первичных механических элементов прерывистое, гомогенное, представлено только волокнами. Со стороны флоэмы в группы внедряется паренхима (клетки первичной флоэмы).

Вторичная флоэма в гистологическом отношении типичная: членики ситовидных трубок, вертикальная и горизонтальная паренхима. На поперечном срезе ситовидные и паренхимные элементы не образуют радиальных рядов в силу различных очертаний поперечников. Некоторые членики окружены паренхимными клетками. Аксиальная паренхима представлена запасными и танидоносными клетками. Лучи гомогенные. На участках волокон часть луча склерифицируется. Около групп флоэмных волокон располагаются клетки с монокристаллами, а в клетках аксиальной паренхимы заметны друзы. После первого года деформации флоэмы не наблюдается.

В нижней части ствола кора состоит из мощного ритидома и вторичной флоэмы. Повторные перидермы имеют тонкостенную, недеформированную феллему. Отчлененные в состав ритидома ткани – паренхима первичной коры, периферические участки вторичной флоэмы – практически недеформированы. Волокна и склереиды образуют крупные группы. Вторичная флоэма по гистологическому составу типичная. Полосы флоэмных волокон располагаются параллельно.

Кора многолетних стеблей вида *Populus tremula* состоит из перидермы, колленхимы, паренхимы первичной коры, кольца механических элементов, первичной и вторичной флоэмы. Первичная флоэма частично облитерирована и неотличима от периферической части вторичной флоэмы.

Перидерма типичная, представлена феллемой, феллогеном и феллодермой. Клетки феллемы тонкостенные, имеют форму четырехугольников с волнистыми стенками. Первые по времени образования клетки пустотелые, в последующих слоях клетки заполнены бурым содержимым.

Остатки колленхимы различимы в молодых стеблях, но не различимы в коре ствольной части, в том числе и там, где еще не сформировались повторные перидермы. Часть клеток колленхимы превращается в брахисклереиды.

Первичная кора сложена плотно без межклетников, оболочки ее клеток равномерно утолщены. Овальные на поперечном срезе, они несколько вытянуты в тангентальном направлении. Уже в молодых стеблях примерно 30% клеток первичной коры подвержено склерификации. Брахисклереиды встречаются группами по 5–20, которые по диаметру вдвое меньше тонкостенных клеток. Значительная часть клеток паренхимы первичной коры содержит друзы, а в клетках, примыкающих к склереидам и волокнам механического кольца, обильны монокристаллы.

Кольцо механических элементов имеет гомогенное, прерывистое, сложено только группами волокон. По мере роста стебля расстояние между группами волокон увеличивается.

В составе вторичной флоэмы преобладают ситовидные трубки, расположенные радиальными рядами, чередуясь в них с клетками аксиальной паренхимы. Поперечное сечение трубок квадратное, прямоугольное, овальное. Лучи однорядные, гомогенные. В клетках аксиальной паренхимы, окружающих лубяные волокна, содержатся монокристаллы оксалата кальция. Уже в однолетнем стебле во флоэме развиваются волокна, образующие крупные тангентально-ориентированные группы.

Кора стволовой части сложена теми же тканями, что и в молодых стеблях, так как ритидом у *Populus tremula* формируется в очень высоком возрасте. Накапливающаяся феллема наружной перидермы шелушится тонкими чешуями. Долго сохраняющаяся первичная кора и сильно склерифицируется (до 75 % ее площади занято брахисклереидами). Колленхима и первичная флоэма полностью деформированы. Лучи остаются однорядными, достигая высоты 20 клеток. Они гомогенные и не отклоняются от первоначального радиального направления, а в периферической зоне дилатируют.

Поперечники ситовидных трубок имеют самые разнообразные очертания, расположены радиальными рядами, чередуясь с клетками вертикальной паренхимы. В начале каждого годичного слоя образуется слой волокон, шириной. Группы волокон в слоях имеют кристаллоносную обкладку, содержащую монокристаллы.

Таким образом, для коры осины следует отметить следующие особенности: гомогенная феллема перидерм, наличие склереид в колленхиме и первичной коре, различные типы кристаллов в разных тканях, сильную степень склерификации первичной коры в стволовой части [1, с. 71].

Выводы.

1. Кора многолетних стеблей вне стволовой части *Populus tremula* включает перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, флоэму. У *Populus alba* в составе коры колленхима не выражена, поэтому кора включает перидерму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, флоэму. Феллема наружной перидермы *Populus alba* дифференцирована на зоны.

2. Сходный состав у исследованных видов кора приобретает либо в комлевой части ствола, либо в средней части ствола у особей, возраст которых приближается к пятидесятилетию. В связи с формированием вторичных перидерм кора на этом участке состоит из ритидома и вторичной флоэмы. Прослеживается связь между степенью развития ритидома и возрастом модельной особи, а также с расположением коры по высоте ствола.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анатомия коры деревьев и кустарников / В.М. Ерёмин [и др.]; Монография. – Брест: Изд-во Брестского госуниверситета, 2001. – 187 с.
2. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М. : Высшая шк., 1960. – 206 с.

А.А. ПЕШКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.М. Матусевич, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ НА АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ЛИСТА

Каждый автомобиль выбрасывает в атмосферу с отработавшими газами около 200 различных компонентов. Самая большая группа соединений – углеводороды. Эффект падения концентраций атмосферных загрязнений, то есть приближение к нормальному состоянию, связан не только с разбавлением выхлопных газов воздухом, но и со способностью самоочищения атмосферы.

Значительную роль в этом играет зеленая растительность, поскольку между растениями идет интенсивный газообмен. Скорость газообмена между растительным миром в 25-30 раз превышает скорость газообмена между человеком и окружающей средой.

Анатомия древесного растения – один из важнейших признаков в определении воздействия выхлопных поллютантов на лист.

Лист – один из основных органов высших растений, занимающий боковое положение на стебле (оси побега). Лист – плагиотропный орган ограниченного роста, нарастающий не верхушкой, а основанием – интеркалярно. В жизни растений лист выполняет три основные функции: фотосинтез, газообмен и транспирацию [1].

Актуальность. В настоящее время актуальна проблема загрязненности воздуха на центральных улицах города, которые подвергаются воздействию газодымовых выбросов. Для выявления влияния этих поллютантов на окружающую среду в качестве индикаторов идеально подходят зелёные древесные насаждения. Это и легло в основу проведённых исследований.

Цель – исследование влияния выхлопных газов на придорожные виды древесных покрытосеменных растений на уровне анатомической структуры листа.

Материалы и методы. Для исследования был произведен сбор листьев в средней части дерева с южной стороны, с хорошо развитых особей, без признаков повреждения болезнями и вредителями трёх видов растений: береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth) в возрасте 20–25 лет, ива плакучая (*Salix babylonica* L.) – 25–40 лет, рябина обыкновенная – 10–15 лет (*Sorbus aucuparia* L.) – на двух улицах, различающихся по уровню интенсивности движения автомобилей: ул. Рябиновая (низкая интенсивность) и проспект Машерова (высокая интенсивность), с последующей фиксацией листьев в растворе спир-

та и глицерина. Были изготовлены временные препараты; после чего производился анализ, описание и обработка материала.

При приготовления временных препаратов из середины листовой пластинки вдоль главной жилки вырезали небольшие пластинки прямоугольной формы для получения срезов. Временные препараты изготавливали с использованием лезвия и применением сердцевинки бузины. Срезы выполняли в поперечном направлении. Затем их помещали на предметное стекло в глицерин, после чего накрывали покровным стеклом [2].

Анализ исследуемых объектов проводили на световых микроскопах Биолам Р-15, Л-212. Для измерений использовали винтовой окуляр-микрометр МОВ-1-15. Для создания микрофотографий пользовались цифровым микроскопом «Альтами».

Результаты и их обсуждение.

Сравнительно-анатомическое строение поперечных срезов листьев Берёза бородавчатая (*Betula pendula* Roth)

У изученных видов топография тканей следующая: периферической тканью листа является однослойный мелкоклеточный эпидермис, который сложен неправильно-округлыми в поперечном сечении живыми клетками, с утолщённой наружной оболочкой. Верхний эпидермис обычно крупнее, чем нижний. Размер его составляет 16,9–17,1 ($\pm 0,2$) мкм у берёзы бородавчатой, произрастающей на улице Рябиновой и 14,1–16,5 ($\pm 0,22$) мкм у берёзы бородавчатой, произрастающей на проспекте Машерова. Сверху ткань покрыта слоем кутикулы толщиной 19,9 ($\pm 0,2$) мкм у берёзы бородавчатой, произрастающей на ул. Рябиновой и 17,4 ($\pm 0,21$) мкм у берёзы, произрастающей на проспекте Машерова.

Под эпидермой располагается паренхима, представленная столбчатым и губчатым мезофиллом. Клетки столбчатой паренхимы довольно плотно сомкнуты, в поперечном сечении имеют овальную форму. Вертикальные ряды, состоящие из 1 слоя клеток размером 33,7 ($\pm 0,21$) мкм у берёзы бородавчатой (ул. Рябиновая) и 40,9 ($\pm 0,2$) мкм у берёзы бородавчатой (проспект Машерова), располагаются перпендикулярно к верхней стороне листа. Губчатую паренхиму составляют 5–6 слоев, толщиной 115,1 ($\pm 0,26$) мкм у берёзы бородавчатой (ул. Рябиновая) и 6–7 слоёв, толщиной 141,7 ($\pm 0,22$) мкм у берёзы бородавчатой (проспект Машерова), относительно округлых в поперечном сечении клеток с большими межклетниками, которые занимают большой объём ткани.

Проводящие ткани располагаются в виде пучка, очертание которого, в поперечном сечении – овально-продолговатое. Обкладку проводящего пучка составляет склеренхима. Она представлена 4 слоями клеток с равномерно утолщёнными оболочками, ширина достигает 92,3 ($\pm 0,22$) мкм у берёзы, произрастающей на ул. Рябиновой, а у берёзы бородавчатой, произрастающей на проспекте Машерова ширина составляет 8 слоёв размером 125,9 ($\pm 0,25$) мкм.

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.)

Топография тканей следующая: периферической тканью листа является однослойный мелкоклеточный эпидермис, который сложен неправильно-округлыми в поперечном сечении живыми клетками, с утолщённой наружной оболочкой. Верхний эпидермис обычно крупнее, чем нижний. Размер его составляет 15,4–16,8 ($\pm 0,26$) мкм у рябины обыкновенной, произрастающей на ул. Рябиновой и 15,7–16,1 ($\pm 0,23$) мкм у рябины обыкновенной, произрастающей на проспекте Машерова. Сверху ткань покрыта слоем кутикулы размером 17,1 ($\pm 0,2$) мкм у рябины обыкновенной (ул. Рябиновая) и 16,83 ($\pm 0,2$) мкм у рябины обыкновенной (проспект Машерова).

Под эпидермой располагается паренхима, представленная столбчатыми губчатым мезофиллом. Клетки столбчатой паренхимы довольно плотно сомкнуты, в поперечном сечении имеют овальную форму. Вертикальные ряды, состоящие из 1 слоя клеток, размером 30,1 ($\pm 0,21$) мкм у рябины обыкновенной, произрастающей на ул. Рябиновой и 35,7 ($\pm 0,21$) мкм, располагаются перпендикулярно к верхней стороне листа. Губчатую паренхиму составляют 5–6 слоев шириной 101,2 ($\pm 0,21$) мкм у рябины обыкновенной, произрастающей на ул. Рябиновой и 6 слоёв, шириной 123,5 ($\pm 0,26$) мкм у рябины обыкновенной, произрастающей на проспекте Машерова.

