Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение

Лицей №389

«Центр экологического образования»

Кировского района Санкт-Петербурга

Тема работы: Изучение влияния выращивания овощных бобовых культур на накопление азота в почве методом биотестирования.

Авторы: Колмагорова Марина, Копылова Вера,

Учащиеся 8 а и 8 б класса

 Руководитель: Польщикова Наталья Владимировна,

 педагог дополнительного образования

Санкт-Петербург

2018

**Оглавление**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | № страницы |
| I | Введение | 3 |
| II | Литературный обзор | 4 |
| III | Материалы и методика | 10 |
| IV | Результаты исследования | 11 |
| V | Выводы | 12 |
| VI | Информационные источники | 13 |

**I. Введение**

У бабушки Колмагоровой Марины есть дача, где она выращивает множество различных овощных растений, среди которых есть и бобовые культуры. Прошлым летом бабушка заметила, что на гряде, где она раньше выращивала фасоль, другие культуры, особенно дающие зелень, растут лучше, чем на остальных грядах. Нас заинтересовал этот факт, и мы решили узнать, в чем причина данного явления.

**Цель работы:** оценить влияние различных овощных бобовых культур на накопление азота в почве гряд, на которых они выращивались при помощи биотестирования.

**Задачи:**

1. Отобрать пробы почвы с гряд до посадки овощных бобовых культур.
2. Посадить на выбранных грядах различные овощные бобовые культуры.
3. После уборки растений отобрать пробы почвы с тех же гряд повторно.
4. Подготовить и провести лабораторный эксперимент: поместить пробы почвы до посадки бобовых растений в первую половину емкостей, во вторую половину емкостей поместить пробы почвы, отобранные после выращивания бобовых растений.
5. Посеять семена растения, дающего зеленую массу(овёс) и вести наблюдение за растениями в течение 2 недель.
6. Снять и взвесить зеленую массу растений.
7. Сравнить полученные результаты и сделать вывод о влиянии выращивания бобовых растений на накопление азота в почве.

**Объекты исследования:** почва до и после выращивания на ней бобовых культур, полевая культура овёс.

**Предмет исследования**: изменение количества азота в почве в результате выращивания на ней бобовых культур.

**Гипотеза:** под влиянием процессов жизнедеятельности клубеньковых бактерий – симбионтов бобовых растений количество азота в почве увеличится на 30%.

**II**. Литературный обзор

На данном этапе развития научных знаний 20 элементов относят к необходимым элементам питания и 12 элементов считают условно необходимыми (в скобках приводятся условно необходимые элементы):

1. H, (Li), Na, K, Cu, (Ag).

2. Mg, Ca, Zn, (Sr, Cd).

3. B, (Al).

4. C, (Si), (Ti, Pb).

5. N, P, V.

6. O, S, Mo, (Cf, Se).

7. Cl, I, Mn, (F).

8. Fe, Co, (Ni).

 К необходимым относятся элементы, без которых растения не могут полностью закончить цикл развития и которые не могут быть заменены другими элементами. По 12 условно необходимым элементам в ряде опытов имеются сведения об их положительном действии.

Элементы содержащиеся, в растительном организме в значительных количествах (от сотых долей до целых процентов), называют макроэлементами. Элементы, содержание которых в растениях выражается тысячными – стотысячными долями процентов, относят к микроэлементам, а элементы, находящиеся в еще меньших количествах, относят к ультрамикроэлементам. Такое деление весьма условно. Например, железо по количественному содержанию следует относить к макроэлементам, а по выполняемым функциям - к микроэлементам**[7]**.

Микроорганизмы имеют исключительное значение для существования жизни на нашей планете. Благодаря деятельности микрофлоры происходит минерализация органических остатков и непрерывное поступление в атмосферу углекислого газа, за счет которого осуществляется фотосинтез зеленых растений. Всего в пахотном горизонте почвы масса бактерий составляет от 3 до 7-8т/га.

