

**Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр дополнительного образования Георгиевского городского округа»
детское объединение «Родничок» Ставропольского края**

«Влияние пестицидов на биологическую активность почвы»

Автор: Чумбасова Елена Александровна, 8 класс
МБОУ СОШ №23 с. Новозаведенного

Руководитель: Писаренко Надежда Ивановна,
учитель биологии МБОУ СОШ №23
с. Новозаведенного

с. Новозаведенное, 2022г

Оглавление

Введение _____	3
1.Методика исследований _____	6
2.Результаты исследований _____	9
Выводы _____	17
Список использованной литературы _____	18
Приложение _____	20

Введение

Функциональное состояние и продукционная способность почвы напрямую зависят от ее биологической активности. Выделяют актуальную и потенциальную биологическую активность почв. Потенциальную биологическую активность измеряют в искусственно созданных условиях, оптимальных для протекания конкретного исследуемого биологического процесса. Актуальная (действительная, естественная, полевая) биологическая активность может быть измерена только непосредственно в поле, она характеризует реальную активность почвы в естественных (полевых) условиях (Сэги, 1983). Проявление биологической активности почвы в первую очередь связано с ее микрофлорой. На изменение численности и активности почвенных микроорганизмов оказывают влияние различные факторы, одним из которых являются пестициды. Попадание в почву пестицидов может оказывать влияние на дыхание и ферментативную активность почвы. Пестициды могут выступать как ингибиторами, так и стимуляторами процессов, ферментативной активности. Ферментативная активность почвы представляет собой интегральную характеристику, отражающую потенциальную биологическую активность всех компонентов почвенной биоты, населяющих почву. Необходимость исследования взаимодействия пестицидов с ферментативной активностью почвы обусловлена тем, что показатели активности ферментов отражают динамику катализируемых ими окислительных процессов в почвах.

Объект исследования: почвы приусадебного участка.

Предмет исследования: актуальная и потенциальная биологическая активность почв.

Цель работы: изучить влияние пестицидов на биологическую активность почвы.

Задачи:

1. Выяснить влияние пестицидов на ферментативную активность почвы, с помощью показателей целлюлозолитической, протеазной и уреазной активности.

2. Установить влияние пестицидов на дыхание почвы.

3. Определить интегральный показатель биологической активности почвы.

Гипотеза: пестициды, попадая в почву, оказывают различное влияние на её биологическую активность.

Практическая значимость. Полученные данные по оценке биологической активности почв дают возможность сформировать представление об активности почвенных микроорганизмов приусадебного участка под влиянием пестицидов. Результаты данного исследования могут быть использованы для диагностики почв, загрязненных пестицидами.

В качестве показателей активности, характеризующих биологическую активность почвы, в литературе чаще всего рекомендуются следующие: выделение почвами диоксида углерода (дыхание почвы), активность ферментов, токсичность почв по отношению к тестовым организмам, различные аппликационные методы. Так как большинство пестицидов разлагаются в почве преимущественно биологическим путем, то скорость разложения пестицидов в почве зависит, прежде всего, от биологической активности почвы (Волкова, 1984).

Важным ферментативным показателем биологической активности почвы является целлюлозолитическая активность, это процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами (Мукинина, 2005). Целлюлоза представляет собой важную составляющую органического вещества, так как скорость разложения целлюлозы определяет темпы разложения органики в почвенном покрове в целом, что, в свою очередь, отражается на состоянии зеленых насаждений. Изучение интенсивности разложения целлюлозы дает возможность судить о скорости распада растительных остатков, в состав которых всегда входит значительное количество клетчатки, а также до некоторой степени об обеспеченности почвы азотом, так как интенсивное протекание этого процесса невозможно без достаточного количества связанных форм азота (Аристовская, 1962).

Протеазная активность также характеризует биологическую активность почвы, ее потенциальную способность разлагать белки и пептиды. Протеаза участвует в мобилизации и круговороте азота. Чем выше содержание подвижного азота и других элементов питания в почве, тем активнее происходит процесс окисления целлюлозы (Ананьева, 2003).

Протекание ферментативных процессов определяется актуальной кислотностью почвы, микробиологические процессы в почве активизируются при нейтрализации кислых и снижении значения рН щелочных почв (Щербакова, 1983).

При загрязнении почв небольшими количествами органических соединений может наблюдаться возрастание некоторых показателей биологической активности, так как более интенсивно развиваются группы микроорганизмов, участвующих в переработке дополнительных субстратов (фенолов, углеводов). При загрязнении тяжелыми металлами, оксидами серы, большими количествами различных органических веществ преобладает токсический эффект, вследствие чего биологическая активность подавляется (Хазиев, 2005).

Уреазная активность играет важную роль в превращениях азота почвы. Наличие уреазы в бактериях даёт им возможность использовать в качестве источника аммония мочевины (Абрамян, 1992). Уреаза, в частности, катализирует гидролиз мочевины до углекислого газа и аммиака. Образовавшийся аммиак служит источником азотного питания растений. Уреазная активность является одним из важнейших показателей БАП. Уреазная активность может быть использована как показатель способности

почвы к естественной биоремедиации, т.е. самоочищению, устойчивости почвы к ингибирующим факторам окружающей среды. Активность уреазы выше у плодородных почв, она повышается во всех почвах в периоды их наибольшей биологической активности.

Интегральной характеристикой напряженности микробиологических процессов является скорость выделения углекислого газа. В большинстве случаев чем она выше, тем лучше экологическое состояние почвы. Интенсивность выделения CO_2 тесно связана с суммарной биологической активностью почв и является четким и выразительным показателем изменения параметров среды обитания почвенных организмов: скоростей процессов в сезонной динамике, при загрязнении почв и пр. (Звягинцев, 1976). Она положительно коррелирует с содержанием органического вещества, с биомассой и активностью микроорганизмов.

На основании параметров биологической активности почвы можно судить о направлении процессов превращения вещества и энергии, об активности процессов переработки остатков органических веществ, плодородии, загрязнении почвы. Стимулировать биологическую активность почвы можно, внося органические и бактериальные удобрения, сидераты, а также, проводя мероприятия, обеспечивающие лучший водный, окислительно-восстановительный и тепловой режимы (Гельцер, 1990).