Проводящие ткани располагаются в виде пучка, очертание которого, в поперечном сечении – овально-продолговатое. Обкладку проводящего пучка составляет склеренхима, представленная 3 слоями, толщиной 61,1 ($\pm 0,24$) мкм у рябины обыкновенной (ул. Рябиновая). У рябины обыкновенной, произрастающей на проспекте Машерова склеренхима представлена 4 слоями клеток, размером 78,1 ($\pm 0,2$) мкм.

Ива плакучая (*Salix babylonica* L.)

Топография тканей следующая: периферической тканью листа является однослойный мелкоклеточный эпидермис, который сложен неправильно-округлыми в поперечном сечении живыми клетками с утолщённой наружной оболочкой, толщиной 18,9–21,2 ($\pm 0,21$) мкм у ивы плакучей (ул. Рябиновая) и 16,2–17,4 ($\pm 0,2$) мкм у ивы плакучей (проспект Машерова). Верхний эпидермис обычно крупнее, чем нижний. Сверху ткань покрыта слоем кутикулы, размером 23,46 ($\pm 0,2$) мкм у ивы плакучей, произрастающей на ул. Рябиновой и 18,36 ($\pm 0,21$) мкм у ивы плакучей, произрастающей на проспекте Машерова.

Под эпидермой располагается паренхима, представленная столбчатым и губчатым мезофиллом. Клетки столбчатой паренхимы довольно плотно сомкнуты, в поперечном сечении имеют овальную форму. Вертикальные ряды, состоящие из 1 слоя клеток, толщиной 40,8 ($\pm 0,2$) мкм у ивы плакучей, произрастающей на ул. Рябиновой и 31,11 ($\pm 0,2$) мкм у ивы плакучей, произрастающей на проспекте Машерова, располагаются перпендикулярно к верхней стороне листа. Губчатую паренхиму составляют 4–5 слоев округлых в попе-

речном сечении клеток с большими межклетниками, которые занимают большой объём ткани, размером $91,1 (\pm 0,22)$ мкм у ивы плакучей (ул. Рябиновая). У ивы плакучей (проспект Машерова) губчатая паренхима представлена 7–8 слоями шириной $124,5 (\pm 0,23)$ мкм.

Проводящие ткани располагаются в виде пучка, очертание которого, в поперечном сечении – овально-продолговатое. Обкладку проводящего пучка составляет склеренхима, толщиной $104,3 (\pm 0,24)$ мкм, 4-слойная у ивы плакучей, произрастающей на ул. Рябиновой, а у ивы плакучей (проспект Машерова) склеренхима также 4-слойная, шириной $114,5 (\pm 0,24)$ мкм.

Выводы.

1. Наибольшая интенсивность движения автотранспорта в час пик в период с 17.00 до 18.00 наблюдается на проспекте Машерова. Среднее количество автомобилей, проехавших по данной улице, составило 904 автомобиля в час, в сравнении с улицей Рябиновой – 106 автомобилей в час. Это свидетельствует о том, что растения, произрастающие на проспекте Машерова, в большей степени подвержены техногенной нагрузке, что отражается на их физиологических, морфологических и анатомических показателях.

2. Реакция анатомического строения у листапроявляется в следующем: истончение кутикулы, увеличение слоёв губчатого и столбчатого мезофилла, за исключением берёзы бородавчатой, у которой количество слоёв губчатого мезофилла уменьшается. Таким образом, по анатомической структуре вегетативных органов некоторых древесных растений можно определить степень техногенной нагрузки на них.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бавтуто, Г.А. Ботаника: Морфология и анатомия: Учебное пособие / Г.А. Бавтуто, В.М. Еремин. – Минск :Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.
2. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – Москва : Высшая школа, 1960. – 206 с.

Д.А. ПИПКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – М.Г. Демянчик, старший преподаватель

ОСОБЕННОСТИ МИКРОТЕРИОФАУНЫ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ НА НЕЗАСТРОЕННЫХ ЗЕМЛЯХ г. БРЕСТА

Актуальность. Изучение структуры сообществ мелких млекопитающих зимой может послужить основой для выявления общеэкологических закономерностей и предпосылкой для разработки мероприятий по борьбе с вредителями хозяйственной сферы человека [1]. Вред, причиняемый мелкими млекопитающими, особенно возрастает в зимний период, когда часть зверьков мигрирует к постройкам человека [2, 3]. Знания о состоянии популяций мелких млекопитающих зимой позволяет прогнозировать их численность в теплый период года [4].

Цель – выявить различия в структуре сообществ мелких млекопитающих пойменных экосистем в осенне-зимний период на незастроенных землях города Бреста.

Материалы и методы. Исследования проводились с 01 ноября по 15 ноября 2014 года и с 22 января по 03 февраля 2015 года. На исследованной территории проводился отлов и сбор коллекционного материала мелких млекопитающих методом ловушко-линий (отлов проводился на протяжении 120 ловушко-суток). Давилки выставлялись на неиспользуемых пойменных землях урочища Соя Ленинского района города Бреста [1]. Мерой упитанности служил показатель – относительный вес тела (отношение массы, к длине тела) [3]. Обработка полученных результатов осуществлялась с использованием стандартных статистических показателей в программной среде *Statistica 6.0, Microsoft Excel* [3]. Лабораторные исследования отловленных зверьков проводились в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси на базе лаборатории оптимизации экосистем.

Результаты и их обсуждение. По результатам отловов мелких млекопитающих давилками Геро доминирующими видами в пойменных экосистемах на незастроенных землях г. Бреста были: *Apodemus agrarius* и *Clethrionomus glareolus*.

В осенний период 2014 г. отловлена 41 особь 5 видов микромаммаллий: *Sorex araneus*, *Sorex minutus*, *Clethrionomus glareolus*, *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis* (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Обилие мелких млекопитающих осень (ноябрь) 2014, зима (январь–февраль) 2015 г.

№	Вид, species	Обилие (экз./ 100 л-с)	Стандартная ошибка	Вид, species	Обилие (экз./ 100 л-с)	Стандартная ошибка
	Ноябрь 2014			январь – февраль 2015		
1	<i>Sorex minutus</i>	1,67	1,124	<i>Sorex minutus</i>	3,33	1,421
2	<i>Sorex araneus</i>	5,83	2,289	<i>Sorex araneus</i>	16,67	4,820
3	<i>Clethrionomus glareolus</i>	8,33	3,218	<i>Clethrionomus glareolus</i>	5,83	2,611
4	<i>Apodemus flavicollis</i>	5	1,930	<i>Apodemus flavicollis</i>	1,67	1,124
5	<i>Apodemus agrarius</i>	13,35	3,333	<i>Apodemus agrarius</i>	0	0,000

Общая численность мелких млекопитающих в ноябре 2014 г. достигала $34,2 \pm 1,20$ экз./ 100 л-с. В сообществе мелких млекопитающих доминировал *Apodemus agrarius* (39,02 %; $13,33 \pm 3,33$ экз./100 л-с), субдоминант *Clethrionomus glareolus* (24,3 %; $8,33 \pm 3,22$ экз./ 100 л-с). В осенний период упитанность *Sorex araneus* изменялась от 0,1070 до 0,1467 со средним значением $0,1231 \pm 0,0048$, варьирование признака 10,26 % (слабое).

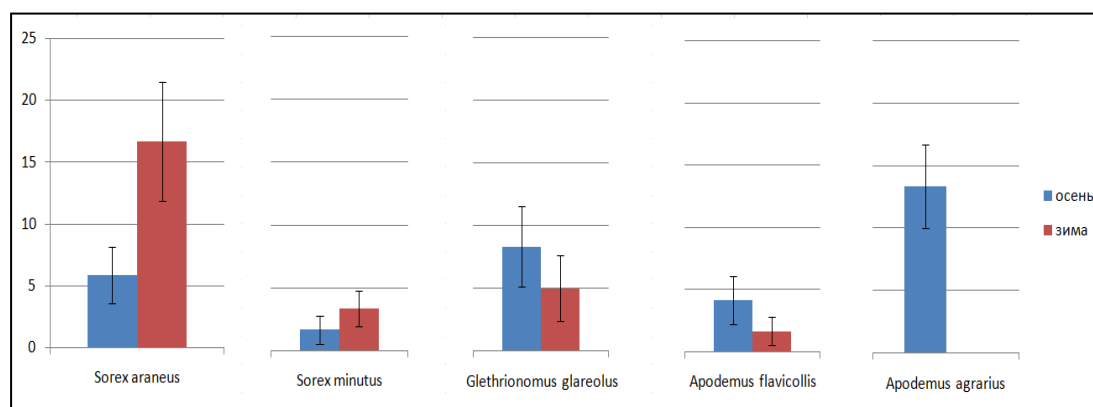


Рисунок 1 – Обилие мелких млекопитающих осень (ноябрь) 2014, зима (январь – февраль) 2015 г.

В зимний период отловлено 33 зверька 4 видов: *Sorex araneus*, *Sorex minutus*, *Clethrionomus glareolus*, *Apodemus flavicollis*. Общая численность мелких млекопитающих достигала $27,5 \pm 1,25$ экз./ 100 л-с. По данным учетов в зимний период наблюдается увеличение числа пойманных особей *Sorex araneus*. В сообществе мелких млекопитающих доминировал *Sorex araneus* (60,6 %; $16,67 \pm 4,81$ экз./ 100 л-с), субдоминант *Clethrionomus glareolus* (21,21 %; $5,83 \pm 2,61$ экз./ 100 л-с) (таблица 1).

Зимой упитанность *Sorex araneus* изменялась в пределах от 0,0992 до 0,1938 со средним показателем $0,1160 \pm 0,051$ варьирование признака 18,1 % (среднее).

Выводы.

Достоверного уменьшения численности мелких млекопитающих зимой 2015 г. по сравнению с осенью 2014 г. не наблюдалось ($p > 0,05$).

В январе–феврале 2015 г. на достоверном уровне ($p < 0,001$) происходило уменьшение обилия *Apodemus agrarius* и увеличение обилия *Sorex araneus* ($p < 0,001$). Что свидетельствует о миграции или элиминации *Apodemus agrarius* из исследуемой экосистемы.

Увеличение обилия ($p < 0,05$) и уменьшение упитанности ($p < 0,05$) *Sorex araneus* зимой 2015 г., возможно, связано с обеднением кормовой базы, малоснежностью и положительным температурным режимом в январе–феврале 2015 г.

Различия в численности *Clethrionomus glareolus*, *Apodemus flavicollis*, *Sorex minutus* в осенне-зимний период не достоверны ($p > 0,05$), что свидетельствует об преимущественно оседлом статусе зверьков зимой 2015 г. Относительно небольшое снижение обилия *Clethrionomus glareolus*, *Apodemus flavicollis* свидетельствует о незначительной смертности популяций анализируемых растительноядных видов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Демянчик, М.Г. Учебно полевая практика по зоологии позвоночных : учебно методическое пособие / М.Г. Демянчик, В.Т. Демянчик ; Брест. гос. ун-т имени А.С.Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012. – 178 с.
2. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко ; под ред. Б.П. Савицкий. – Минск : БГУ, 2005. – 319 с.
3. Зооиндикаторы в системе регионального экологического мониторинга Тюменской области: методика использования; редкол. Гашев С.Н [и др]. – Тюмень : Изд-во Тюм ГУ, 2006. – 132 с.
4. Громов, И.М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И.В. Громов, М.А. Ербаева ; под ред. О.А. Скарлато. – СПб : Наука, 1995. – 522 с.
5. Гашев, С.Н. Динамика численности мелких млекопитающих и особенности ее прогнозирования в экологическом мониторинге / С.Н. Гашев // Вестник Тюменского государственного университета. – 2013. – № 13. – С. 140–150.

