

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №2 г. Россоши
Россошанского муниципального района Воронежской области

Фены клевера белого и экологическое состояние окружающей среды г.Россоши и окрестностей.

Работу выполнил:

Бугаев Владимир Александрович,
ученик 11 класса МБОУ СОШ №2

Руководитель: Сухарева О.В,
учитель биологии

Россошь

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
Глава 1. Литературный обзор	
1.1.Биологические и экологические особенности клевера белого.....	6
1.2.Клевер белый – биоиндикатор.....	7
1.3.Листовой опад и его использование в биоиндикации.....	8
1.4.Основные источники и виды загрязнений.....	9
Глава 2. Методика исследования	
2.1.Характеристика пробных точек.....	10
2.2.Индикация состояния окружающей среды по фенам клевера белого.....	11
2.3.Определение чистоты атмосферного воздуха с использованием опада клевера белого.....	13
Глава 3.Результаты исследования.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	19
ЛИТЕРАТУРА.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	21

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Английский писатель и путешественник Джонатан Рейбан сказал: «В неразвитых странах опасно пить воду, в развитых – дышать воздухом». Действительно, атмосферный воздух – один из значимых факторов среды обитания. Качество воздуха имеет непосредственное воздействие на здоровье людей, состояние растений и животных. Зависит чистота воздуха от интенсивности загрязнения и от рассеивающей способности атмосферы. Основные причины загрязнения – выбросы от стационарных источников (15-17% загрязнений) и передвижных источников, т.е. автотранспорта (83-85% загрязнений). За последние 4 года объем загрязняющих воздух веществ в Воронежской области увеличился на 4,8 тыс.т и составил 72,7 тыс.т. В числе этих веществ: оксид углерода, метан, диоксид азота и другие соединения. По мнению специалистов, главной причиной загрязнения воздуха является использование некачественного топлива[6]. Очистными сооружениями улавливаются выбросы стационарных источников загрязнения. Улавливается их всего лишь около 14%.

Город Россошь – крупный промышленный город Воронежской области, в котором работают предприятия машиностроения, строительных материалов, химической и пищевой промышленности. Наш город является важным железнодорожным узлом юга области. По выбросам от стационарных загрязнителей район занимает второе место среди районов области, а по количеству выбросов от передвижных источников – на первом [7]. В нашем районе развито и сельскохозяйственное производство. На долю сельскохозяйственных предприятий приходится более 34% выбросов метана, 64% аммиака, образуется такое соединение как сероводород. Это способствует формированию кислотных дождей. Животноводство поставляет земледелию ценное органическое удобрение - навоз. Но отходы животных могут содержать непереваренные антибиотики, следы солей

тяжелых металлов, выделять нитраты. Все это создает сложные экологические ситуации, за развитием которых надо следить.

Одним из подходов для характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности их развития (биоиндикация). Исследования показывают, что загрязнение окружающей среды влияет на самый фундаментальный уровень жизни нашей планеты — на растения. Загрязнение окружающей среды приводит к замедлению роста растений, изменению их морфологии и анатомии, увеличению уязвимости к вредителям. Не всегда есть возможность проводить комплексные научные исследования, требующие больших материальных затрат и специального оборудования. В этой связи чрезвычайно актуальным является использование быстрых и эффективных методов биологического мониторинга загрязнения среды. Биоиндикация — метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов — биоиндикаторов.

Проблема: ухудшение состояния воздуха и почвы в г.Россоши и районе, что представляет опасность для здоровья человека и экосистем.

Цель работы: выявить связь степени гетерогенности популяций клевера белого с уровнем загрязнения среды произрастания растения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- *изучить справочный и теоретический материал по теме исследования;
- *подобрать методики исследования;
- *выбрать пробные площадки для исследования;
- *собрать материал для исследования;
- *изучить фенотипы растений со всех пробных точек;
- *проанализировать полученные данные и сделать выводы.

Объект исследования: мутационные свойства клевера белого.

Предмет исследования: изменение фенотипа клевера белого (окраски листа) под воздействием различных условий окружающей среды.

Методы исследования:

- теоретические (работа с литературой, анализ, сравнение)
- эмпирические (наблюдение, измерение, вычисление)
- математические (составление таблиц, диаграмм)

Оборудование: лупа, бумажные пакеты, электронные весы, чашки Петри, дистиллированная вода, семена кресс-салата, фильтрованная бумага.