Основное количество элементов питания растений усваиваются в ионной форме (в виде анионов и катионов) через корневую систему. В основном азот поглощается в виде аниона нитрата NO3 и катиона аммония NH4. Эти ионы постоянно образуются в почве из органических веществ в результате процессов аммонификации и нитрификации, осуществляемых микроорганизмами.

Нитрификацией называют процесс окисления аммиачных солей до нитратов. Процесс хорошо идет при благоприятных водном режиме в хорошо аэрируемых почвах. Нитраты очень подвижны, легко вымываются из почвы, а также подвергаются процессу денитрификации.

Денитрификация – восстановление нитратов до молекулярного азота или промежуточных соединений – азотистой кислоты или аммиака.

Как правило, органический азот не усваивается растениями. Для них необходим минеральный азот в виде нитратов. В почве происходит минерализация органического азота с образование аммиака. Этот биологический процесс носит название «аммонификация», в нем принимают участие гетеротрофные бактерии, актиномицеты и грибы. В процессе аммонификации используются самые разнообразные азотосодержащие вещества: белки, аминосахара, нуклеиновые кислоты, пуриновые основания, мочевина и др. Этот процесс могут вызвать многие виды бактерий.

Микроорганизмы для своего питания нуждаются в разнообразных химических элементах, тех же самых, что и высшие растения. Основное питательное вещество, в котором нуждаются почвенные микроорганизмы, - азот.

Автотрофы используют простые минеральные азотистые соединения, например соли аммония и азотной кислоты. Среди автотрофов попадаются фотосинтезирующие организмы, которые усваиваются и атмосферный азот. Гетеротрофы могут усваивать азот из минеральных соединений, некоторые – даже атмосферный.

Разнообразные многочисленные почвенные микроорганизмы обеспечивают расщепление и других соединений углерода, таких, как гемицеллюлоза, крахмал, лигнин. Почвенная микрофлора вызывает превращения разнообразнейших химических соединений, ассимилируя, окисляя или восстанавливая их, осаждая или растворяя, создавая комплексы или освобождая химические соединения из существующих комплексов.

Растения в процессе жизнедеятельности через корневую систему выделяют в почву различные вещества: минеральные соли, сахара, органические кислоты, аминокислоты, витамины, ростовые вещества. Эти вещества, усвоенные микроорганизмами, влияют на их развитие и состав. Наряду с корневыми выделениями микроорганизмы используют для питания отмершие корни, корневые волоски, слущивающиеся клетки корневых чехликов, эпидермис корня. В непосредственной близости от корней высших растений создается ризосфера – зона, благоприятная для развития почвенных микроорганизмов.

 По данным В. Т. Емцева с сотрудниками, количество бактерий рода Clostridium в 1 г пара составляет 69,7 тыс., а в ризосфере – 10,7 млн. Подсчитано, что масса бактерий в ризосфере люцерны примерно вдвое больше, чем вне ризосферы, и составляет соответственно 5 т и 2,25 т на 1 га. В ризосфере бобовых культур микрофлора значительно богаче, чем в ризосфере злаковых.

Преобладающая группа ризосферной микрофлоры – неспоровые бактерии: азотобактер, клубеньковые, фотосинтезирующие бактерии. Здесь же накапливаются и другие представители азотофиксирующей флоры: маслянокислые, микобактерии, водоросли. В ризосфере наблюдается и более интенсивное размножение водорослей. Кроме названных, в ризосфере развиваются и другие группы микроорганизмов – аммонификаторы, денитрификаторы, нитрификаторы. Благодаря этому в ризосфере накапливаются значительно большие количества доступных растениям элементов минерального питания, чем в остальных участках почвы, причем большее содержание доступных растениям минеральных соединений отмечается в ризосфере, несмотря на их усиленное потребление корневой системой растений.

Значительная роль в азотном балансе почв, особенно в условиях влажного климата и на почвах, богатых органическим веществом, принадлежит свободноживущих азотофиксирующих микроорганизмам. Благодаря совершенствованию методов исследования список растений, способных к симбиотической азотофиксации, и микроорганизмов, усваивающих молекулярный азот, быстро расширяется.