Е.О. ПОЙТА

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.Ю. Колбас, канд. биол. наук

ПОЛИСАХАРИДЫ ПЛОДОВ ВИНОГРАДА, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ г. БРЕСТА

Актуальность. Виноград, относящийся к роду *Vitis* семейства Vitaceae Juss, является природным источником питательных и биологически активных веществ, обуславливающих лечебно-профилактические свойства продуктов, полученных из этого растительного сырья. Сорт и место произрастания, как ни для одной из сельскохозяйственных культур, определяют успех в культивировании винограда. В плодах *Vitis*, как и в других сочных плодах, по мере созревания происходит накопление растворимых сахаров с одновременным снижением количества свободных органических кислот [1].

Особое значение имеют пектиновые вещества винограда. Благодаря низкому содержанию метокси-групп (не более 3,3-6,2%), виноградный пектин легко адсорбирует токсины, тяжелые металлы, радиоактивные вещества и способствует ускоренному выведению их из организма. Кроме того пектины являются вспомогательным средством многих лекарственных форм и тем самым могут усиливать терапевтический эффект или снижать побочное негативное действие [2]. Производство пектина – динамически развивающийся бизнес с ежегодным увеличением производства на 3-4 %. Мировое производство и рынок пектина сосредоточено в Европе (Германия, Швейцария и др.), Южной Америке (Аргентина, Бразилия), Южной Африке, Китае, Иране и др. Объем производства составляет приблизительно 28-30 тыс. т в год [3].

Цель – изучить содержание сахаров и пектиновых веществ в плодах винограда, произрастающего в условиях города Бреста.

Материалы и методы. Объектами исследования были зрелые плоды сорта «Альфа» (*Vitis labrusca* L.) и четырех сортообразцов *Vitis* L.: 2 из них антоциансодержащие (далее обозначены V-1 и V-2 соответственно) и 2 – безантоциановые (V-3 и V-4 соответственно). Растения культивируются на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест). Среднегодовые метеорологические условия, а также почва и водный режим стационара благоприятны для плантационного выращивания винограда.

Общее содержание растворимых сахаров определяли рефрактометрически с поправкой на температуру по ГОСТу 51433-2007 [4] и выражали в г сахарозы в пересчете на 100 г сырых плодов. Содержание редуцирующих сахаров определяли по реакции Фелинга [5] и выражали в г инертного сахара из 100 г сырых плодов.

Методика выделения и анализа пектиновых веществ была общепринятая [5]. Количество гидропектина и протопектина определяли Су-пектатным методом и выражали в пересчете на % пектата кальция.

Результаты и их обсуждение. Расположение сортообразцов в порядке снижения содержания сахаров в их плодах представлено на рисунке 1. Полученные нами данные согласуются с литературными [1], что указывает также на высокую степень вызреваемости плодов этой теплолюбивой культуры в условиях г. Бреста. Наибольшим содержанием растворимых сахаров характеризуются сорт «Альфа» и сортообразец V-2. Для остальных сортообразцов значения параметра различаются незначительно. Необходимо отметить, что сортообразцы V-2 и V-1 (оба антоциансодержащие) имеют наименьшее содержание редуцирующих сахаров, которое в целом варьирует от 11,02 до 16,40 г инв.сахара/100 г сырых плодов.

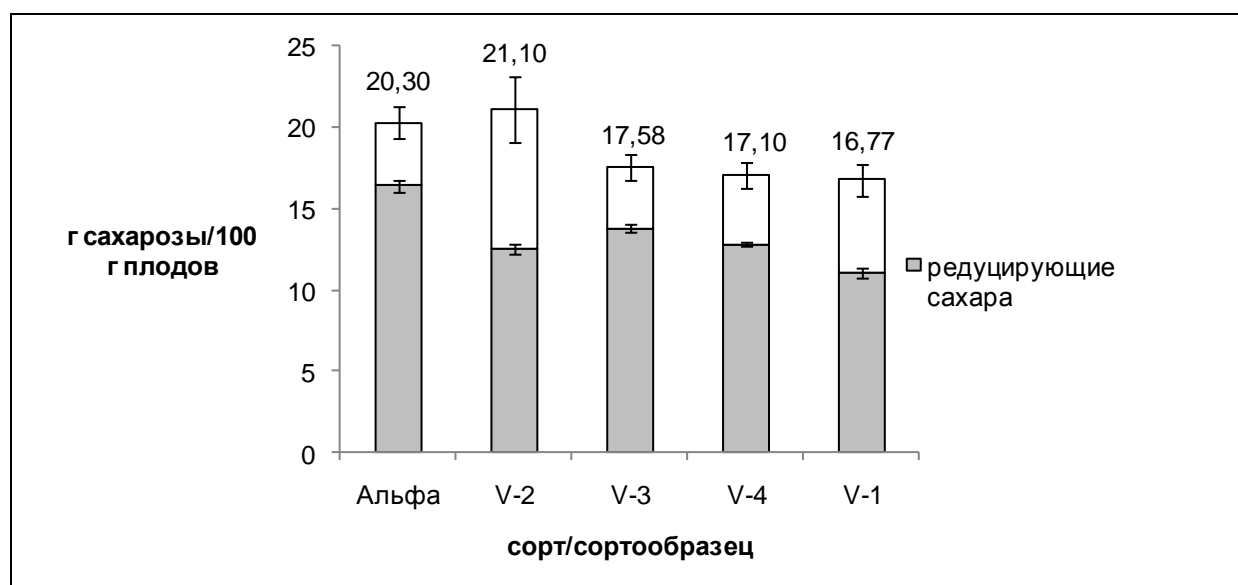


Рисунок 1 – Общее содержание сахаров в плодах *Vitis*

Содержание пектиновых веществ в плодах сорта «Альфа», сортообразцов V-1, V-3, V-4 различается незначительно и составляет 1,26-1,99 % (рисунок 2). Доля растворимого пектина составила 0,66–1,4 %, а протопектина – 0,36–0,69 %. Наименьшее содержание общих пектинов – $1,12 \pm 0,14$ %, в том числе растворимых – $0,66 \pm 0,1$ % выявлено для сортообразца V-2. По мере созревания плодов доля гидропектина в общей сумме пектиновых веществ повышается. Изученные образцы характеризуются

сбалансированным соотношением гидропектин/протопектин при $K=3,7$ для V-3, V-4 и 1,5-1,9 для V-1 и V-2.

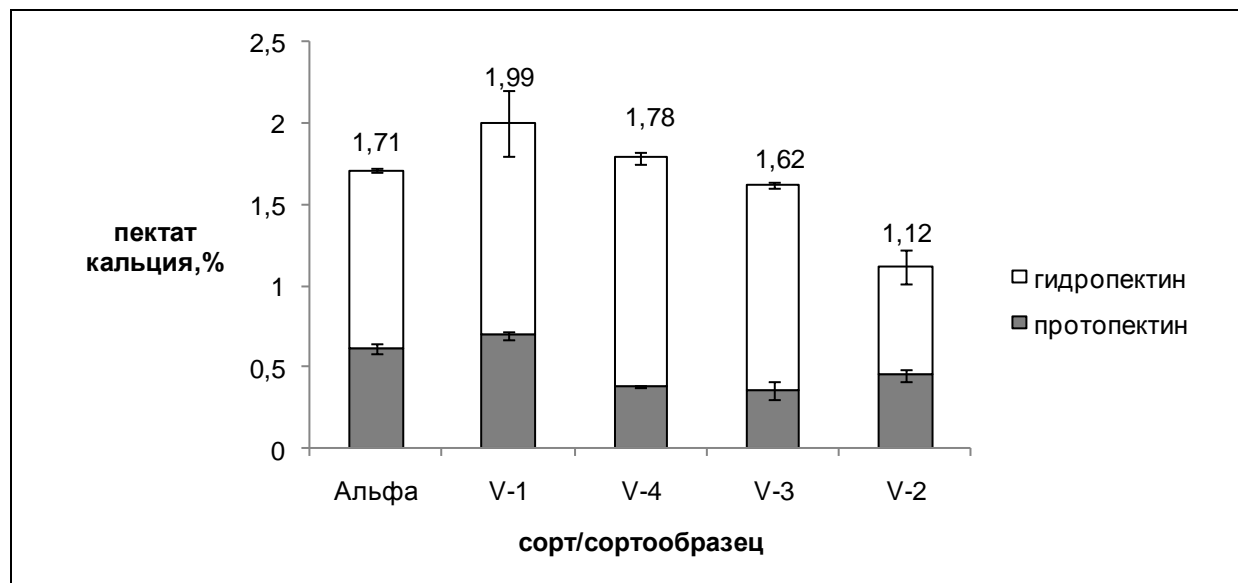


Рисунок 2 – Содержание пектиновых веществ в плодах *Vitis*

Выводы. Полученные нами результаты позволяют рекомендовать изученные сортообразцы для культивирования в условиях г. Бреста для получения различной продукции, в том числе легко доступного пектина, пищевого и фармацевтического назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Doshi, P. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chornyi (Sharad Seedless) during maturation / P. Doshi, P. Adsule, K. Banerjee // Int. J. of Food Sci. and Technology. – 2006. – Vol. 41, (Sup. 1). – P. 1–9.

2. Оводов, Ю.С. Полисахариды цветковых растений: структура и физиологическая активность / Ю.С. Оводов // Биорганическая химия. – 1998. – Т. 42, №7. – С. 483–501.

3. Интернет-сайт Международной ассоциации производителей пектина (International Pectin Producers Association) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ippa.info/commercial production of pectin.htm>.

4. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром: СТБ ГОСТ Р 51433–2007. – Введен 29.12.2007 – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. – 12 с.

5. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.

Н.С. ПРИТУЛЬЧИК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.В. Шкуратова, канд. биол. наук, доцент

АНАТОМИЯ КОРЫ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ БОБОВЫХ

Актуальность. Знания о структуре тканей растительных объектов, как наиболее устойчивых комплексах признаков, позволяют решать проблемы научной и криминалистической диагностики растений. Кора стебля древесных растений – сложный комплекс тканей, обладающий значительным набором диагностических признаков [1].

Цель – установить специфические черты анатомического строения коры однолетних стеблей некоторых древесных видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Материал и методы. Объектами исследования являлись виды *Robinia pseudoacacia* L., *Caragana arborescens* Lam., *Amorpha fruticosa* L., широко культивируемые в Беларуси. Образцы стеблей отбирали после окончания вегетации, когда камбий закончил свою деятельность, годичные слои ксилемы и флоэмы сформировались полностью, кора не будет отслаиваться от древесины. Для выявления общей схемы строения коры стебля отбирали образцы из средней части прироста.

Из зафиксированных образцов готовили тонкие срезы, толщиной 8–25 мкм на микротоме, а затем временные и постоянные препараты. Изготавливали микропрепараты по общепринятой в анатомии растений методике [2]. Анатомический анализ исследуемых объектов осуществляли на световых микроскопах «Биолам Р-15» и «Микмед-5». Метод исследования сравнительно-анатомический. Для анализа использовали собственные материалы и литературные данные [3].

Результаты и их обсуждение. В коре однолетнего стебля *Robinia pseudoacacia* представлены эпидерма, перидерма, колленхима, паренхима первичной коры, кольцо первичных механических элементов, флоэма.

Эпидерма *Robinia pseudoacacia* двуслойная. Клетки наружного слоя квадратно-прямоугольные на поперечном срезе, внешние стенки более утолщены, чем остальные. В ребрах стебля эта ткань даже 3–4-хслойная.

В перидерме *Robinia pseudoacacia* доля пробки достигает 75 %. Феллема гомогенная, только тонкостенная, содержимое отсутствует. Периферические клетки феллемы более уплощены, их радиальный размер вдвое меньше, чем у внутренних. Встречаются чечевички.

Под перидермой располагается пластинчатая колленхима, насчитывающая от 4 до 5 слоев.

Первичная кора *Robinia pseudoacacia* плотно сложена тонкостенными изодиаметрическими клетками. Межклетники образуются только за счет отмирания клеток, кристаллов мало. Склерейды отсутствуют. Во внутренней части ткани располагаются многочисленные тонкостенные, мешковидные танидоносные клетки с красно-коричневым содержимым.