Изучению влияния пестицидов на отдельные микробиологические процессы посвящено наибольшее число исследований. Чаще всего рассматривается действие пестицидов на процессы нитрификации, минерализации органического вещества, аммонификации, фиксации азота (нитрогеназная активность), денитрификации, окисление и восстановление железа и марганца. Еще чаще производят определение ферментативной активности почв (каталазной, дегидрогеназной, полифенолоксидазной, амилазной, протеазной, фосфатазной, инвертазной и т. д.). Среди потенциально возможных реакций почвенных микроорганизмов и осуществляемых ими процессов на пестициды в той или иной степени выделяются различные варианты угнетения и стимуляции активности, а также индифферентного отношения к пестициду. Пестициды в целом угнетают дыхание почвы и процесс нитрификации (Ижевский, 2006). Существуют данные о том, что в производственных дозах пестициды часто не ингибируют, а, наоборот, стимулируют многие микробиологические процессы. Отмечена стимуляция дыхания в почве малыми дозами пестицидов. Высокие дозы пестицидов увеличивали интенсивность выделения углекислого газа почвой. В качестве объяснения этому была предложена гипотеза о формировании устойчивого к воздействию пестицида микробного сообщества с большой биомассой. Однократное внесение пестицидов часто не влияет на активность ферментов, в частности целлюлаз. Пестициды в целом слабо изменяли активность уреазы, интенсивность процессов денитрификации и азотфиксации при однократной обработке почвы. Отмечается временное воздействие пестицидов на ферментативную

активность почв, особенно в начальный период после обработки, впоследствии наблюдается постепенное восстановление активности до исходного уровня.

1.Методика исследований

Исследования по изучению биологической активности почвы проводились в летний период 2022 года в с. Новозаведенном Георгиевского района на приусадебном участке. По агроклиматическому районированию границы села Новозаведенного расположены в агроклиматической зоне рискованного земледелия, в третьей зоне недостаточного увлажнения. Гидротермический коэффициент 0,9 - 1,1. За год выпадает 450 - 476мм осадков (Природно-климатический ..., 2017). Температура окружающего воздуха колеблется в интервале от -32°C до $+42^{\circ}\text{C}$. Почвенный покров приусадебного участка представлен суглинистыми, каштановыми почвами. Почвообразующие породы представлены чехлом лессовидных, карбонатных суглинков иногда достигающих значительной мощности (3–4 м), или же маломощными щебнистыми, как правило, карбонатными суглинками (Атлас земель Ставропольского края, 1968, 2000).

Когда проводились исследования - летний период июнь-август 2022года, характеризовался значительными повышениями температуры и неравномерным выпадением осадков. В начале июня наблюдалась достаточно высокая температура $31,3^{\circ}\text{C}$ и осадков выпало 58,8мм. Так как в июле происходило повышение дневных температур, осадков почти не было всего 3мм. В августе максимальная температура составила $41,6^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура увеличилась до $+34,5^{\circ}\text{C}$, осадки отсутствовали. Таким образом, летний период 2022 года характеризовался довольно высоким температурным режимом и дефицитом осадков таблица 1.

Таблица 1

Температура и количество осадков за вегетационный период нигеллы 2022г

Климатические параметры		май	июнь	июль	август
Температура, $^{\circ}\text{C}$	min	15	21,0	24,0	32,0
	max	36	37,0	39,0	41,6
	среднее	24,5	31,3	32,4	34,5
Осадки, мм	среднее	41,3	58,8	3,0	0

Исследование потенциальной биологической активности проводили в условиях модельного эксперимента, в котором образцы почвы с приусадебного участка однократно обрабатывали пестицидами. В пластиковые емкости вносили по 750г почвы увлажняли её водой до 60% и вносили пестициды в рекомендуемой дозе внесения (Государственный каталог..., 2020). В контрольные емкости вносили отстоянную водопроводную воду.

Исследование актуальной биологической активности почвы проводили непосредственно на приусадебном участке. Растворы пестицидов, согласно

рекомендуемым нормам, вносились методом разового полива почвы, повторность опытов трехкратная.

Оценка биологической активности почв проводилась с использованием методики определения ферментативной активности почв по показателям целлюлозолитической, протеазной, уреазной активности и дыхания почвы. Целлюлозолитическая активность почвы определялась методом аппликации льняного полотна, предложенным Е.Н. Мишустиним, И.С. Востровой, А.Н. Петровой (1961; 1968). Целлюлазную активность выражали в % и рассчитывали по изменению массы образцов тканей от исходной массы после инкубирования. Протеолитическая активность почвы определялась аппликационным методом автографии, предложенным Е. Н. Мишустиним, Д. И. Никитиным, И. В. Востровым (1971) и основанном на микробиологическом расщеплении желатины, имеющейся в эмульсионном слое рентгеновской пленки (1968). Для определения уреазной активности почвы использован экспресс-метод Т.В. Аристовской, М.В. Чугуновой (Аристовская, 1989).

Влияние пестицидов на дыхание почвы (интенсивность продуцирования углекислоты почвой) устанавливали по разности выделения углекислого газа почвой без пестицидов и с добавлением пестицидов. Интенсивность дыхательной активности почвы определяли в лабораторных условиях через 24 часа после обработки почвы пестицидами. Интенсивность дыхания рассчитывали по формуле (Штатнов, 1952)

$$D = \frac{(a - b) \cdot K}{S \cdot t},$$

где D — выделение почвой CO_2 , мг CO_2/m^2 ч; a — количество 0,1 н. $HC1$, использованной на титрование щелочи при холостом определении, мл; b — то же в опыте, мл; K — коэффициент для перевода мл 0,1 н. щелочи в мг CO_2 , равный 2,2; S — площадь сосуда-изолятора, m^2 ; t — время экспозиции, ч.

По показателям ферментативной активности (протеазная активность, целлюлазная активность, уреазная активность, дыхание почвы) рассчитывали ИПБА интегральный показатель биологической активности почвы (Казеев и др., 2012). Данная методика позволяет оценить совокупность всех биологических показателей, независимо от единиц измерения каждого параметра. За 100% принимали максимальное значение каждого из показателей и по отношению к нему в процентах выражали значение этого же показателя в других почвенных образцах:

$$B1 = (Bx / Bmax) \times 100\%,$$

где $B1$ — относительный балл показателя, Bx — фактическое значение показателя, $Bmax$ — максимальное значение показателя.