Гипотеза: мы предположили, что по величине индекса соотношения фенотипов (ИСФ) при достаточном количестве пробных площадок на исследуемой территории можно определить степень загрязнения среды.

Практическое значение исследования: метод биоиндикации доступен практически всем, так как не имеет материальных затрат и не требует дорогостоящего оборудования. Этот метод позволяет школьникам лучше понять взаимодействие живых организмов с окружающей средой.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. Литературный обзор

1.1. Биологические и экологические особенности клевера белого.

Клевер белый (ползучий) или белая кашка – многолетнее, сильно кустящееся, низкорослое (до 10 см) травянистое растение с ярко-зелеными густыми листьями. Белый клевер - самый распространенный вид клевера в нашей стране. Это травянистое растение принадлежит к многолетникам. Главный стебель ползучего клевера укороченный (1-4 см). Вместе с боковыми побегами образует широкий, почти стелющийся куст. Листья тройчатосложные с сидячими листочками или с листочками на очень коротких черешках одинаковой длины. Цветы образуют шарообразные головки белого окраса, они располагаются на длинных ножках. Чашечка голая, короче мотылькового венчика. Тычинки сростаются в два пучка, только одна свободна. Плод в форме линейно-продолговатого боба.

Систематическое положение клевера белого:

Домен: Эукариоты

Царство: Растения (Plantae)

Отдел: Цветковые (Magnoliophyta)

Класс: Двудольные (Magnoliopsida)

Порядок: Бобовоцветные (Fabales)

Семейство: Бобовые (Fabaceae)

Род: Клевер (Trifolium)

Вид: Клевер белый (Trifolium repens L.)



Фото.1 Клевер белый

Нетребователен и к влажности - хорошо растет при избыточной влажности и в то же время засухоустойчив. Очень светолюбив, как и все клевера. Это самый ранний из клеверов - зацветает уже в мае и цветет практически до заморозков, опыляется пчелами и является прекрасным медоносом. Семенами размножается хуже, чем ползучими наземными побегами. Белый клевер растёт на суходольных и пойменных лугах, на выгонах и пастбищах.

Очень светолюбив, как и все клевера. Это самый ранний из клеверов, зацветает уже в мае и цветет практически до заморозков, опыляется пчелами и является прекрасным медоносом. Это светолюбивое растение, которое при благоприятных условиях быстро разрастается и образует сомкнутый покров, вытесняя из травостоя злаки и разнотравье. Характерной особенностью *Trifolium repens* L. является то, что он очень хорошо адаптируется к широкому диапазону абиотических условий, устойчив к вытаптыванию [8].

1.2. Клевер белый – биоиндикатор

Растениям отводится особое место при биоиндикаторной оценке состояния окружающей среды. В связи с автотрофным характером метаболизма растения очень чутко реагируют на загрязненность окружающей среды, проявляя высокую чувствительность, особенно к действию газообразных токсинов, а также тяжелых металлов. С помощью биоиндикаторов может проводиться оценка как абиотических факторов (температура, влажность, кислотность, соленость), так и биотических (благополучие организмов, их популяций и сообществ).

У многих видов растений, обитающих в условиях жесткой антропогенной нагрузки, наблюдается изменение обмена веществ, строения в результате накопления разных мутаций. Одним из таких растений является клевер белый. Многими исследователями отмечается, что на экологически напряженных территориях под воздействием антропогенных факторов окружающей среды естественный отбор и мутационный процесс приводят к расширению набора фенов, увеличению частоты их восприимчивости и появлению в популяциях специфических «городских» фенотипов у самых различных видов растений и животных. Таким образом, частота восприимчивости некоторых фенов становится биологическим индикатором воздействий антропогенных факторов окружающей среды, в частности её загрязнения.

В популяциях клевера встречаются растения двух типов: у одних листья зеленые без пятен и у других – имеется белое пятно.

Наличие «седого» пятна на листьях – признак доминантный (V), его отсутствие – рецессивный (v). Разнообразие фенов в этом случае обусловлено появлением в результате генной мутации серии множественных аллелей гена V, восемь из которых встречаются наиболее часто.