Кольцопервичных механических элементов гетерогенное – группы волокон чередуются с группами склерейд. С внешней стороны к механическим элементам прилегают кристаллоносные клетки обкладки.

Первичная флоэма *Robinia pseudoacacia* сильно дилатирована, содержит многочисленные танидоносные клетки.

Вторичная флоэма состоит из ситовидных элементов, вертикальной и горизонтальной паренхимы, флоэмных волокон. Ситовидные трубки почти квадратные на поперечном срезе, располагаются радиальными рядами, в которых чередуются с паренхимными клетками. Лучи гетерогенные, преимущественно 1-рядные.

Кора однолетнего стебля *Caragana arborescens* включает перидерму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов и флоэму.

Эпидерма рано отмирает и шелушится, вследствие заложения перидермы. Субэпидермально располагается колленхима округлого типа. Ее участки изолированы друг от друга и образуют подобие гребней на поверхности стебля. В.М. Еремин и др. (2001) также указывают на наличие ребер в стебле *Caragana arborescens*, отмечая при этом, что они образованы группами волокон [3, с. 49].

Паренхимы первичной коры сложена тонкостенными клетками, овально-многоугольными на поперечном срезе. Сеть межклетников выражена очень слабо.

Перидерма формируется в толще паренхимы первичной коры, она вызывает отмирание расположенных снаружи от нее тканей. Перидерма включает феллоген, феллодерму и феллему. Феллодерма преимущественно двухслойная, а слоев клеток феллемы на отдельных участках насчитывается более 10. Клетки феллемы тонкостенные, без содержимого.

Кольцо первичных механических элементов сложено овальными группами волокон, располагающихся на отдельных участках в шахматном порядке. С внешней стороны такие группы имеют кристаллоносную обкладку.

Первичная флоэма в конце вегетационного сезона неотличима от вторичной вследствие дилатации и облитерации ее элементов.

Вторичная флоэма типичного строения, включает ситовидные элементы, вертикальную и горизонтальную паренхиму, флоэмные волокна. Ситовидные элементы четких радиальных рядов на поперечном срезе не образуют. Во флоэме преобладают 2-рядные лучи гомогенные и гетерогенные по структуре.

Кора однолетнего стебля *Amorfa fructicosa* включает эпидерму, перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, флоэму.

Эпидерма на большей части стебля двуслойная, на отдельных участках трехслойная. Клеточные оболочки равномерно утолщены, радиальные оболочки несколько скошены, поэтому полость клеток овально-призматическая.

Перидерма закладывается субэпидермально. Включает феллему, феллоген и феллодерму. Феллодерма однослойная. Феллема на большей части окружности стебля насчитывает 4–6 слоев клеток. Феллема гомогенная. Ее клетки с равномерно утолщенными, волнистыми стенками, вытянуты в тангентальном направлении. В самых внутренних слоях феллемы в клетках обнаруживается содержимое, а в периферической и средней части – клетки без содержимого. На отдельных участках обнаруживаются неглубокие чечевички, в которых число слоев феллемы достигает 8–9.

В первичной коре преобладает колленхима, но слабо выражена паренхима первичной коры.

Пластинчатая колленхима непосредственно прилегает к перидерме, насчитывает от 4 до 5 слоев.

Паренхимы первичной коры слабо развита, сложена тонкостенными овальными в поперечном сечении клетками, при этом часть ее клеток подверглась склерификации. Склеренхимные группы насчитывают по 5–7 клеток, сопровождаются кристаллоносной обкладкой, примыкают к колленхиме.

Кольцо первичных механических элементов мощное до 1/3 объема коры стебля. Кольцо прерывистое, сближено со склереидными группами паренхимы, с которыми взаимно располагаются в шахматном порядке. Группы волокон многочисленные (до 30 и более волокон), овальные в поперечном сечении. Группы волокон сопровождаются призматическими и ромбоидными кристаллами оксалата кальция.

Первичная флоэма подверглась деформации.

Во вторичной флоэме доля ситовидных трубок мала, преобладает аксиальная паренхима. Ситовидные трубки располагаются в малочисленных рядах по 2–3 клетки в прикамбиальной зоне. Преобладает аксиальная паренхима, флоэмных волокон нет. Флоэмные лучи только однорядные, гомогенные. В периферической части вторичной флоэмы лучи дилатируют.

Выводы. Сравнительная характеристика анатомии коры молодых стеблей трех видов древесных бобовых показала, что кора однолетнего стебля *Robinia pseudoacacia*, *Caragana arborescens*, *Amorpha fruticosa* включает перидерму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, первичную и вторичную флоэму. Эпидерма к концу первого сезона развития стебля сохраняется у *Robinia pseudoacacia* и *Amorpha fruticosa*. Специфическими особенностями коры являются:

– для *Robinia pseudoacacia* – двухслойная эпидерма; феллодерма субэпидермальная; гетерогенное кольцо первичных механических элементов; наличие таннидоносных клеток во всех живых тканях; отсутствие друз; лучи гетерогенные, преимущественно 1-рядные.

– для *Caragana arborescens* – отсутствие эпидермы; заложение перидермы в толще паренхимы первичной коры; высокая насыщенность тканей коры волокнами; сочетание гомо- и гетерогенных флоэмных лучей;

– для *Amorpha fruticosa* – двухслойная эпидерма; субэпидермальная мощная (до 6-8 слоев) феллема; прерывистое гомогенное кольцо первичных механических элементов сближено со склереидными группами паренхимы; гомогенные однорядные лучи во вторичной флоэме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Еремин, В.М. Сравнительная анатомия коры ивовых : моногр. / В.М. Еремин, Н.В. Шкуратова. – Брест : Изд-во Брестского гос. ун-та, 2007. – 196 с.
2. Прозина, М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М. : Высшая шк., 1960. – 206 с.
3. Анатомия коры деревьев и кустарников : моногр. / В.М. Еремин [и др.] ; под ред. В.М. Еремина. – Брест : Изд-во Брестского гос. ун-та, 2001. – 187 с.

А.Ф. ПРОКОПЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Ю.В. Бондарь, преподаватель

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ОСОБЕННОСТЕЙ *RHODODENDRON JAPONICUM* (A.GRAY)
SURING И *RHODODENDRON DAHURICUM* L., КОТОРЫЕ
ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ**

Актуальность. Даная тема представляет огромный учебный и практический интерес, что позволяет разработать методику исследования, а также выявить диагностические признаки исследуемых видов.

Цель – выявить и сравнить морфологические особенности двух видов рода *Rhododendron* L., используемые в озеленении.

Материал и методы. В качестве объектов исследования были выбраны *Rhododendron japonicum* (A.Gray) Suring и *Rhododendron dahuricum* L. из репродукции Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Результаты и их обсуждение. *Rhododendron* L. – одна из интереснейших групп растений, пользующаяся большой популярностью во всём мире. Прежде всего следует отметить очень большое разнообразие их по форме и высоте куста, форме и размерам листьев, форме и окраске цветков [4].

Одной из основных задач научных и практических работ зелёного строительства является расширение ассортимента декоративных растений. Над расширением этой задачи работает ЦБС НАН Беларуси. В последние годы в озеленении успешно используются вечнозелёные и листопадные кустарники – рододендроны. С каждым годом в питомниках и садоводствах республики расширяется выращивание посадочного материала, ежегодно специалисты – озеленители и садоводы – любители получают около 10 000 саженцев рододендронов. Однако не каждый, в чьи руки попадают рододендроны, добивается успехов в их выращивании [3].

Для успешного выращивания *Rhododendron* L. в культуре и правильного его использования необходимо знать закономерности роста этого растения, сроки заложения и формирования у него почек, особенности цветения и плодоношения, отношение рододендрона к экстремальным условиям среды и многие другие вопросы биологии, которые, к сожалению, до сих пор мало изучены.

Ритм развития – является косвенным показателем соответствия интродуцентов к новым условиям существования. Приближение ритма ин-

тродуцированных растений к ритму видов местной флоры служит надежным диагностическим признаком для прогноза успешности введения их в культуру [1].

В ходе работы мы выявили и сравнили морфологические особенности двух видов рода *Rhododendron* L.:

Rhododendron japonicum (A. Gray) Suring:

Листопадный кустарник в природе до 2 м, в культуре не более 1,5 м высотой с ширококораскидистой, густой кроной. Это один из самых ярких представителей своего рода. Молодые побеги голые или покрыты щетинистыми, серебристыми волосками. Он имеет продолговато-ланцетные листья длиной 4–10 см и 2–4 см шириной, притупленные, с остроконечным и клиновидным основанием. При разворачивании иногда мягко опушенные, с обеих сторон зеленые. Осенью листья окрашиваются в яркие, оранжево-красные тона. Сверху они покрыты волосками, летом зеленые, осенью желтые или багряные, снизу опушенные только по жилкам. Почки яйцевидные, серо-бурые, голые. Цветки лососево-розовые, оранжево-красные, кирпично-красные с большим желтовато-оранжевым пятном, 6–8 см в диаметре, собраны в розетки по 6–12 штук. Чашечка маленькая, как и цветоножка, более или менее сильно опушена сероватыми щетинистыми волосками. Тычинок 5, короче венчика. Пыльники темно-бурые. Завязь опушенная [2].

Хорошо размножается семенами и черенками. Заслуживает широкого использования в садово-парковом строительстве. Рекомендуются для одиночных и групповых посадок [2].

В природе встречается в Средней и Северной Японии. Растет на солнечных травянистых склонах гор или среди невысоких кустарников, но никогда не встречается в густых лесных зарослях. Эту особенность необходимо учитывать при его выращивании. Вид известен с 1861 г., в Беларуси – с 1966 г.

Rhododendron dahuricum L.:

Листопадный, сильноветвистый кустарник, высотой 0,5–2,0 м, с направленными вверх ветвями. Молодые побеги ржаво-бурые, густо покрыты железистыми чешуйками, короткоопушенные. Листья эллиптические или продолговато-обратнояйцевидные, длиной 1,2–3,3 см и шириной 0,8–1,1 см, тупые, нередко с выемкой на верхушке, реже острые, сверху ярко-зеленые, к осени более темные с редкими чешуйками, снизу молодые листья светло-зеленые, позднее буроватые, густо покрыты чешуевидными желёзками. Осенью листья скручиваются в трубку, а затем большинство их опадает. Цветет до распускания листьев (с немногими оставшимися листьями предыдущего года). Черешки листьев в 8–10 раз короче листовой пластинки. Цветочные почки по 1–3 у концов побегов, из каждой цветочной

почки распускается один цветок. Цветоножка длиной 3–5 мм. Чашечка очень маленькая, сплошь чешуйчатая. Венчик светлый, розовый с сиреневым оттенком, иногда белый, длиной 1,4–2,2 см, в диаметре 2,2–4,0 см, воронковидно-колокольчатый, снаружи опушенный [5].

В природе встречается в Восточной Сибири (Саяны, Забайкалье), на Дальнем Востоке (Амурская область, Приморский край) и в Северо-Восточном Китае. Растет отдельными кустами или образует заросли в хвойных, особенно в лиственничных, лесах, в дубняках, встречается преимущественно на щебнистой почве, на россыпях и скалах. В культуре известен с 1870 г.