ИПБА рассчитали по формуле:

$$ИПБА = (Bср. / B ср.max) \times 100\%,$$

где $Bср.$ — средний оценочный балл всех показателей, $B ср.max$ — максимальный оценочный балл всех показателей. Оценку степени влияния

пестицидов на биологическую активность почвы проводили по разнице между значениями ИПБА в каждом почвенном образце по сравнению с незагрязненной почвой: <10% – малоопасный, 10–25 – умеренно опасный, 25–30 – опасный и > 50 – очень опасный уровень влияния (Казеев, Колесников, 2012).

В работе исследовалось действие на биологическую активность почвы трех групп пестицидов: гербицидов, инсектицидов и фунгицидов, наиболее часто используемых жителями нашего села и относящихся к разным классам химических соединений таблица 2.

Таблица 2

Сведения об используемых в исследовании пестицидах

Название пестицида	Действующее вещество	Химический класс	Характер действия	Способ проникновения	Нормы внесения
контроль					
Гербициды					
1.Хакер	Клопиралид 750 г/кг	пиридин-карбоксилые кислоты	избирательного действия	Системный	2,5г на 5 л воды
2.Лазурит	Метрибузин 700 г/кг	Триазиноны.	избирательного действия	системный гербицид	10г на 3л воды
3.Раундап	Глифосат (изопропил аминная соль) 360 г/л Глифосат N-(фосфонометил)-глицин	Фосфорорганические соединения (ФОС)	избирательного действия, гербицид сплошного действия	Контактный пестицид, системный пестицид	100мл на 10л воды
Инсектициды					
1. Сэмпай инсектицид	Эсфенвалерат 50 г/л	Пиретроиды	системный	Кишечный пестицид, контактный пестицид	5 мл на 10 л воды
2. Актара инсектицид	Тиаметоксам 250 г/кг.	Неоникотиноиды	системный пестицид	Кишечный пестицид, контактный пестицид,	1,2 г на 10л воды

3.Карбофос	Малатион 500 г/л.	Фосфорорганические соединения (ФОС)	системный	контактно-кишечного действия	10мл на 10л воды
Фунгициды					
1.Делан	Дитианон 700г/кг	Хиноны	Защитный, лечащий фунгицид	Контактного действия	5г на 7 л воды
2.Топаз	Пенконазол 100 г/л	Триазолы	защитный	системный	2мл на 10 л воды
3. Строби	Крезоксим-метил 500 г/кг	Стробилурины	защитный	Системный	2г на 8л воды

Все приведенные в таблице 2 препараты включены в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и свободно реализуются торговой сетью (Государственный каталог пестицидов..., 2020). Фотографии проведения этапов исследования представлены на рис. 1- 6 в приложении 1.

2. Результаты исследований

Показатель pH почв является важным параметром, поскольку кислотность почвы влияет на доступность питательных веществ, макро- и микроэлементов, растворимость токсичных веществ, микробиологическую активность почвы, развитие и функционирование клеток корневой системы растений. Определение показателя pH почвы проводили с помощью универсальной индикаторной бумаги полученные результаты показали, что почва на приусадебном участке близкая к нейтральной pH 6 рис.1. Почвы имеющие близкие к нейтральной реакцию среды имеют более высокую ферментативную активность. Следовательно, можно предположить, что на приусадебном участке не будет наблюдаться подавление ферментативных процессов. Связи ферментативной активности с pH не однозначны в связи с тем, что для действия каждого фермента требуются оптимальное значение кислотности, в основном близкое к нейтральной и слабокислой. Так как почвы приусадебного участка характеризуются нейтральной средой, pH-условия для основных ферментов в них благоприятны.

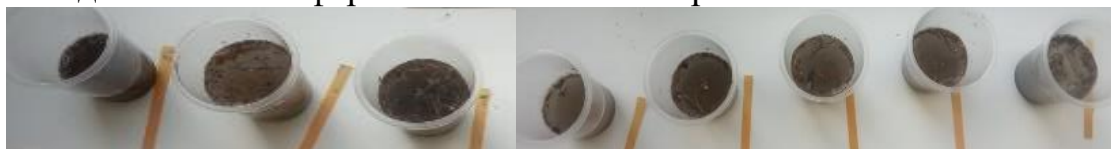


Рис.1. Определение pH почвы с помощью универсальной индикаторной бумаги

Определение содержания органического вещества в почве проводили методом прокаливания до постоянной массы (ГОСТ 23740-2016). Почвы

участка относятся к категориям малогумусированных содержание гумуса 2,4%, карбонаты и нитраты в почве обнаружены не были.

Протеазная активность – один из интегральных показателей общей биологической активности почвы, ее потенциальная способность разлагать белки и пептиды. Протеаза участвует в мобилизации и круговороте азота. Чем выше содержание подвижного азота и других элементов питания в почве, тем активнее происходит процесс окисления целлюлозы. Ферменты протеазы в почве обуславливают динамику азота, который в доступной форме выделяется при последовательном расщеплении белковых веществ. Протеазы участвуют в активации этого процесса (Звягинцев, 1980). Определение протеазной активности проводили аппликационным методом, основанным на микробиологическом расщеплении желатины, имеющейся в эмульсионном слое рентгеновской пленки. рис.2.



Рис.2. Разрушение желатинового слоя на рентгеновской пленке (а- актуальная биологическая активность почвы, б- потенциальная биологическая активность почвы)

Потенциальная протеазная активность микроорганизмов в почве изменяется в пределах от 90% до 45% рис.3.

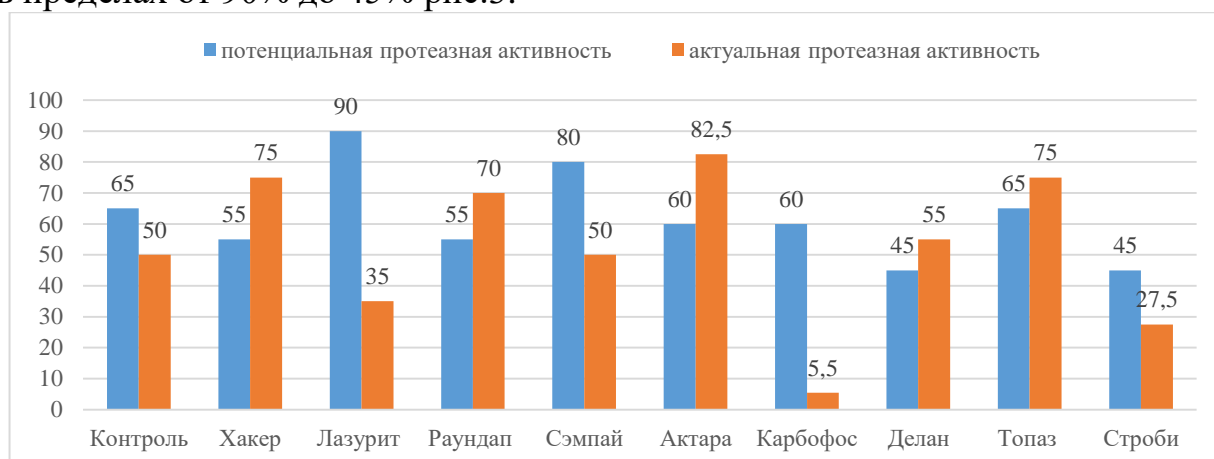


Рис.3. Протеазная активность в пробах почвы обработанной пестицидами через трое суток экспозиции