Биологическое закрепление питательных элементов микроорганизмами, как правило, непродолжительно. После отмирания клетки микроорганизмы минерализуются, и питательные вещества освобождаются для последующего их использования растениями – обычно на следующий год. Интересно отметить, что каждая почва, возникшая в процессе эволюции, сформировала свою собственную, присущую только ей одной микрофлору.

Количество микроорганизмов на 1 г почвы, млн.:

Дерново-подзолисто целинные 600-1000

Окультуренные 1000-2000

Черноземы целинные 2000-2500

Окультуренные 2500-3000 **[7]**

Явление нодуляции (клубеньковости) у бобовых общеизвестно и отмечено еще в середине XVI века европейскими «отцами ботаники» Фуксом и Боксом. Научное изучение почвоулучшающих свойств бобовых в связи с наличием корневых клубеньков было начато, однако, лишь в середине XIX века Гельригель и Вильфрат в 1888 году впервые экспериментально подтвердили взаимосвязь между появлением корневых клубеньков и ассимиляцией свободного азота. В том же году Бейеринк изолировал в чистой культуре клубеньковые бактерии из нескольких видов бобовых, подтвердив, что они являются микросимбионтами.

Дизотрофами (так, по предложению Крофута, принято называть любые азотофиксирующие организмы) у бобовых в подавляющем большинстве случаев являются бактерии, относимые к роду Rhizobium. Значительно реже микросимбионты бобовых относятся к цианобактериям. Был, в частности, идентифицирован Nostocpuntiforme. Однако азотофиксирующие свойства цианобактерий, связанных с бобовыми, как кажется, не изучены.

Широко распространено мнение, что форма корневых клубеньков определяется видом растения-хозяина. Наблюдения Корби основаны преимущественно на этом постулате. Однако совершенно ясно, что форма, ветвистость и величина клубеньков связана также и с целым рядом чисто экологических моментов и особенностями их формирования**[8].**

Интерес к проблеме биологической фиксации молекулярного азота атмосферы обусловлен существенной ролью биологического азота в общем азотном балансе биосферы. Решение этой проблемы перспективно в плане получения дешевого и совершенно безвредного азота для здоровья человека и окружающей среды биологического азота для обеспечения нужд сельского хозяйства.

Запасы минерального азота в почве невелики и в среднем составляют 150 кг на 1 га пахотного слоя. Запасы молекулярного азота в атмосфере практически неисчерпаемы. Над каждым гектаром почвы содержится такой запас азота, который мог бы обеспечивать высокие урожаи в течение миллионов лет. Однако молекулярный азот не может быть использован ни растениями, ни животными организмами. Азотофиксация – это уникальный процесс, характерный только для прокариотной клетки. Среди царства прокариот способны фиксировать молекулярный азот сине-зеленые водоросли, различные аэробные и анаэробные бактерии и некоторые актиномицеты. Все азотофиксирующие микроорганизмы условно можно подразделить на две группы: свободноживущие в почве и симбиотические, вступающие в симбиоз с высшими растениями.

Согласно подсчетам ежегодно культурные растения земного шара выносят из почвы около 1000 млн. т азота, в то время как вносимые в почву минеральные удобрения составляют лишь 332 млн. т. Остальной дефицит азота в почве восполняется за счет биологической азотофиксации. В земледелии нашей страны при возрастающих поставках минеральных удобрений велика роль биологического азота. Подсчитано, что свободноживущие азотофиксирующие микроорганизмы фиксируют по 15-18 кг азота на 1 га.

Типичными представителями свободноживущих азотофиксирующих микроорганизмов являются бактерии рода Clostridium и Azotobacter. Среди обширного рода Clostridium к азотофиксации способны многие виды - CI. butyricum, CI. acetobutylicum, CI. felsineum др. Наиболее активным азотофиксатором является CI. pasteurianum, выделенный в чистую культуру С. Н. Виноградским в 1893 году. Средняя активность азотофиксации составляет 10-12 мг азота на 1 г сброженного сахара.CI. pasteurianum выделяется из всех видов почв. Преобладает он на слабо аэрированных почвах, затопляемых водой.