Выводы. Для успешного озеленения Юго-Западной части Беларуси необходимы специальные знания, так как требования вида рода *Rhododendron* L. к экологическим условиям отличаются от требований других декоративных растений. Несмотря на то, что рододендроны используются для озеленения в Западной Европе давно, в практике зелёного строительства в РБ, к сожалению, они применяются сравнительно редко, так как слабо изучена их биология. Сказываются и отсутствие питомников, выращивающих посадочный материал и недостаток литературы по культуре этого растения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кондратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры / Р. Я. Кондратович. – Рига : Зинатне, 1981. – 332 с.
2. Ботяновский, И. Е. Культура рододендронов в Белоруссии / И. Е. Ботяновский. – Минск : Наука и техника, 1981. – 96 с.
3. Володько, И. К. Декоративные растения, перспективные для озеленения затененных участков : рекомендации по ассортименту, агротехнике и использованию / И. К. Володько [и др.]; ЦБС НАН Беларуси; под ред. В. Г. Гавриленко. – Минск : Право и экономика, 2010. – 27 с.
4. Антипов, В.Г. Декоративная дендрология: Учебник для студентов специальности «Садово-парковое строительство» / В.Г. Антипов. – Минск : БГТУ, 2004. – 470 с.
5. Дьякова, Т.Н. Декоративные деревья и кустарники: новое в дизайне вашего сада / Т. Н. Дьякова. – М. : Колос, 2001. – 360 с.

М.В. САМОСЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – Н.М. Матусевич, канд.биол.наук, доцент

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА БОБОВЫЕ (*FABACEAE* LINDL.) В КОЛЛЕКЦИИ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ

Бобовые (*Fabaceae* Lindl.) – являются третьим по численности семейством цветковых растений после Сложноцветных (*Compositae*) и Орхидных (*Orchidaceae*) с точки зрения сельскохозяйственной и экономической важности. Бобовые растения включают в себя большое количество окультуренных видов, используемых людьми в пищу и животными на корм, а также видов, используемых для производства масла, волокон, топлива, удобрений, медикаментов, химических веществ и т.д.

Исключительно ценным их свойством является способность фиксации атмосферного азота посредством симбиотической ассоциации с клубеньковыми бактериями. Кроме того семейство включает в себя несколько видов, используемых как модельные объекты для генетических исследований – горох (*Pisum*), люцерна (*Medicago*), лядвенец (*Lotus*).

Бобовые растения интенсивно исследуются с точки зрения филогении и систематики, биологических особенностей и народнохозяйственного использования [1, 3].

Актуальность. Изучение видового состава семейств, анализ численности произрастающих видов, определение их состояния определило актуальность наших исследований.

Цель – проанализировать современное состояние представителей семейства Бобовые, произрастающих в Центре экологии.

Материалы и методы. Материалами данного исследования являются представители семейства Бобовые (*Fabaceae* Lindl.) в экспозициях Центра экологии.

В данном исследовании мы использовали сравнительно-описательный метод – вид научного метода, представляющий собой систему процедур сбора, первичного анализа и изложения данных и их характеристик. Описательный метод имеет применение во всех дисциплинах социально-гуманитарного и естественнонаучного циклов.

Принято выделять следующий состав процедур, системное применение которых обеспечивает результативность употребления сравнительно-описательного метода:

- исходным пунктом развёртывания описательного метода является формирование первичного предмета описания – признаков, параметров и характеристик объекта, маркирующихся в качестве значимых и существенных, и составляющих основной аналитический ориентир наблюдения и описания;

- основной путь проходит через сбор, каталогизацию (типологизацию, систематизацию или распределение по категориям) материала (данных), открывающие возможность исследования его состава, структуры, характеристик, наиболее общих отношений между ними, а также предметно заданных качеств (распределение и поляризация данных по типам, классам, видам, родам или категориям);

- материал, собранный и вторично переработанный по категориям, классам, группам, видам или типам подаётся на выход углубленного научного исследования.

Как правило, описание предваряет углубленное (собственно научное) исследование, поставляя образцы и материал для развёртывания дальнейших научных процедур и методов. Последовательное применение сравнительно-описательного метода предполагает следование следующему ряду традиционно принятых норм:

- строгая предметная оформленность избранного объекта описания,
- соблюдение последовательности в описании предметно заданных признаков, параметров и характеристик (качественных, количественных) материала, согласующихся с исследовательской задачей,
- упорядоченность во вторичной переработке собранного материала (процедуры группировки, классификации, систематизации и т. д.).

Сравнительно-описательный метод является самым древним. С его помощью описывают определенные формы организмов или явления. При этом, чтобы установить своеобразие объекта исследований, его сравнивают с другими подобными объектами или процессами. Например, открытие новых для науки видов невозможно без анализа их отличий от близких форм. То же касается органических соединений, биохимических процессов, строения и функций клеток, тканей, организмов, экосистем и т.д.

Для научного исследования любой биологический объект нужно классифицировать, т.е. определить степень его сходства и отличия от других, сравнив с ними. При этом надо придерживаться следующих принципов:

- сравнивать только в пределах определенного уровня организации живой материи (например, молекулы – с молекулами, клетки – с клетками, экосистемы – с экосистемами и т.п.),

- на каждом уровне определять принадлежность объекта исследований в той или иной группе и сравнивать с другими объектами в пределах данной группы [2].

Результаты и их обсуждение. В данном исследовании мы рассматривали отдел «Агробиология», отдел «Ботанические экспозиции»: Зимний сад и Сад непрерывного цветения и выявили следующие виды представителей семейства Бобовые: отдел «Агробиология» (древесно-кустарниковые представители) – Аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.), Бобовник анагириolistный (*Laburnum anagyroides* Medik.), Гледичия трёхколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), Карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), Карагана кустарниковая (*Caragana frutex* L.), Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), Робиния щетинистая (*Robinia hispida* L.), Софора японская (*Styphnolobium japonicum* L.); травянистые представители – Вязель разноцветный (*Coronilla varia* L.), Горошек заборный (*Vicia sepium* L.), Горошек мышинный (*Vicia cracca* L.), Клевер пашенный (*Trifolium arvense* L.), Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), Люцерна серповидная (*Medicago falcate* L.), Люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.). Отдел «Ботанические экспозиции»: Зимний сад экспозиция «Субтропики» – Орхидейное дерево (*Bauhinia purpurea* L.), Цератония стручковая (*Ceratonia siliqua* L.) и Сад непрерывного цветения – Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), Глициния китайская (*Wisteria sinensis* Sims.). Были составлены карты распределения представителей семейства Бобовые в отделе «Агробиология» и в отделе ботанические экспозиции.

Выводы.

1. Установлено, что в отделе «Агробиология» БрГУ имени А.С. Пушкина произрастают 16 видов семейства Бобовые, в Саду непрерывного цветения произрастает 2 вида семейства Бобовые и в Зимнем саду экспозиции «Субтропики» – 2 вида семейства Бобовые, а также были составлены их биологические характеристики.

2. Составлены карты распределения растительных объектов на территории отделов Центра экологии и составлена карта-схема отдела «Агробиология» с отмеченными GPS-метками представителей семейства Бобовые.

3. Было принято участие в разработке электронного каталога представителей семейства Бобовые в экспозициях Центра экологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жизнь растений : в 6 т. / редкол.: А. Тахтаджян (гл. ред.) [и др.]. – М.: Просвещение, 1982. – Т. 6. – 608 с.

2. Фролов, И.Т. Очерки методологии биологического исследования: система методов биологии /И.Т. Фролов. – М.: ЛКИ, 2007. – 288 с.

3. Бавтуго, Г.А. Ботаника: Морфология и анатомия: учеб.пособие / Г.А. Бавтуго, В.М. Еремин. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.

В.В. СИЛЮК

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.М. Ленивко, канд. биол. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ МЕДИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ СОРТА ДАРЬЯ

Актуальность. Медь является важным компонентом, необходимым для питания растений. Роль ионов меди в осуществлении широкого спектра биохимических функций в растительном организме доказана многими исследователями. На основании этого в растениеводстве медь применяется в качестве компонента или действующего вещества микроудобрений для обработки семян, некорневой подкормки и внесения в почву. Медные удобрения высокоэффективны, способствуют повышению урожайности и улучшению качества продукции [1]. Опытным путем установлено, что внесение медных удобрений повышает урожай пшеницы на 2–5 ц/га, ячменя – на 2–3 ц/га, овса – на 4–6 ц/га, зеленой массы кукурузы – на 21 %, а початков – на 9–13 % [2]. Однако следует учитывать, что эффективность применения медьсодержащих удобрений зависит от вида растения и типа почвы.

В последнее время обострилась проблема загрязнения окружающей среды потенциально токсичными металлами, в числе которых и некоторые микроэлементы (в частности медь), жизненная необходимость и широкий спектр биологического действия которых неопровержимо доказаны. Попадая различными путями в атмосферу и почву, эти металлы поступают сначала в растения, а затем в организм человека и животных. В сельскохозяйственном производстве основными источниками поступления потенциально токсичных металлов являются пестициды, минеральные удобрения, химические мелиоранты [3]. Проникая в избытке в растительный организм, ионы меди выступают в роли стрессового фактора и могут вызвать в нём разнообразные ответные реакции. В связи с этим важным является изучение ответных реакций растений на действие ионов меди в различных, в том числе и повышенных концентрациях.

Цель – определить в лабораторных условиях влияние различных концентраций ионов меди на прорастание семян пшеницы сорта Дарья.

Материалы и методы. Объектом исследования является яровая пшеница сорт Дарья. Сорт Дарья получен методом индивидуально-семейственного отбора из гибридной популяции (81.5.1.2.Франция х Бело-

русская 80) С. Грибом и Л. Кучинской в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». В Государственный реестр сорт включен в 2002 году [4].

Для достижения поставленной цели осуществлены эксперименты с использованием методики определения всхожести семян сельскохозяйственных культур ГОСТ 12038-84 [5], согласно которой были проведены отборы проб семян, подготовка их к проращиванию и проведение анализа полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. Концентрации меди подбирались на основании анализа данных литературы по содержанию тяжелых металлов в почвах. Проведенный анализ показал, что в почвах Беларуси содержание меди составляет 13,0 мг/кг [6], среднее содержание Си в торфяной почве составляет 5 мг/кг [7], ПДК в почве для меди составляет 55,0 мг/кг [8]. Таким образом, в качестве экспериментальных нами были приготовлены три водных раствора $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, в которых концентрация ионов меди составила – 5, 15 и 55 мг/л. Контролем служила дистиллированная вода.

Полученные данные по энергии прорастания семян мягкой пшеницы сорта Дарья в контроле и вариантах опыта на 3-е сутки эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Воздействие различных концентраций ионов меди на энергию прорастания семян мягкой пшеницы сорта Дарья

Вариант опыта	Нормально проросшие семена	
	шт.	%
Контроль		
Повторность №1	19	54,3
Повторность №2	23	65,7
Повторность №3	29	82,9
Среднее значение	23,7	67,6±4,57
Концентрация 5 мг/л		
Повторность №1	24	68,6
Повторность №2	14	40,0
Повторность №3	25	71,4
Среднее значение	21	60,0±4,78
Концентрация 15 мг/л		
Повторность №1	16	45,7
Повторность №2	25	71,4
Повторность №3	23	65,7
Среднее значение	21,3	60,9±4,76
Концентрация 55 мг/л		
Повторность №1	18	51,4
Повторность №2	15	42,9
Повторность №3	20	57,1
Среднее значение	17,7	50,5±4,88*

Примечание * – достоверно при $p \leq 0,05$

Как показали полученные данные, энергия прорастания семян мягкой пшеницы сорта Дарья оказалась ниже во всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Различия составили от 7,6% до 17,1%. При этом влияние ионов меди в концентрации 55 мг/л достоверно снижало процент нормально проросших семян при $p \leq 0,05$.