Превышение показателей контроля отмечено в гербициде Лазурит и инсектициде Сэмпей на 25% и 15% соответственно. В контрольном варианте и в фунгициде Топаз она составляет 65%, в остальных препаратах протеазная активность меньше, чем в контроле. Актуальная протеазная активность варьирует в пределах 85,2 - 5,5%. Превышение контрольных показателей наблюдается в четырех препаратах (гербициды Хакер и Раундап, фунгициды

Делан и Топаз), в остальных пяти она меньше, чем в контроле. Наименьшие показатели наблюдаются в варианте с инсектицидом Карбофос 5,5%. В гербициде Лазурит, инсектицидах Карбофос и Сэмпай, фунгициде Строби, потенциальная протеазная активность меньше актуальной на 55%, 54,5%, 30% и 17,5% соответственно. Уменьшение показателей в обоих вариантах опыта, по сравнению с контролем, отмечены в препаратах Строби и Карбофос. Таким образом, исследуемые пестициды в рекомендуемых дозах не однозначно действуют на протеазную активность микроорганизмов, одни из них ингибируют способность микроорганизмов разлагать белки и пептиды другие стимулируют, что вероятнее всего зависит от действующего вещества, входящего в состав пестицида.

Целлюлозолитическая активность почвы характеризует суммарную активность почвенных микроорганизмов в разложении органических соединений. Чем выше в почве содержание подвижного азота и других элементов питания, тем активнее идет окисление целлюлозы рис. 4,5.

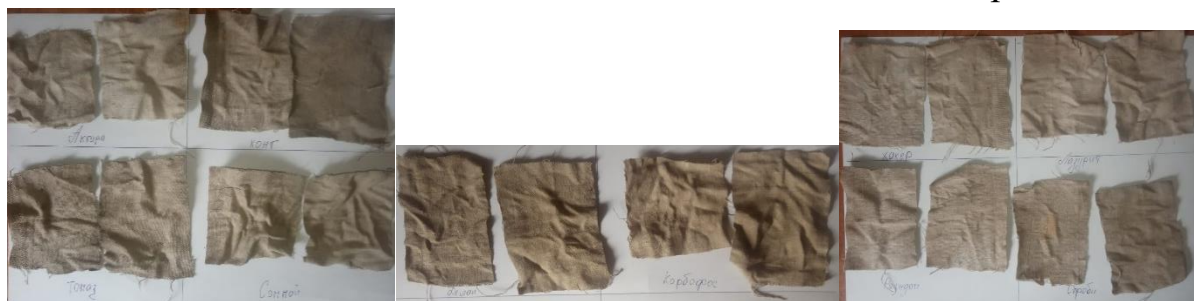


Рис.4. Разложение льняного полотна (актуальная БАП)



Рис.5. Разложение льняного полотна (потенциальная БАП)

В вариантах опыта потенциальная целлюлозолитическая активность составила 2,1%-30%, и по шкале Звягинцева (1980) характеризуется как очень слабая и слабая рис. 6. Превышение контрольных показателей в лабораторном опыте отмечено в гербицидах Лазурит и Раундап, инсектициде Актара, фунгицидах Топаз и Строби. Актуальная целлюлозоразрушающая активность почв значительно превышает показатели интенсивности ее разложения в лабораторных условиях. Актуальная целлюлозолитическая активность почвы варьировала в пределах от 1% до 90%. Очень сильная микробиологическая деятельность целлюлозоразрушающей микрофлоры выявлена в пробах с гербицидом Раундап 90%, фунгицидом Топаз 85%, сильная в гербициде Лазурит 80%, средняя в фунгициде Строби 40%. Интенсивность разложения льняной ткани была слабо выражена в контрольной пробе 30% и инсектициде Актара 20%, очень слабо в пробах с гербицидом Хакер, инсектицидами Сэмпай и Карбофос 5%, фунгициде Делан 1%.

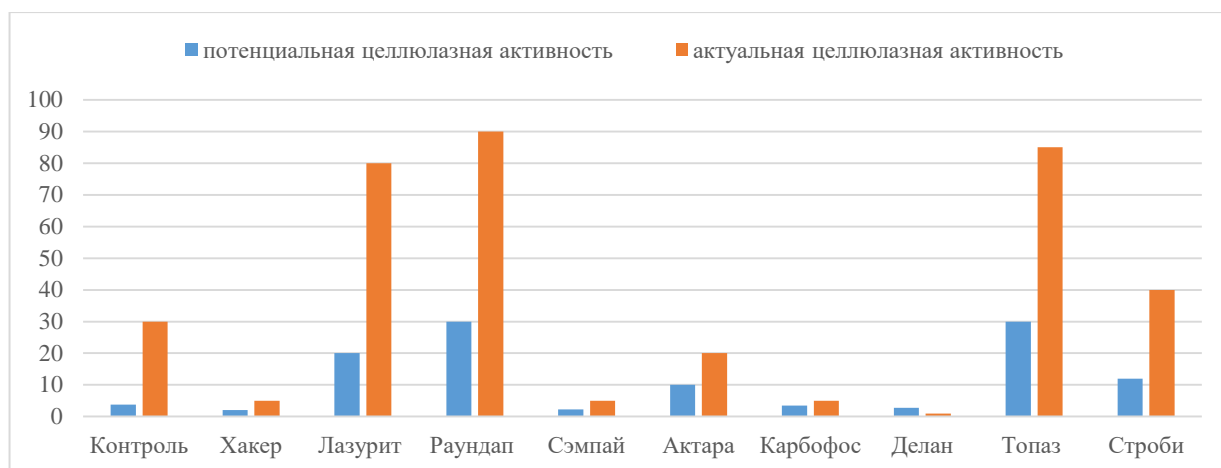


Рис. 6. Целлюлазная активность в пробах почвы обработанной пестицидами через 30 суток экспозиции

Таким образом, в рекомендуемых дозах исследуемые гербициды Лазурит и Раундап, фунгициды Топаз и Строби, ускоряют разложение целлюлозы. Гербицид Хакер, инсектициды Актара, Сэмпей, Карбофос и фунгицид Делан оказывают отрицательное влияние на целлюлозоразлагающую активность почвы. Отмечена низкая потенциальная и актуальная целлюлозоразрушающая активность в вариантах с гербицидом Хакер, инсектицидами Сэмпей и Карбофос, и фунгицидом Делан.