Действие различных аллелей определяет расположение «седых» пятен. Все они нарушают нормальное развитие хлорофилла в клетках светлой зоны листа и приводят к сокращению в них количества хлоропластов вплоть до их полного отсутствия. Это вызывает уменьшение размеров клеток и увеличение пространства между ними, более раннюю гибель клеток. Форма «седого» рисунка на пластинках листа клевера ползучего и частота его встречаемости – индикатор загрязнения среды обитания. Доказано, что в более благоприятных условиях среды отмечается преобладание генотипов vv и VV, а в местообитаниях, испытывающих антропогенную нагрузку, наблюдается большое разнообразие генотипов. Чем больше вариантов «седого» рисунка выявлено на определенной территории, тем больше мутаций произошло в гене V, а значит можно сделать вывод о том, что хозяйственная деятельность человека оказала заметное негативное влияние на данную территорию [4,49-53].

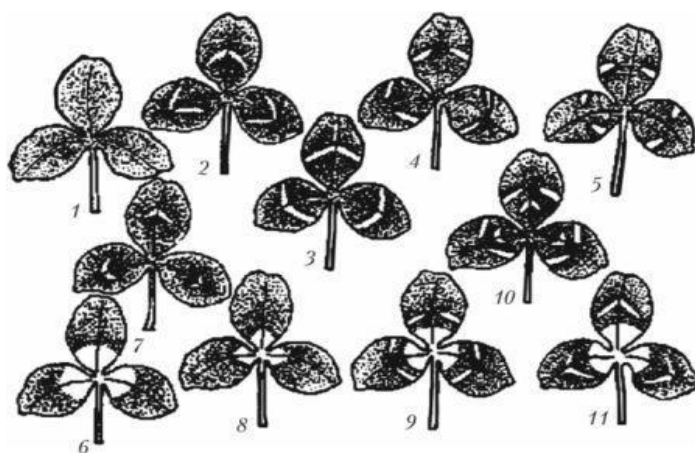


Рис 1. Многообразие фенов клевера белого[1]

1.3. Листовой опад и его использование в биоиндикации

Листовой опад – это материал растительного происхождения, его химический состав обусловлен химическим составом клетки. Растительный опад формирует подстилку природных сообществ. Большую часть (около

72%) его формирует листья. Листья имеют высокий уровень обмена веществ и активно аккумулируют различные вещества в процессе вегетации.

Мертвое органическое вещество является средой обитания множества организмов и источником плодородия. Благодаря листовому опадению, в почву возвращаются различные химические вещества. Они вымываются из отмерших листьев, образуются при их разложении грибами и бактериями. Эти вещества могут сильно изменять свойства почвы. Медленно разлагающиеся части листа (жилки, черешки) формируют структуру почвы. Опавшие части растений утепляют зимующие части растений, уменьшают теплопроводность почвы, защищают почву от эрозии.

В населенных пунктах, особенно в городских, растения растут в условиях постоянного загрязнения. Растительный опад лесных и опад городских растений сильно отличаются по химическому составу.

Основными экологическими проблемами, связанными с листовым опадением, являются; а) истощение почвы в результате изъятия органических веществ при уборке листьев, б) поступление в экосистемы загрязняющих веществ, накопленных листьями. Количество вредных веществ, попавших в ткани растения, зависит от загрязнения среды, в которой развивается растение [9].

1.4. Основные источники и виды загрязнения

Загрязнение окружающей среды - поступление в окружающую среду веществ, микроорганизмов и энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду. В результате в воздухе, почвах, природных водах эти продукты накапливаются в несвойственных концентрациях, превышающих естественные (фоновые) значения.

Основные виды загрязнений:

- Химическое - внедрение в воздух, воду, землю синтетических соединений, приводящий к ухудшению состояния биосферы (промышленные выбросы, транспорт и т.д.)

- Физическое – изменение физических параметров среды (электромагнитные излучения, шумовое загрязнение, световое и тепловое загрязнение)
- Биологическое – попадание в биосферу различных вирусов и бактерий, которые ухудшают состояние экосистем, влияют на виды животных и растений [5].

На территории Россошанского района можно обнаружить все виды загрязнений: промышленные загрязнения и загрязнение мусором. Наиболее сильно загрязняют среду бетонная, химическая, известковая, деревообрабатывающая отрасли промышленности, автотранспорт.

Глава 2. Методика исследований.

2.1. Характеристика пробных точек

1. Для проведения исследования были выбраны 9 пробных точек, которые по нашему предположению имеют разную экологическую нагрузку.

Загрязнение сквера может быть вызвано различными источниками, включая мусор, оставленный посетителями, выбросами автомобильных выхлопов, а также химикатами после обработки зеленых насаждений.