Полученные данные по лабораторной всхожести семян мягкой пшеницы сорта Дарья в контроле и вариантах опыта на 7-е сутки эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Воздействие различных концентраций ионов меди на лабораторную всхожесть семян мягкой пшеницы сорта Дарья

Вариант опыта	Всхожие			Невсхожие	
	нормально проросшие	непроросшие		загнившие	ненормально проросшие
набухшие		твёрдые			
Контроль					
Повторность №1	19	0	0	11	5
Повторность №2	27	0	0	4	4
Повторность №3	29	0	0	3	3
Среднее значение %	71,4±4,41	0	0	17,1	11,4
Концентрация 5 мг/л					
Повторность №1	16	0	0	17	2
Повторность №2	23	0	0	9	3
Повторность №3	23	0	0	10	2
Среднее значение %	59,0±4,79	0	0	34,3	6,7
Концентрация 15 мг/л					
Повторность №1	20	0	0	12	3
Повторность №2	24	0	0	8	3
Повторность №3	20	0	0	9	6
Среднее значение %	61,0±4,76	0	0	27,6	11,4
Концентрация 55 мг/л					
Повторность №1	19	0	0	13	3
Повторность №2	22	0	0	9	4
Повторность №3	15	0	0	17	3
Среднее значение %	53,3±4,87*	0	0	37,2	9,5

Примечание * – достоверно при $p \leq 0,05$

Как показали полученные данные, лабораторная всхожесть семян мягкой пшеницы сорта Дарья оказалась ниже во всех вариантах опыта по сравнению с контролем. Различия составили от 10,4% до 18,1%. При этом влияние ионов меди в концентрации 55 мг/л достоверно снижало процент всхожих семян при $p \leq 0,05$.

При измерении длин побегов и корней производилась выборка растений с максимально одинаковыми побегами. Необходимый объем выборки составил 30 растений в каждом варианте опыта.

Результаты измерений средней длины побегов и средней длины корней у проростков мягкой пшеницы сорта Дарья на 7-е и 14-е сутки эксперимента представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

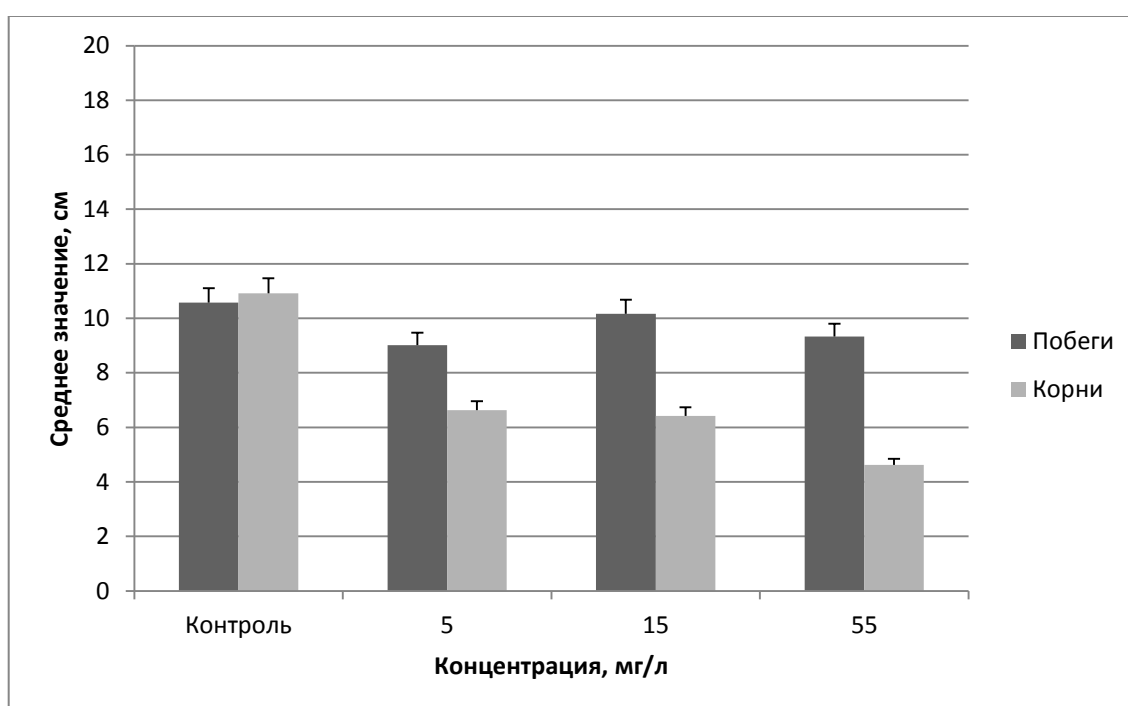


Рисунок 1 – Воздействие различных концентраций ионов меди на рост побегов и корней мягкой пшеницы сорта Дарья в лабораторных условиях на 7-е сутки эксперимента

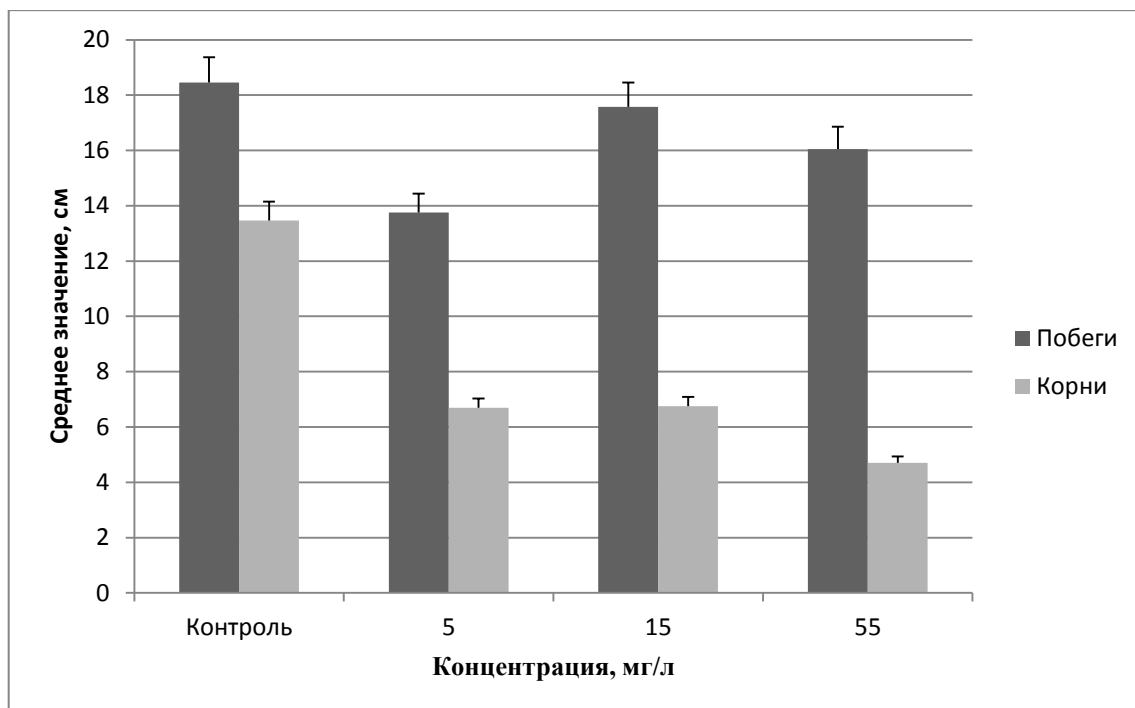


Рисунок 2 – Воздействие различных концентраций ионов меди на рост побегов и корней мягкой пшеницы сорта Дарья в лабораторных условиях на 14-е сутки эксперимента

Анализ изменения длин побегов выявил существенные отклонения по сравнению с контролем во всех вариантах опыта. Так на 7-е сутки эксперимента показано достоверное снижение среднего значения длины побегов на 1,56, 0,41, и 1,25 см в зависимости от варианта опыта. На 14-сутки эксперимента различия средних значений длин побегов в вариантах опыта по сравнению с контролем возросли примерно в 2 раза и составили 4,7, 0,87 и 2,4 см.

Анализ изменения длин корней также выявил существенные отклонения по сравнению с контролем во всех вариантах опыта. Так на 7-е сутки эксперимента показано достоверное снижение среднего значения длины корней на 4,29, 4,5, и 6,3 см в зависимости от варианта опыта. На 14-сутки эксперимента различия средних значений длин корней в вариантах опыта по сравнению с контролем ещё больше возросли и составили 6,77, 6,72 и 8,47 см. В целом корни оказались более чувствительными к испытываемым концентрациям ионов меди, по их ответным реакциям можно сделать достоверный вывод о негативном влиянии концентраций ионов меди.

Проведенные исследования по воздействию ионов меди на качественные и количественные показатели прорастания семян пшеницы сорта Дарья позволили сделать следующие выводы.

Выводы. Проращивание семян пшеницы сорта Дарья в растворах сульфатов меди в целом вызывало снижение исследуемых показателей по сравнению с контролем, однако их действие было не однозначным в отношении энергии прорастания, всхожести и средней длины побегов. Повышение концентрации ионов меди действовало однозначно только на длину корней, снижая их прирост. Так, в растворе, содержащем 5 мг/л ионов меди, энергия прорастания и всхожесть были снижены на 7,6 и 10,5% соответственно, длина корней уменьшились в 1,6 раза, а побегов в 1,2 раза. Повышение содержания ионов меди в растворе до 15 мг/л сказалось более благоприятно на лабораторную всхожесть, она была снижена лишь на 3,8%, и длину побегов, которая оказалась на уровне данных контроля. При высокой концентрации ионов меди наблюдался ингибирующий эффект по всем показателям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – Л. :Агропромиздат, 1990.– 272 с.
2. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М. : Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004.– 720 с.
3. Трахтенберг, И.М. Тяжелые металлы во внешней среде : современные гигиенические и токсикологические аспекты / И.М. Трахтенберг. – Минск : Наука и техника, 1994. – 268 с.
4. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс] / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортоврастений». – Режим доступа : <http://sorttest.by/d/306784/d/pshenica-myagkaya-yaqovaqa.pdf>.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. МКС 65.020.20 ОКСТУ 9790. – Введ. 01.07.86. – М.: Межгосударственный стандарт. Группа С09, 1986. – 29 с.
6. Петухова, Н.Н. Микроэлементы в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Доклады АН Беларуси. – 1992. – Т. 26, № 5. – С. 461–465.
7. Матвеев, А.В. Геохимические особенности покровных отложений на территории Белорусского Полесья / А.В. Матвеев, В.Е. Бордон, Л.А. Нечипоренко // Литосфера. – 2007. – № 2. – С. 147–153.
8. Гигиеническая оценка почвы населенных мест : инструкция 2.1.7.11-12-5-2004. – Минск, 2004. – 39 с.

О.Н. СУТЬКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

**ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
 ГИБРИДОГЕННОГО КОМПЛЕКСА *RANA* КАК
 ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ
 г. БРЕСТА**

Актуальность. Мониторинг состояния окружающей среды в основном проводится только с использованием физико-химических методов анализа, не способных охарактеризовать состояние экосистемы. Для этого необходимо использовать методы биологического контроля – биоиндикацию и биотестирование. Контроль качества среды с использованием земноводных в последние десятилетия оформился как актуальное научно-прикладное направление, но в РБ оно практически не развивалось. Поэтому наша работа является весьма актуальной.

Цель – оценка экологического состояния некоторых водоемов г. Бреста по степени флуктуирующей асимметрии представителей гибридогенного комплекса *Rana*. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- определить показатель степени флуктуирующей асимметрии по 11 признакам для 4 водоемов г. Бреста;
- выявить вклад отдельных признаков в интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии; оценить состояние обследованных участков на основании показателя степени флуктуирующей асимметрии гибридогенного комплекса *Rana*.