Целлюлозоразрушающие микроорганизмы, разлагая клетчатку, синтезируют и частично выделяют в среду аминокислоты. При обработке полосок льняного полотна 0,5 %-м раствором нингидрина, на 7 сутки эксперимента, в тех местах, где активно развивалась микрофлора и разлагалась целлюлоза, образовались сине-фиолетовые пятна - продукты реакции аминокислоты с нингидрином рис.7

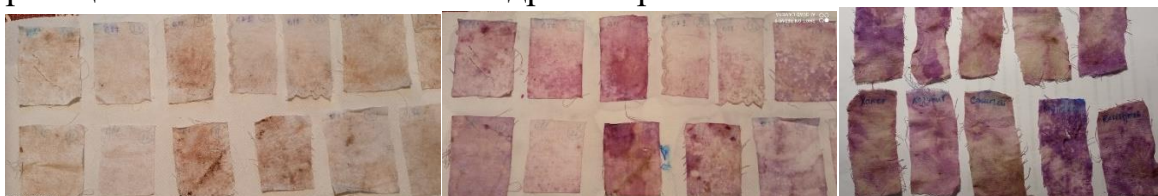


Рис.7. Льняные полотна после обработки 0,5% раствором нингидрида в ацетоне на 7 сутки эксперимента

По результатам опыта можно отметить, что интенсивность накопления аминокислот при актуальной биологической активности выше, чем при потенциальной рис. 8. Наибольшая площадь пятен аминокислот, полученных при обработке полотен нингидрином в лабораторных условиях отмечена в гербицидах Лазурит и Раундап, инсектициде Актара, в фунгициде Строби площадь пятен превышает контроль на 22%. В полевом опыте площадь, занимаемая пятнами, превышает контрольные показатели в инсектициде Актара и фунгициде Строби на 9% и 13% соответственно.

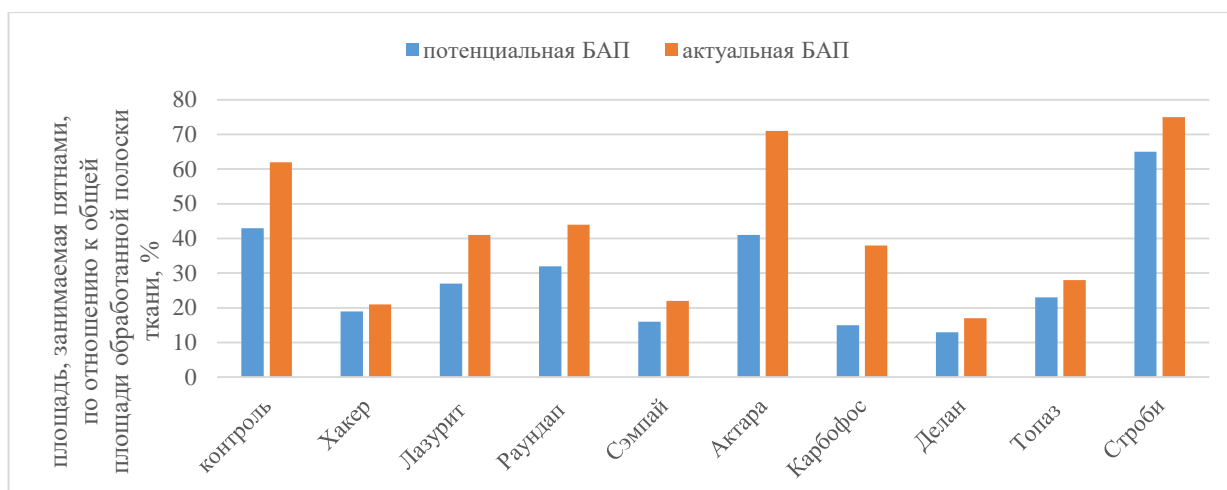


Рис.8. Интенсивность накопления аминокислот в пробах почвы обработанной пестицидами через семь суток экспозиции

Уреазная активность считается важнейшим показателем биологической активности почв, а также показателем самоочищающей способности почвы (Федорец, 2009). При изучении потенциальной уреазной активности почвы с внесенными в неё растворами пестицидов был использован экспресс-метод Аристовской (1989). Метод основан на скорости разложения, внесенной в почву мочевины, и косвенно отражает уровень уреазной активности почвы. Активность уреазы показывает интенсивность минерализации на конечных стадиях – превращение аминокислот в аммиак. Образовавшийся аммиак служит источником азотного питания растений. Уреазная активность может быть использована как показатель способности почвы к естественной биоремедиации, т.е. самоочищению, устойчивости почвы к ингибирующим факторам окружающей среды. Скорость увеличения щелочности воздуха над почвой являлась показателем уреазной активности почвы. Почва с высокой биологической активностью обнаруживает сдвиг рН 1-1,5 единицы за 1-1,5ч после начала опыта рис.9.