2.2. Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов белого клевера. [2,146]

Сбор материала и исследование фенов клевера белого.

- На каждой из выбранных пробных точек находим популяцию клевера белого.
- Для сбора материала используем метод свободной выборки по 100 и более листьев.
- Проводим визуальное изучение фенотипов популяции клевера белого. Наблюдаемые фенотипы клевера сравниваем с фенотипами, представленными на рисунке 1 (стр.8).

Информацию о каждом из фенотипов заносим в таблицу (см. приложение 1).

- Изучаем фенотипы на расстоянии 2-3 шага от центра популяции во все стороны.

- При обнаружении на пробной площадке фенов, не указанных на рисунке, результаты вносим в графу «новые формы». Отдельно отмечается наличие растений с какими-либо уникальными феноми (например, с рисунком красного цвета), растения-мутанты с четырьмя, более листьями.

- Для популяции белого клевера на каждой пробной площадке рассчитываем частоты встречаемости отдельных фенов (количество определенных фенов/на общее количество исследуемых растений точки).

- Определяем суммарную частоту встречаемости всех фенов в процентах – индекс соотношения фенов (ИСФ) для каждой точки.

Индекс соотношения фенов рассчитывается по формуле:

$$\text{ИСФ} = 100 \times (n_j) / N$$

Где n_j – количество растений с рисунком

N – общее количество учтенных растений

Определение степени загрязненности проводится по таблице 1[3].

Таблица 1.

Характеристика состояния окружающей среды по индексу соотношения фенов (ИСФ)

Уровень загрязненности среды	Показатель ИСФ (%)
Чистый	0-30
Слабо загрязненный	34-45
Загрязненный	46-70
Высокий уровень загрязнения	71-100

2.3.Определение чистоты атмосферного воздуха с использованием листового опада клевера белого.

За период вегетации растения накапливают в своих органах не только полезные, но и вредные вещества, поступающие из почвы и воздуха.

Определить уровень накопленных в растении загрязнителей можно, используя опад этих растений в качестве субстрата для проращивания семян. Этот эксперимент мы решили провести для подтверждения или опровержения исследования о связи многообразия фенотипов клевера белого с условиями среды.

В эксперименте использовали методику Ашихминой Т.Я, но вместо водной вытяжки листового опада использовали опад в качестве субстрата[2,163].

- Во второй половине октября на каждой пробной точке собрали листовой опад клевера белого из исследуемых популяций.

- Измельчили листовой опад, в чашку Петри налили 20 мл дистиллированной воды, добавили 10гр. листового опада. Сверху закрыли опад фильтровальной бумагой, разложили 20 семян кресс-салата и закрыли чашку Петри крышкой.

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кресс-салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри). Семена кресс-салата прорастают уже на второй – третий день.

-В качестве контрольного образца использовали чашку без остатков клевера, только с дистиллированной водой.

-Для объективности результатов в каждой пробной и контрольной точках применили три повторности.

- Чашки Петри поместили в теплое и освещенное место. Трижды, через два дня, производили подсчет проросших семян кресс-салата.

-Определили коэффициент всхожести семян (К), равный отношению всхожести семян в контрольной пробе к всхожести в каждой из остальных проб.

- Сравнили полученные результаты и сделали вывод об уровне загрязнения среды в каждой из пробных точек, используя таблицу 2.

Таблица 2.

Характеристика состояния окружающей среды по коэффициенту всхожести семян

Загрязнение среды	Всхожесть (%)	Коэффициент всхожести семян
Относительно чистый	Более 80%	1-1,1
Слабо загрязнен	79-51%	1,1-2
Загрязнен	50-30%	2-4
Сильно загрязнен	Менее 30%	Более 4

- Сопоставили результаты первого и второго экспериментов.

Глава 3. Результаты исследования.

Эксперимент 1. Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенов белого клевера.

Собранный в девяти пробных точках материал был тщательно изучен, данные о видах фенов и их частоте занесены в таблицу (приложение 1). Анализ показал, что больше всего растений клевера без «седого» пятна (генотип vv) встречается в точке 3(луг) – 125 листьев из 150 и в точке 9 – 70 из 153. Отсутствие пятна свидетельствует об отсутствии мутаций гена V, следовательно, об относительно чистой среде. В первую очередь это относится к точке «Луг», которую можно принять за контрольную. В этой

точке нет никаких предприятий, больших дорог, следовательно, и загрязняющих факторов. Если они поступают, то с соседних территорий.