Материалы и методы. Сбор материала проводили с помощью сачка в 4-х водоемах г. Бреста (р. Мухавец в районе Брестской крепости, Гребной канал, о. Вычулки, водоем в районе Красного двора). Объектами исследования являлась группа европейских зеленых лягушек – представителей гибридогенного комплекса *Rana*: озерная лягушка (*Rana ridibunda* P.), прудовая лягушка (*Rana lessonae* C.), гибридная форма (*Rana esculenta* L.). Они являются удобным объектом для проведения биомониторинга, так как обитают на границе двух сред – водной и наземно-воздушной, и состояние их организма полной мере отражает состояние окружающей среды [1, с. 73]. Использование амфибий в целях биомониторинга удобно также в связи с приуроченностью к определенному водоему. Это облегча-

ет интерпретацию данных: состояние организма амфибий отражает состояние локального места обитания.

Основная проблема – возможность использовать результаты анализа степени флуктуирующей асимметрии лягушек для объективной интегральной оценки качества среды и прогноза состояния экосистем в г. Бресте. Для ее решения выдвинута рабочая гипотеза: величина асимметрии выбранных объектов адекватно реагирует на различные стрессоры антропогенного характера и может являться мерой нарушения развития организма.

К началу исследований было известно, что амфибии используются для оценки качества среды. Но в г. Бресте было проведено всего два исследования, причем конкретные результаты данных работ не были опубликованы [2, с. 71]. В основном мониторинг водоемов с помощью представителей гибридогенного комплекса *Rana* проводился в России.

Методика определения показателя степени флуктуирующей асимметрии лягушек включала:

1) выделение 11-ти билатеральных признаков и подсчет отдельно для правой и левой стороны количества: полос на бедре; пятен на бедре; полос на голени; пятен на голени; полос на стопе; пятен на стопе; пятен на спине; белых островков на плантарной поверхности 2 пальца; белых островков на плантарной поверхности 3 пальца; белых островков на плантарной поверхности 4 пальца; пор на плантарной поверхности 4 пальца;

2) расчет интегрального показателя степени флуктуирующей асимметрии;

3) определение вклада каждого отдельного признака в интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии.

Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии. Для меристических признаков величина асимметрии у каждой особи определяется по различию числа структур слева и справа [3, с. 105].

Интегральным показателем стабильности развития для комплекса меристических признаков является средняя частота асимметричного проявления на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое числа асимметричных признаков у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков [4, с. 84].

Результаты и их обсуждение. По итогам анализа собранных земноводных на основе средней частоты асимметричного проявления на признак все выборки характеризуется II группой стабильности, которой соответствует сравнительно низкая степень отклонения от нормального развития (таблица 1). Но все четыре выборки имеют разные показатели: выборка р. Мухавец в Брестской крепости – 0,50; район Гребного канала – 0,5; озеро

Вычулки – 0,52 и водоем в районе Красного двора – 0,54. Самые благоприятные экологические условия для обитания лягушек имеет р. Мухавец в районе Брестской крепости. В районе Гребного канала и пруда Вычулки-1 также отмечаются незначительные, начальные отклонения от нормы. Немного выше этот показатель в районе Красного двора, но эту выборку тоже можно отнести ко II группе стабильности развития. Во всех выборках, даже тех, которые характеризуются сходными показателями стабильности развития, наибольшей изменчивостью отличаются различные признаки. Причины таких различий мы объяснить пока не можем, и это требует дальнейших исследований. Можно только предположить, что эти различия обусловлены разной генетической детерминированностью этих элементов.

Таблица 1– Характеристика состояния исследуемых водоемов

Выборка	Средняя частота асимметричного проявления	Балл степени благоприятности среды
р. Мухавец (Брестская крепость)	0,50	II
район Гребного канала	0,51	II
пруд Вычулки-1	0,52	II
Водоем Красного двора	0,54	II

Выводы. Результаты анализа позволили сделать общие выводы:

1. Все обследованные водоемы являются вполне благоприятными для обитания лягушек, и состояние популяций амфибий на территории этих выборок можно охарактеризовать как достаточно благополучное.

2. Вклад отдельных признаков в интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии отличался во всех исследованных водоемах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик – Минск : Наука и техника, 1985. – 191 с.

2. Климец, Е.П. Фенетика некоторых видов беспозвоночных юго-западной части Беларуси / Е.П. Климец, А.Ф. Иванькова, С.Э. Кароза // Веснік Брэсцкага ун-та. – 2001. – № 6. – С.71–80.

3. Гайдышев, И.П. Анализ и обработка данных: специальный справочник / И.П. Гайдышев – СПб. : Питер, 2001. – 752 с.

4. Мелехова, О.В. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.В. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева. – М. : Издательский центр академия, 2007.– 288с.

А.В. УСИК

Минск, БГПУ имени М. Танка

Научный руководитель – Ж.Э. Мазец, канд. биол. наук, доцент

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ АМАРАНТА ТЕМНОГО
(*AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* L.)**

Актуальность. Амарант – культура, которую благодаря богатому и ценному составу эксперты Продовольственной комиссии ООН (ФАО) признали важнейшей культурой 21 века. В амаранте содержатся витамины E, C, PP, группы B, минералы, как заменимые, так и незаменимые аминокислоты, углеводы, один из которых сквален, ненасыщенные жирные кислоты, белки. Семена амаранта содержат в среднем 15–17% белка, 5–8% масла и 3,7–5,7% клетчатки, что выше, чем у большинства зерновых культур (для сравнения: содержание белка у кукурузы составляет 10–12,6%, жиров – 4,6 – 6,7, у риса белок – 8, жиры – 1,1, у пшеницы белок – 9–14, жиры – 1,1–3,4%) [1 с. 16]. Листья, семена данной культуры используют как пищевую добавку для приготовления каш, хлебобулочных изделий, салатов, соков [2, с. 163; 3, с. 23]. Её можно использовать как декоративное растение на клумбе, при этом играет роль высота растения и всхожесть, или как кормовую культуру, при этом особое внимание уделяется зеленой массе растения, количеству и выполненности семян. Однако амарант является интродуцентом и имеет низкие показатели продуктивности в условиях Республики Беларусь. Амарант – теплолюбивое растение, поэтому необходимо повышение устойчивости данной культуры к температурному фактору. Поэтому актуальным является изучение влияния различных факторов на семена амаранта, повышающих его устойчивость и урожайность. В настоящее время существует большое количество различных факторов воздействия на семена – биологические, химические, физические. Используя экзогенные факторы воздействия, человек сознательно регулирует рост и развитие растений. Они направлены на более полную реализацию потенциальных возможностей, заложенных в генотипе растения.

Цель – изучить влияние физического и химического воздействия на элементы продуктивности (полевая всхожесть, высота растения, длина соцветий, масса 1000 семян и масса семян с растения) амаранта темного (*Amaranthus hypochondriacus* L.).

Задачи: оценить полевую всхожесть обработанных семян по сравнению с контролем; выявить влияние предпосевной обработки семян на высоту растений и длину генеративных побегов; изучить влияние предпосевной обра-

ботки на массу 1000 семян и семян с одного растения. Объектами исследования являются семена амаранта темного трёх сортов: сорт Рубин (кормового направления), сорта Овощной и Белосемянный (семенного направления).

Материалы и методы. В качестве факторов воздействия были выбраны химический и физический. Семена обрабатывались химическим фактором – регулятором роста природного происхождения Эмистим С в трех концентрациях: $10^{-5}\%$ (Эм1), $10^{-6}\%$ (Эм2), $10^{-7}\%$ (Эм3). Семена, количеством 100 штук, замачивались на 3 часа в данных растворах. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. В качестве физического фактора выступала обработка электромагнитным излучением (ЭМИ) сверхвысокочастотного диапазона. Обработка производилась в НИИ Ядерных проблем БГУ в двух режимах: Режим 1: частота 54–78 ГГц и время обработки 20 минут (P1) и режим 2: частота 64–66 ГГц и время обработки 12 минут (P2). Опыт проводился в полевых условиях на базе ГНУ «Центральный ботанический сад». Повторность опыта трехкратная. Результаты статистически обработаны с помощью программы Excel.

Результаты и их обсуждение. В полевом опыте всхожесть амаранта учитывалась на 33 и 91 день. Химическая обработка у сортов Овощной и Белосемянный вначале стимулировала прорастание, однако позже, всхожесть снижалась и оставалась в пределах контрольных значений. Физическая обработка оказала у данных сортов угнетающий эффект. Так у сорта Белосемянный P1 снижал всхожесть на 57%, P2 – на 29%, у сорта Овощной ЭМИ P1 снижало данный показатель на 16%, а P2 – на 16%. Для сорта Рубин замечена противоположная тенденция: физическая обработка стимулировала всхожесть, а химическая данный показатель угнетала. Для оценки продуктивности, мы исследовали высоту растений, длину соцветий, массу 1000 семян и массу семян с растения. У сорта Белосемянный зернового направления обработка Эм3 увеличила массу 1000 семян на 32% и массу семян с растения на 64% при контрольных значениях длины соцветий. При физической обработке P1 и P2 уменьшилась высота растения на 29% и 26% и длина соцветий на 53% и 40%, масса 1000 семян снизилась на 16% и 47%. Однако выявлено повышение массы семян с одного растения в случае P1 в 2 раза и в варианте P2 на 88%, возможно, это свидетельствует об увеличении количества семян в соцветии. Для сорта Рубин выявлено, что физическая обработка снижала все изучаемые показатели. Высота растения угнеталась при воздействии P1 на 27% и после обработки P2 на 37%, уменьшилась длина соцветия на 40% и 46% соответственно, а также масса с одного растения на 72% и 67%. Выполненность семян уменьшилась только в случае P2 на 9%. А на химическую обработку Эм3 растения данного сорта реагировали как и растения сорта Белосемянный: угнетающее действие отмечено на длину соцветий (на 32%), высоту побегов (на 35%) и массу 1000 семян (на 12%), однако повысилась масса семян с растения на

54%, что говорит о увеличении числа завязей. Ранее рассмотренные эффекты также были характерны для сорта Овощной кормового направления при обработке Р2 и Эм2. У данного сорта отмечено, что Эм3 не только уменьшил длину вегетативных и генеративных органов на 75% и 72% соответственно, но и снизил массу семян с растения на 74%. Физическая обработка Р2 уменьшала высоту растения и длину соцветия на 40 % и 60% соответственно, снизила выполненность семян на 5%, но увеличила количество семян с растения в 4,5 раза. Также, высота растения уменьшилась при химической обработке, однако длина соцветия, выполненность семян и их количество с одного растения остались на уровне контрольных значений при Эм1. При обработке Эм2 увеличилось количество семян на 44%, однако масса 1000 снизилась на 5%. Оказалось, что физическая обработка у сортов Белосемянный и Овощной понижала высоту растения, длину соцветия и выполненность семян, однако масса семян с растений увеличилась: у сорта Белосемянный на 20% и 26%, у сорта Овощной в 4 раза, что говорит об увеличении количества семян в соцветии. Аналогичный эффект был выявлен у сортов Рубин при Эм3 и Овощной при Эм2. Для сорта Белосемянный эффективной оказалась обработка Эм3: при контрольных значениях высоты растения и длины соцветий выполненность семян увеличилась на 32%, а масса семян с растения возросла на 64%. Негативное воздействие на сорта Рубин оказала физическая обработка, на сорт Овощной химическая (Эм2), все показатели в данных случаях снижались.

Выводы. Таким образом, стимулирующее воздействие на полевую всхожесть у сорта Рубин оказала физическая обработка (Р1 на 15%, Р2 на 23%), а у сортов Белосемянный и Овощной – угнетающее (Р1 на 57% и 16% соответственно, Р2 на 29% и 16% соответственно). Выявлено, что Р2 и Эм3 снижали высоту побегов и длину соцветий, а также массу 1000 семян у всех сортов. Только у сорта Белосемянный масса семян увеличилась на 32% при обработке Эм3. Кроме того, уменьшилась масса 1000 семян при обработке Эм2 у сортов Рубин (на 13%), Овощной (на 5%) и при Р1 у сорта Овощной на 10%. Итак, по данным показателям эффективной для сорта Белосемянный оказалась химическая обработка Эм3, для сорта Овощной – химическая обработка Эм1, для сорта Рубин – физическая обработка Р1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Амарантовое масло – очередная панацея?/ А. Е. Медведев // Масла и жиры. – 2011, № 8. – С. 16–19.
2. Кадошников, С.И. Фармакологические свойства амаранта / С.И. Кадошников, И.Г. Кадошникова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Материалы II Международного симпозиума. – М: Пушино, 1997. – Т. 1. – С. 163–165.
3. Чиркова, Т.В. Амарант – культура XXI века // Соросовский образовательный журнал. – 1999, № 10. – С. 23–27.