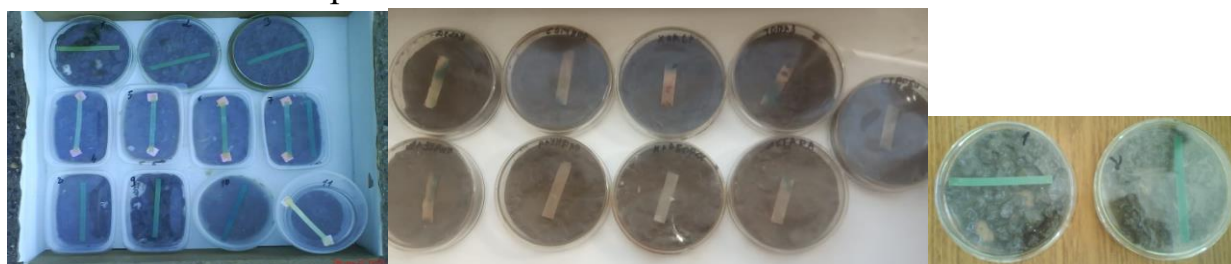


Рис.9. Потенциальная уреазная активность в пробах почвы обработанной пестицидами

Увеличение рН на 1 единицу по отношению к исходным значениям в лабораторном опыте произошло через 1 час в гербицидах Хакер, Раундап, инсектициде Карбофос, фунгициде Строби. Через 2 часа на 1 единицу увеличились показатели в гербициде Лазурит и инсектициде Сэмпай таблица 3. В инсектициде Актара, фунгицидах Делан и Топаз увеличение на 2 единицы наблюдалось только через 4 часа экспозиции. За пять часов

наблюдений наибольшие показатели уреазной активности наблюдались в гербициде Хакер рН=10. Используя шкалу биологической активности почвы по Аристовской, можно сказать, что пробы почвы с гербицидами Хакер и Раундап, инсектицидом Карбофос и фунгицидом Строби, имеют высокую биологическую активность, гербицид Лузурит и инсектицид Сэмпай имеют среднюю биологическую активность, остальные пестициды обладают низкой биологической активностью почвы. Таким образом, внесение пестицидов в большинстве вариантов (в пяти из девяти) снижало потенциальную уреазную активность.

Таблица 3

Потенциальная уреазная активность
в пробах почвы обработанной пестицидами

Название пестицида	Время увеличения щёлочности воздуха над почвой, ч					
	17.2 5	18.2 5	19.2 5	20.2 5	21.2 5	9.00
Значение рН паров над почвой						
Хакер	7.0	8.0	9.0	9.0	9.0	10.0
Лазурит	7.0	7.0	8.0	9.0	9.0	9.0
Раундап	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Сэмпай	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	9.0
Актара	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	9.0
Карбофос	6.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Делан	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	9.0
Топаз	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	9.0
Строби	7.0	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0

Определение почвенного дыхания позволяет судить о напряженности окислительных процессов, протекающих прежде всего с участием микроорганизмов, и определяющих режим органического вещества почвы.

Исследование процесса дыхания почв показало, что в лабораторных условиях, через 24 часа экспозиции, количество выделяемого СО₂ через сутки превысило контрольные показатели на 24% в пробах почвы с фунгицидом Строби, в остальных вариантах опыта влияние пестицидов снижало дыхание почвы рис.10. В вариантах с инсектицидом Карбофос и фунгицидом Делан наблюдали очень сильное угнетение интенсивности дыхания почвы на 98%.

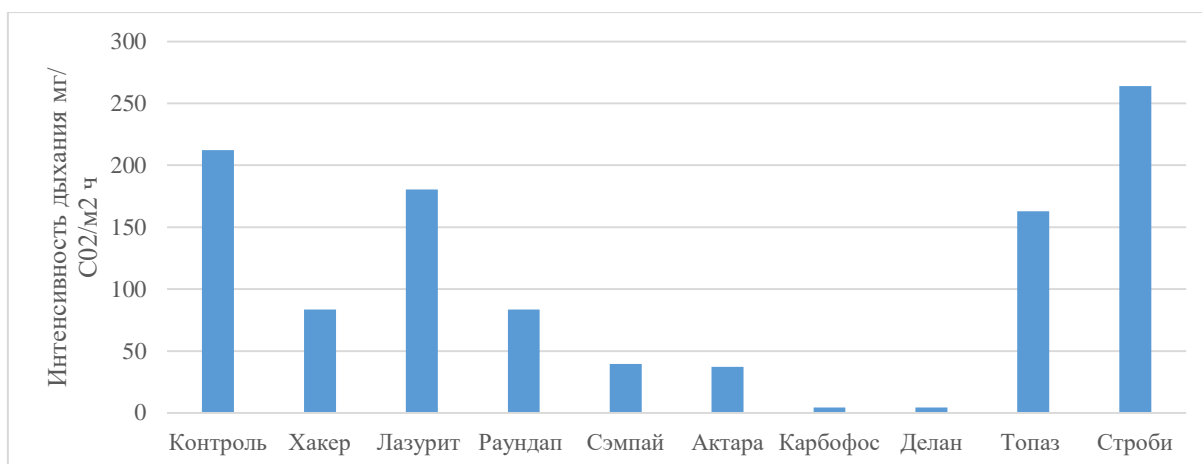


Рис. 10. Интенсивность потенциального почвенного дыхания в пробах почвы обработанной пестицидами через 24 часа экспозиции.

Таким образом, проведенные лабораторные исследования выявили значительные изменения в процессах дыхания почвы под влиянием применяемых пестицидов.

Для оценки влияния пестицидов на почвы приусадебного участка был определен интегральный показатель потенциальной и актуальной биологической активности (ИПБА), который характеризует отклонение уровня биологических и биохимических процессов, протекающих в почве, от типичных для нее значений (Казеев и др., 2012). Интегральный показатель потенциальной биологической активности рассчитали по показателям дыхания почвы, протеазной, целлюлазной и уреазной, активности почвы, актуальной по показателям протеазной и целлюлазной активности почвы. Оценку степени влияния пестицидов на биологическую активность почвы проводили по разнице между значениями ИПБА в каждом почвенном образце по сравнению с незагрязненной почвой: <10% – малоопасный, 10–25 – умеренно опасный, 25–30 – опасный и > 50 – очень опасный уровень влияния (Казеев и др., 2012).

Максимальное снижение показателя потенциальной биологической активности почвы на 56% (очень опасный уровень влияния) отмечено в пробе почвы с фунгицидом Делан, что обусловлено вероятнее всего снижением целлюлазной активности и почвенного дыхания под влиянием пестицидов таблица 3. Существенное снижение ИПБА на 34%- 49% (опасный уровень влияния) отмечено в гербициде Хакер, инсектицидах Сэмпей, Актара, Карбофос. Снижение ИПБА на 10 % (малоопасный уровень влияния) отмечено в пробах с гербицидом Раундап и фунгицидом Строби. Минимальное снижение ИПБА 1% характерно для фунгицида Топаз и полное отсутствие снижения наблюдалось в гербициде Лазурит, где показатели ферментативной активности почвенного дыхания высокие.