Напротив, наименьшее количество растений без пятна отмечено в точке 2 (парк «Студенческий», у дороги) – всего 4 из 103 листьев; в парке «Студенческом» на клумбе (точка 1) – 11 из 100 и в точке 7 МТФ х.Кокаревка – 25 из 160. В этих пробных точках и в точках 4, 5, 6, 7, 8 встречается достаточно много листьев с различными рисунками. Это говорит о присутствии в окружающей среде мутагенов, которые вызывают появление новых аллелей гена V. Вызывает удивление, что точки 1 и 2, расположенные в парке, являются одними из самых неблагополучных. Объяснение довольно простое: рядом с парком на расстоянии 300-500м с двух сторон расположены самые оживленные улицы города. Круглые сутки и круглый год на высоте около 1 м выделяется большой объем выхлопных газов, в состав которых входят мутагены (оксиды серы и азота, тяжелые металлы (кадмий, свинец), бенз(а)пирен).

Остальные пробные точки расположены на участках с загрязнением среды: точки 4 и 5 рядом с цементным заводом и дорогой, точка 6 – у трассы Р196; точка 7 – недалеко от МТФ; точка – рядом с АЗС.

В ходе исследования мы определили частоту встречаемости отдельных фенов клевера белого (приложение 2). Часто встречается фен 2 (см.рис 1 на стр. 8): в точке 2 его частота составляет 89%, в точке 7 – 84,4%, в точке 9 – 54,2%. Появление разнообразных новых фенов отмечается в точке 5 – 75,8%, в точке 6 – 53,8%, в точке 2 – 52,4%. Фены с 3 по 11 на исследуемых точках не обнаружены.

Можно предположить, что здесь отсутствуют мутагены, которые чаще вызывают данные мутации гена V.

Рассчитав индекс соотношения фенов (диаграмма 1), то есть отношение количества растений с мутациями к общему количеству растений для каждой пробной точки в процентах, мы убедились в правильности сделанных нами выводов (приложение 3).

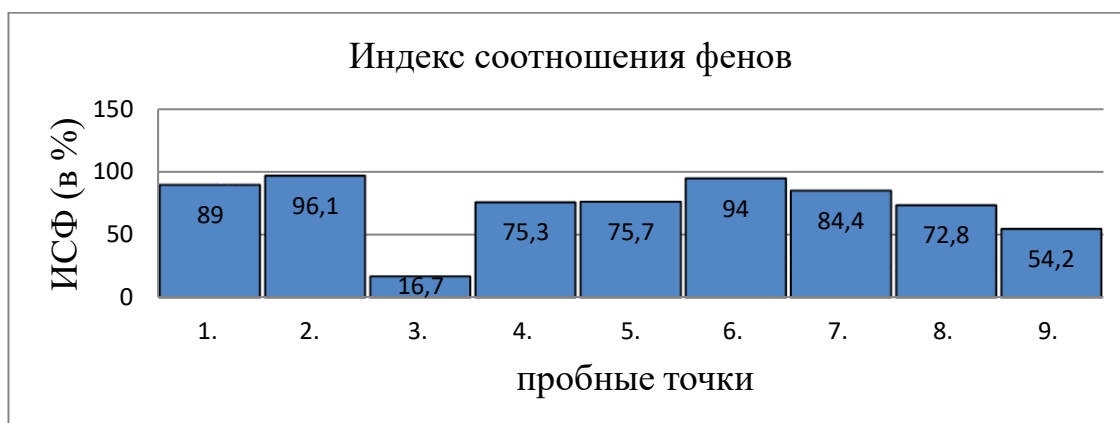


Диаграмма 1. Индекс соотношения фенов клевера белого (%)

Эксперимент 2. Определение чистоты атмосферного воздуха с помощью листового опада клевера белого.

За период вегетации все растения из окружающей среды получают не только питательные вещества, но и вещества, загрязняющие воздух и почву. Количество накопленных вредных веществ зависит от чистоты окружающей растению среды.