И.С. ШЕЛЕГЕЙКО

Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина

Научный руководитель – С.Э. Кароза, канд. биол. наук, доцент

**ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ
ПОВИСЛОЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В г. ЖАБИНКА**

Актуальность. В настоящее время происходит активное антропогенное воздействие на природную среду. Древесные растения в современных городских ландшафтах выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, но постоянно испытывают на себе негативное влияние производственной деятельности человека. Высокий уровень техногенной нагрузки в городе является условием для разработки и внедрения объективных методов контроля загрязнения, оценки текущего состояния, а также тенденций развития ситуации. Это требуется при планировании и осуществлении различных мероприятий по природопользованию, охране природы и обеспечению экологической безопасности. Полученные данные в подобных исследованиях могут также использоваться для научно обоснованного и экологически сбалансированного развития города [1, с. 61].

Существуют различные способы оценки экологического благополучия определенных территорий. Одним из простых и удобных методов интегральной характеристики качества среды является морфогенетический подход. Данный метод основан на изучении степени выраженности флуктуирующей асимметрии (ненаправленных различий между правой и левой сторонами) различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Флуктуирующая асимметрия является результатом неспособности организмов развиваться по точно определенному плану, заложенному в их генотипе. Различия между сторонами не являются генетически детерминированными и не имеют адаптивного значения. Выступая в качестве меры стабильности развития, флуктуирующая асимметрия характеризует состояние морфогенетического гомеостаза. Чем выше показатели асимметрии признаков, тем ниже уровень стабильности индивидуального развития организмов и тем ниже качество среды. Этот подход не требует специального оборудования, но при этом позволяет получить оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий. Наиболее часто оценивается флуктуирующая асимметрия листьев древесных пород, так как они легко доступны для анализа проявлений случайной изменчивости развития и их сбор безвреден для дерева. [1, с. 62].

Цель – оценка здоровья среды Жабинковского района по показателям флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) с помощью компьютерной программы, разработанной выпускником физико-математического факультета БрГУ им. А.С. Пушкина Карозой А.С., а также накопление данных о состоянии окружающей среды города Жабинка.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: определить интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии для двух выборок из г. Жабинка, отличающихся по характеру антропогенной нагрузки; проанализировать возможность использования различных шкал для оценки отклонения состояния организма от условной нормы по вычисленному показателю.

Материалы и методы. Отбор листьев березы повислой производили в октябре 2013 и 2014 года. Каждый лист был сфотографирован и обработан при помощи программы обработки изображений. Программа основана на анализе общепринятой системы признаков [2, с. 292]. С помощью Visual C# была реализована компьютерная модель измерения и хранения измеримых параметров листа. Параметры измерения листа вводятся пользователем путём установки точек поверх изображения листа и затем сохраняются в базе данных, после чего рассчитывается показатель степени флуктуирующей асимметрии как для отдельных листьев, так и для всей выборки в целом. База данных была реализована с помощью системы управления базами данных «SQLite» и библиотеки «DbFacade» [3, с. 43]. Приложение позволяет создавать, изменять и удалять выборки, создавать, удалять и изменять листья, а также начата работа по экспорту отчётов. Поддерживается работа с листьями трёх типов. Интуитивно понятный интерфейс и наличие подсказок делают работу с приложением достаточно простой, однако планируется создание справочной системы.

Данный программный продукт может быть использован для выполнения научно-исследовательских работ по оценке экологического состояния среды. Планируется и дальнейшее развитие данного проекта. Результаты тестирования программы О.М. Засимович показали, что данные, полученные общепринятым ручным методом и при помощи программы, достоверно не различаются, что позволило использовать эту программу для исследования [4, с. 49].

Стабильность развития оценивалась по величине флуктуирующей асимметрии. Для оценки степени нарушения стабильности развития ориентировались на пятибалльную шкалу оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития (таблица 1). Первый балл шкалы обычно наблюдается в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например,

из природных заповедников. Пятый балл – критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии. Но разные авторы предлагают разные цифровые значения для перевода результатов в балльную шкалу. При этом максимальный показатель в шкале В.М. Захарова [5, с. 24] является минимальным в шкале А.Б. Стрельцова [4, с. 49].

Таблица 1 – Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Балл	Величина показателя стабильности развития	
	по В.М. Захарову	по А.Б. Стрельцову
I	<0,040	<0,055
II	0,040–0,044	0,056–0,060
III	0,045–0,049	0,061–0,065
IV	0,050–0,054	0,066–0,070
V	>0,054	>0,070

Результаты и их обсуждение. Для анализа в 2013 г. использовали 150 листьев, а в 2014 г. 200 листьев из нижней части кроны от 10 деревьев березы повислой из двух точек города Жабинка: ул. Комсомольская и ул. Набережная, близ реки Мухавец. Главным источником антропогенной нагрузки на улице Комсомольская является непосредственно сахарный завод. Так же влияние оказывает железнодорожный транспорт, проходящий в нескольких десятках метров от места сбора материала. Ещё одним источником антропогенной нагрузки является автомобильный транспорт, который проходит по гравийной дороге, непосредственно возле места сбора. Листья с данной точки сбора характеризуются наличием белого сплошного налета. Вероятно, это пыль, которая поднимается с гравийной дороги проходящим транспортом. Источником антропогенной нагрузки на улице Набережная в основном являются суда, проходящие по реке.

Результаты исследований показали, что интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии в 2013 г. в выборке с ул. Набережной составил 0,0511, а с ул. Комсомольской – 0,0637 (таблица 2).

Таблица 2 – Интегральный показатель степени флуктуирующей асимметрии берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в г. Жабинка

Выборка \ Год	2013 г.	2014 г.
ул. Набережная	0,0511±0,00038	0,04599±0,00036
ул. Комсомольская	0,0637±0,00129	0,05457±0,00042

По шкале В.М. Захарова это IV и V балл шкалы соответственно, а по шкале А.Б. Стрельцова – I и III. В 2014 году величина флуктуирующей асимметрии в выборке с ул. Набережной составила 0,04599, а с ул. Комсомольской – 0,05457. По шкале В.М. Захарова это III и V балл шкалы соответственно, а по шкале А.Б. Стрельцова – I и I. Анализируя эти результаты, можно предположить, что или обработка изображений дает более высокие значения по сравнению с ручной, или что шкала по А.Б. Стрельцову является более подходящей для г. Жабинка.

Выводы. Проведенные исследования показали, что можно сделать следующие выводы:

1. Территорию около сахарного завода можно характеризовать как относительно загрязненную, а ул. Набережную – как относительно чистую.

2. При анализе степени флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой можно ориентироваться только на абсолютные значения рассчитанных показателей, а не на баллы разработанных для других регионов шкал степени благоприятности среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колбас, А.П. Использование показателей стабильности развития древесных растений для оценки качества среды городских территорий (на примере г. Бреста) / А.П. Колбас // Зборнік навуковых прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут. – Брэст, 2010. – Вып. 3 : Прыроднае асяроддзя Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Т. 1. – С. 60–63.

2. Кароза, А.С. Автоматизированная система оценки степени флуктуирующей асимметрии / Кароза А.С., Козинский А.А. // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси : матер. VI Междунар. молодежной науч.-практ. конф., 6 апреля 2012 года, г. Пинск, Республика Беларусь. – Пинск, 2012. – С. 292–293.

3. Кароза, А.С. Программный модуль оценки флуктуирующей асимметрии / А.С. Кароза, А.А. Козинский // XIV Республ. науч.-методич. конф. молодых учёных : сб. матер., 11 мая 2012 года, г. Брест. – Брест, 2012. – С. 42–44.

4. Засимович, О.М. Биомониторинг среды в г. Калинковичи по степени флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* / О.М. Засимович // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование : матер. II междунар. научно-практ. конф. молодых ученых, 25–28 апреля 2013 г. / УО «Московский педаг. гос.ун-т» ; отв. ред. С.Д. Иванов. – М. : ООО «Буки Веди», 2013. – С. 46–49.

5. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров [и др.]. – М. : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Бадак Л.А. Сравнительный анализ морфологических особенностей <i>Rhododendron Fauriei</i> Franch. и <i>Rhododendron Catawbiense</i> Michx.	3
Басалай Е.Н. Применение безопасных биокатализаторов для очистки сточных вод от соединений фосфора.....	6
Бондарук Е.А. Исследование мяса курицы на содержание пестицидов, нитратов и солей тяжёлых металлов.....	9
Бондарук Н.В. Исследование качества питьевой воды в Дрогичинском районе.....	13
Булавко А.А. Фауна булавоусых чешуекрылых Мядельского района Республики Беларусь.....	16
Гагалинская В.С. Гидробиологические характеристики активного ила очистных сооружений 2014 года г. Бреста	19
Гончарук Т.П. Жилкование крыльев стрелки голубой как индикатор загрязнения окружающей среды.....	22
Григорук П.В. Методы исследования процессов коррозии в бетонных композициях	27
Еловская Н.А. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на активность протонных помп в корнях гречихи тетраплоидной..	30
Климашевич Н.В. Влияние химического состава конденсата на течение коррозии дымовых труб котельной	34
Король Е.В. Таксономия представителей семейства ивовые, представленных в центре экологии.....	37
Крупко К.В. Тополь чёрный как объект для биомониторинга методом анализа степени флуктуирующей асимметрии листьев.....	41
Кукса А.В. Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i>) в г. Ивацевичи	44
Ленивко Е.А., Найден Д.О. Синдром эмоционального выгорания среди медицинских работников и преподавателей.....	47
Минина А.Н. Экологические аспекты преподавания химии в школе ...	50
Михлюк Т.В. Биомониторинг состояния окружающей среды в г. Пинске по степени флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой	54
Остапук И.А. Анализ анатомии коры многолетних стеблей <i>Populus tremula</i> L. и <i>Populus alba</i> L.....	58
Пешко А.А. Влияние загазованности на анатомическую структуру листа	62
Пипко Д.А. Особенности микротериофауны пойменных экосистем на незастроенных землях г. Бреста	66
Пойта Е.О. Полисахариды плодов винограда, произрастающего в условиях г. Бреста.....	69

Притульчик Н.С. Анатомия коры некоторых древесных бобовых.....	72
Прокопюк А.Ф. Сравнительный анализ морфологических особенностей <i>Rhododendron japonicum</i> (A. Gray) Suring. и <i>Rhododendron dahuricum</i> L., которые используются в озеленении	76
Самосюк М.В. Таксономический анализ представителей семейства Бобовые (<i>Fabaceae</i> Lindl.) в коллекции Центра экологии.....	79
Силюк В.В. Влияние различных концентраций ионов меди на качественные и количественные показатели прорастания семян пшеницы сорта Дарья.....	83
Сутько О.Н. Флуктуирующая асимметрия представителей гибридогенного комплекса <i>Rana</i> как показатель состояния некоторых водоемов г. Бреста	89
Усик А.В. Влияние физико-химической обработки на элементы продуктивности амаранта темного (<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.).....	92
Шелегейко И.С. Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой как показатель состояния окружающей среды в г. Жабинка.....	95

Научное издание

ПРИРОДА, ЧЕЛОВЕК И ЭКОЛОГИЯ

Сборник докладов конференции