**Интегральный показатель
потенциальной биологической активности почвы**

Название пестицида	Относительный балл протеазная активность, %	Относительный балл целлюлазная активность, %	Относительный балл уреазная активность	Относительный балл дыхание почвы	Средний балл	ИПБА, %	Снижение ИПБА, %
Контроль	100	100	100	100	100	100	0
Хакер	61	6	100	31	198	61	39
Лазурит	100	66	87	68	321	100	0
Раундап	61	100	100	31	292	90	10
Сэмпай	88	6	87	14	195	51	49
Актара	66	33	87	21	207	64	34
Карбофос	66	10	87	1,5	164	51	49
Делан	50	6	87	1,5	144	44	56
Топаз	72	100	87	61	320	99	1
Строби	50	40	100	100	290	90	10

Интегральный показатель актуальной биологической активности почвы снижается в пределах от 6%-94% таблица 5. Максимальное снижение ИПБА на 94% (очень опасный уровень) отмечено в пробах почвы с инсектицидом Карбофос, что связано с значительным снижением протеазной и целлюлазной активности под влиянием пестицидов. Значительное снижение ИПБА на 59-64% (очень опасный уровень) характерно для трех пестицидов: Строби, Делан, Сэмпай. Для гербицида Хакер и инсектицида Актара и снижение составляет 30%-49% (опасный уровень). Минимальное снижение 2%-6% характерно для гербицидов Лазурит и Раундап. В фунгициде Топаз снижения ИПБА не наблюдалось, показатели протеазной и целлюлазной активности в этом варианте высокие 91% и 94% соответственно.

Таблица 5

Интегральный показатель актуальной биологической активности почвы

Название пестицида	Относительный балл протеазная активность, %	Относительный балл целлюлазная активность, %	Средний балл	ИПБА, %	Снижение ИПБА, %
Контроль	100	100	100	100	0
Хакер	91	5	96	51	49
Лазурит	82	100	182	98	2
Раундап	85	90	169	90	10
Сэмпай	60	5	65	35	65
Актара	42	88	130	70	30

Карбофос	6	6	12	6	94
Делан	67	1	68	36	64
Топаз	91	94	185	100	0
Строби	32	44	76	41	59

Сравнивая результаты двух вариантов опыта, можно отметить, что для актуальной и потенциальной биологической активности почвы по значениям ИПБА наблюдаются сходные показатели в оценке уровня опасности пестицидов таблица 6.

Таблица 6

Оценка степени влияния пестицидов на биологическую активность почвы
по значениям ИПБА

Название пестицида	Уровень опасности	
	Потенциальная БАП	Актуальная БАП
Контроль	не опасный	не опасный
Хакер	опасный	опасный
Лазурит	не опасный	малоопасный
Раундап	умеренно опасный	умеренно опасный
Сэмпай	опасный	очень опасный
Актара	опасный	опасный
Карбофос	опасный	очень опасный
Делан	очень опасный	очень опасный
Топаз	малоопасный	не опасный
Строби	умеренно опасный	очень опасный

Таким образом, по значениям ИПБА выявлена различная степень воздействия пестицидов на потенциальную и актуальную биологическую активность почвы.

Выводы

Результаты проведенного нами исследования по влиянию пестицидов на биологическую активность почвы позволили сформировать представление об активности почвенных микроорганизмов приусадебного участка под влиянием пестицидов, оценить степень опасности загрязнения почвы пестицидами по уровню их возможного воздействия на системы «почвы - микроорганизмы, биологическая активность» и сделать следующие выводы:

1. В рекомендуемых дозах при однократном применении пестициды Сэмпай, Делан, Карбофос, Хакер и Лазурит угнетают ферментативную активность микроорганизмов, пестициды Топаз, Строби, Раундап и Актара стимулируют.

2. Под влиянием пестицида Строби отмечена стимуляция дыхания в почве, инсектицид Карбофос и фунгицид Делан ингибируют этот процесс на 98%, остальные пестициды снижают дыхание почвы в разной степени.

3. По значениям ИПБА влияние пестицидов Делан, Хакер, Актёра, Сэмпай, Карбофос и Строби на биологическую активность почвы приусадебного участка можно оценить, как высокоопасное и опасное, умеренно опасное воздействие характерно для пестицида Раундап, малоопасное и не опасное влияние оказывают пестициды Топаз и Лазурит.

Таким образом, выдвинутая нами гипотеза о том, что используемые жителями нашего села пестициды попадая в почву оказывают различное влияние на её биологическую активность подтвердилась, так как потенциальная и актуальная биологическая активность отличалась между почвой с применением пестицидов и без.

Литература

- 1.Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почв под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. 1992. № 7. С.70-82.
- 2.Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.
- 3.Аристовская, Т.В. Большой практикум по микробиологии / Т.В. Аристовская и др. – М.: Наука, 1962. – 720 с.
- 4.Аристовская Т.В. Экспресс-метод определения биологической активности почв / Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова // Почвоведение. — 1989. — № 11. — С. 142–147.
- 5.Атлас земель Ставропольского края, Ставрополь, 2000. - 118 с.
- 6.Атлас Ставропольского края. М.: ГУГиК при совете министров СССР, 1968. -40 с.
- 7.Волкова Д.А. и др. Изменение биологической активности почвы под влиянием пестицидов / Взаимодействие пестицидов с микроорганизмами. – Кишинев: Изд-во «Штиинца», 1984, с. 79–90.
- 8.Гельцер, Ю.Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях / Ю.Г. Гельцер // Почвоведение. 1990. № 9. С. 47–60.
- 9.Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. – Ч. 1. Пестициды. – М., 2020. – Вып. 1(177) – С. 132-137.
- 10.Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1980. С. 142–277.
- 11.Ижевский, С. С. Негативные последствия применения пестицидов / С. С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 16–19.
- 12.Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального ун-та, 2012. 260 с.
- 13.Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы. Микробиология, 1963, т.32, вып.3, с.478-483.