Собранный осенью с каждой пробной точки растительный опад клевера белого в одинаковом количестве помещался в чашки Петри и заливался одинаковым количеством дистиллированной воды. На влажную салфетку раскладывали 20 семян кресс-салата и закрывали крышкой. Чашку Петри ставили в теплое освещенное место. Для каждой точки было три повторности эксперимента в одно и тоже время. Прорастание семян фиксировалось трижды с интервалом в два дня (приложение 4). Определялась средняя всхожесть семян кресс-салата, всхожесть в процентах и коэффициент всхожести. На основании этих данных составлялись таблицы 3, 4, 5 (см. приложение) и график 1.

Таблица 3

Средняя всхожесть (%) и коэффициент всхожести семян

Пробная точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	К
Ср. всхожесть (%)	6,5	1,65	53,5	3,5	3,5	78,5	73,5	1,65	3,5	93,5

К всхожести	4	4	1,1-2	4	4	1,1-2	1,1-2	4	4	1-1,1
Уровень загрязнения	сильное	сильное	слабое	сильное	сильное	слабое	слабое	сильное	сильное	чистая

Анализ полученных данных показывает, что семена, посеянные на опаде с точек 3(луг), 6 (трасса Р195), 7 (МТФ) и 10 (контрольная), обладают высокой энергией прорастания. Большая часть семян взошла уже на второй день. Для этих же проб характерна высокая всхожесть: от 53,5%(3) до 93,5%(К).

Контрольная проба является чистой средой, так как коэффициент всхожести семян равен 1. В точках 3, 6 и 7 отмечается слабый уровень загрязнения: коэффициент загрязнения от 1,1 до 2. В остальных точках (1, 2, 4, 5, 8, и 9) - более 4, что соответствует сильному загрязнению среды.

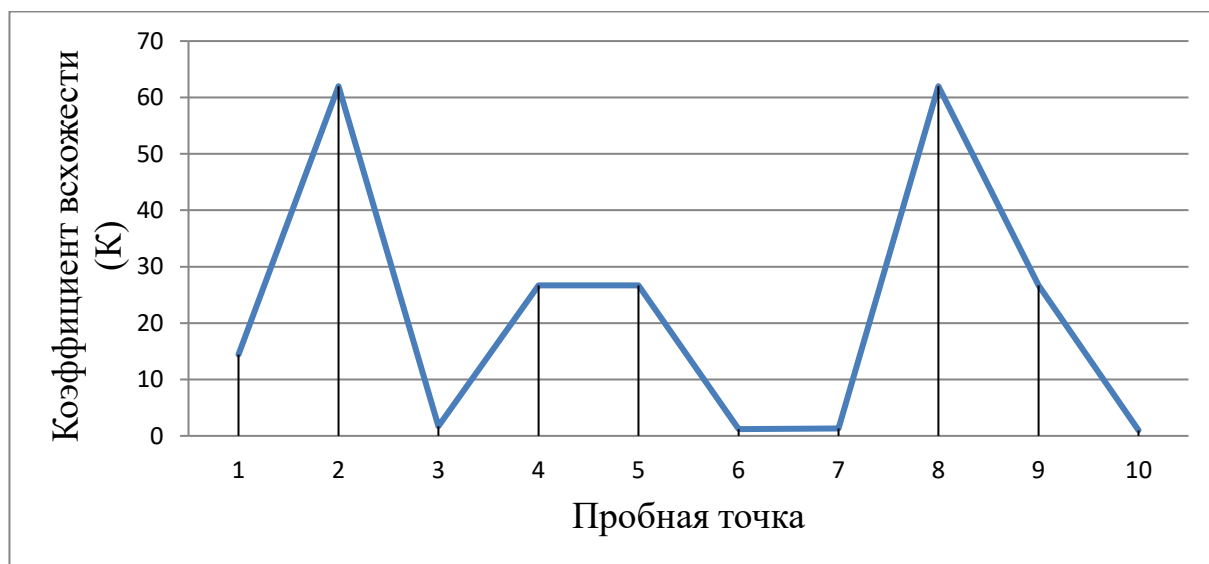


График 1. Коэффициент всхожести семян кресс-салата

Сопоставляя результаты экспериментов 1 и 2 можно отметить, что для большинства точек результаты исследований совпали. Сильное загрязнение среды в точках 1 и 2 (парк «Студенческий») объясняется интенсивной автомобильной нагрузкой с двух сторон парка, кроме этого в парке 1-2 раза за весну и лето проводят химическую противоклещевую обработку. Высокий уровень загрязнения в точках 4 и 5 (в районе цементного завода). Завод находится на одном месте с 1932 года. Работает он на известковом сырье, используются различные добавки, кругом много известковой пыли. На завод постоянно прибывают цементовозы, внося свой вклад в загрязнение среды. Оба эксперимента показали высокое загрязнение в точке 8 (АЗС). Это

вполне объяснимо. Источниками загрязнения здесь являются резервуары с различным топливом, заправочные колонки, проливы топлива при перекачке и заправке. АЗС, как правило, располагаются возле автомобильных трасс.