14. Мишустин Е.Н., Никитин Д.И., Востров И.С. Прямой метод определения суммарной протеазной активности почвы. - В кн.: Сборник докладов симпозиума по ферментам почвы. Минск, 1968, с.144.
15. Мишустин Е.Н., Востров И.С. Апликационные методы в почвенной микробиологии. - В кн.: Микробиологические и биохимические исследования почв. Киев, Урожай, 1971, с.3-12.
16. Мукинина И.А. Влияние экологических факторов на биологическую активность серых лесных почв / И.А. Мукинина // Лесоведение. - 2005. – № 5. – С.41-45.
17. Сэги, И. Методы почвенной микробиологии / И. Сэги. - М.: Наука, 1983. - 182 с.
18. Федорец Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
19. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с
20. Штатнов, В.И. К методике определения биологической активности почвы / В.И. Штатнов // Доклады ВАСХНИЛ. – 1952. – №. 6. – С. 27-33
21. Щербакова Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. – Минск, 1983. – 222 с.

Приложение

Приложение 1

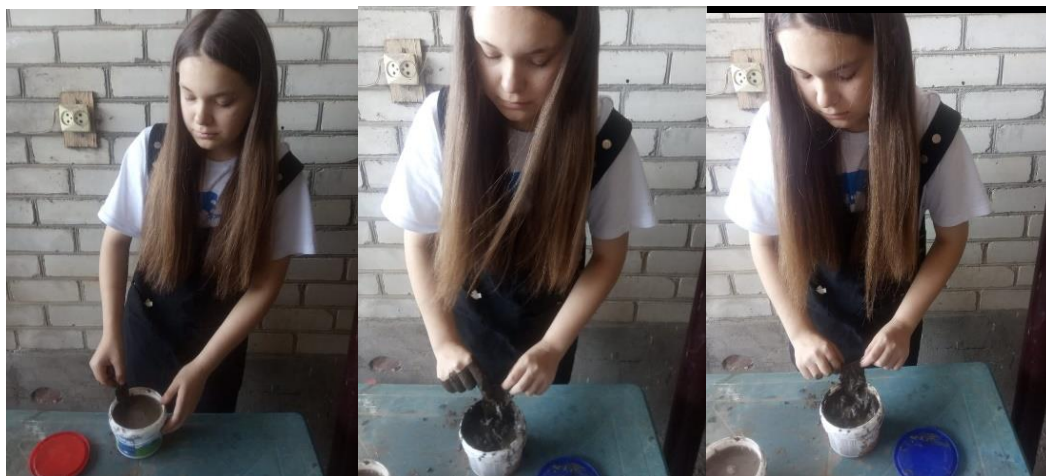


Рис.1. Определение потенциальной целлюлозолитической активности микроорганизмов



Рис. 2. Определение актуальной биологической активности почвы

Приложение 1 (продолжение)

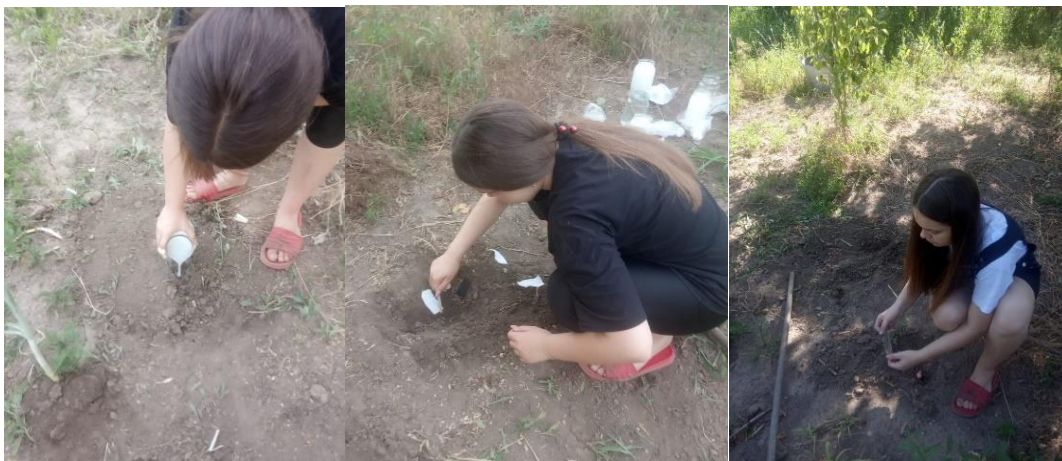


Рис.3. Определение актуальной целлюлозолитической активности микроорганизмов

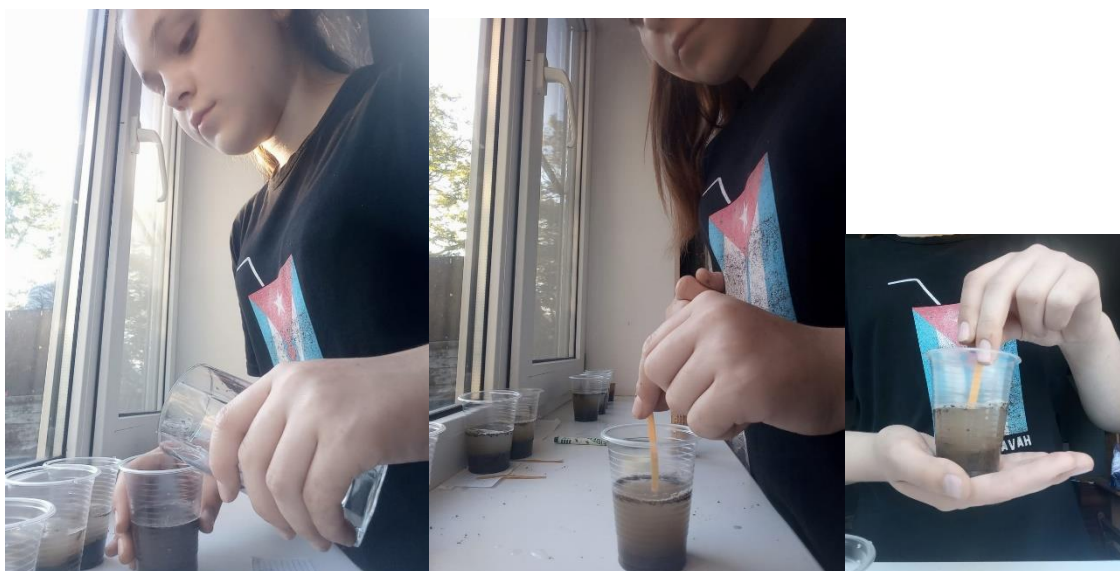


Рис. 4. Определение pH почвы



Рис.6. Определение дыхания почвы