Согласно индексу соотношения фенотипов клевера белого точка 3 (луг) является чистой точкой, а по коэффициенту всхожести здесь отмечается слабое загрязнение. Учитывая возможные погрешности при проведении экспериментов, данную точку можно считать относительно чистой.

Разночтения по результатам есть в точках 6 (трасса Р196) и 7 (МТФ х.Кокаревка). Всхожесть семян указывает на слабое загрязнение, а по разнообразию фенотипов клевера – высокий уровень. В точке 9 (сквер «Спортивный») результаты противоположные. Несмотря на разный уровень, загрязнение среды есть во всех трех точках. Мы не проводили химического анализа загрязнителей. Вероятно, токсичные вещества по-разному влияют на прорастание семян и образование мутаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На Земле уже невозможно найти место, которое было бы абсолютно независимо от деятельности человека. Антропогенный фактор приобрёл решающее значение для существования и развития всего живого. Многие виды растений приспособились к существованию под жёстким воздействием среды. У некоторых из них наблюдаются изменения обмена веществ, произошедшие вследствие появления мутаций, вызванных агрессивными условиями окружающей среды. Для флоры, произрастающей под воздействием антропогенного фактора, характерно образование новых морф в загрязнённой среде обитания.

Проблема ухудшения состояния воздуха и почвы в городе и районе действительно существует. Загрязнители, перемещаясь по цепям питания, могут представлять опасность для здоровья человека.

* Проведенные эксперименты 1 и 2 убедили нас, что растения являются аккумуляторами токсических веществ.

* Исследование позволило доказать, что главным злом для окружающей среды является автомобиль. Повышение качества топлива, переход на экологически чистое топливо, регуляция автомобильных потоков могут снизить нагрузку на живые организмы городов.

* Общее количество всех мутантных генотипов клевера белого на девяти пробных точках составило 72% (1336 растений исследовано, у 960 из них листья с белым пятном).

* Фен 2 встречается у растений клевера белого на 8 пробных точках из 9.

* Новые фены сформировались у клевера в точках 2, 4, 5. Самое большое количество новых фенов отмечено в точках рядом с цементным заводом.

* Следует отметить, что на состояние растений влияет не только количество загрязняющих веществ в среде, но и их состав. Так, в точках 6 и 7 накопившиеся в листьях клевера вредные вещества почти не влияли на прорастание семян кресс-салата (всхожесть 78,5% и 73,5% соответственно).

В тоже время индекс соотношения фенов клевера в этих точках равняется 94% и 84%, что указывает на высокие мутагенные свойства загрязнителей.

Для полного представления о состоянии окружающей среды нужны не только количественные, но и качественные исследования.

* Полученные в ходе работы данные о состоянии окружающей среды в городе и окрестностях позволяют сделать неутешительные выводы: на всех пробных точках в пределах города среда неблагоприятна, кроме одной загородной точки 3 (луг).

Высказанная нами гипотеза, что величина индекса соотношения фенов клевера белого может указывать на степень загрязнения среды, нашла подтверждение. Преобладание определенных фенов, формирующихся под влиянием генотипов, может свидетельствовать об антропогенном воздействии на среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.В. Практикум по экологии. Учебное пособие /для углубленного изучения школьного курса экологии/ С.В.Алексеев, И.В.Гурьева, А.Г.Муравьев, Э.В.Гущина - М.: АО МДС, 1996-189с:ил.
2. Т.Я.Ашихмина. Экологический мониторинг: учебно – методическое пособие/ Автор-составитель Т.Я.Ашихмина – Киров:ООО «Типография «Старая Вятка», 2012.
3. Бурчак, Л. Б. Изучение множественного аллелизма естественных популяций клевера ползучего на полевой практике студентов / Л.Б. Бурчак // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017 – № 2-6(22).
- 4.Нахаева В.И., Александрова Т.В., Рубцова А.В. Генетический полиморфизм в популяциях *trifolium repens*, произрастающих в различных условиях окружающей среды г. омска // успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-1.