Второй свободноживущий азотофиксирующий микроорганизм рода Azotobacter выделен М. Бейеринком в 1901 году из садовой почвы. Активность азотофиксации в культурах азотобактера составляет 15-20 мг азота на 1 г потребленного органического вещества. Активатором процесса является молибден, входящий в состав ферментов, ведущих процесс азотофиксации. Азотобактер выделяется из относительно плодородных, хорошо аэрированных и достаточно увлажненных почв. На юге, в условиях сухого и жаркого климата, микрооганизм ведет себя как типичный эфемер, активно развиваясь только в благоприятные по условиям влажности и температуры периоды весны и осени.

Способность к азотофиксации проявляют и другие бактерии семейства Azotobacteraceae, относящиеся к родам Azomonas, Beijerinckia и Derxia. В последнее время азотофиксаторы открыты среди псевдомонад, спирилл, энтеробактерий, микобактерий, актиномицетов и других групп прокариот.

Симбиотические азотофиксирующие микроорганизмы представлены клубеньковыми бактериями, входящими в симбиоз с бобовыми растениями. Название “клубеньковые” обусловлено способностью этих бактерий вызывать опухолевидные разрастания клеток паренхимы коры корня. Впервые клубеньковые бактерии в клетках люпина в 1866 году описал М. С. Воронин.

В современной систематике прокариот клубеньковые бактерии объединены в один весьма обширный род Rhizobium. Видовое название бактерии рода Rhizobium получают по названию бобового растения-хозяина, например: Rh. phaseoli – клубеньковые бактерии фасоли, Rh. trifolii – клубеньковые бактерии клевера и др.

Клубеньковые бактерии – типичные обитатели почв. Морфологически они представлены палочковидными клетками размером 0,5 – 0,9×1,2 – 3,0 мкм; в молодой культуре они подвижны. По мере роста клетки теряют подвижность, увеличиваются в размерах и переходят в стадию опоясанной палочки. На этой стадии за счет жировых включений в цитоплазме клеток окрашенные участки чередуются с неокрашенными в виде поясков. Стадия опоясанной палочки переходит в стадию бактероида, при этом клетки ветвятся, принимая форму коралла.

Большинство клубеньковых бактерий проявляет высокую специфичность в отношении бобового растения- хозяина. Так, клубеньковые бактерии фасоли вступают в симбиоз только с культурой фасоли, Клубеньковые бактерии сои заражают только сою и т.д. В некоторых случаях наблюдается не только видовая, но и сортовая специфичность клубеньковых бактерий.

Для успешного инфицирования корневой системы бобового растения большое значение имеет вирулентность клубеньковых бактерий, т.е. способность их проникать в клетки в клетки коры корня, активно в них размножаться и вызывать образование клубенька.

Заражение бобовых растений клубеньковыми бактериями происходит при прорастании семени, когда корневые волоски корня вступают в контакт с бактериями. Корневой волосок под влиянием размножающихся вблизи него клубеньковых бактерий начинает изгибаться, приобретая форму ручки зонтика. В ответ на выделение бактериями полисахаридов корневой волосок выделяет фермент полигалактуроназу, которая лизирует его оболочку и открывает «ворота инфекции». Клубеньковые бактерии активно размножаются, выделяют слизь и в виде инфекционной нити продвигаются по корневому волоску в клетки коры корня. Инфицированные бактериями клетки корня активно делятся, формируют ткань клубенька. Клубеньковые бактерии в клетках корня проходят стадию опоясанной палочки и превращаются в бактероиды, окруженные клеточной мембраной, представляют собой азотофиксирующую единицу. В пространстве между бактероидами и окружающими их мембранами локализуется леггемоглобин, осуществляющий функцию переносчика кислорода к бактероидам для процессов катаболизма. Однако в ткани клубенька наблюдается низкое парциальное давление кислорода, так как последний подавляет активность ферментной системы азотофиксации.

К концу фазы цветения бобового растения обычно происходит дегенерация клубеньков. В клетке клубенька появляются вакуоли, бактероиды постепенно лизируются, и клубенек постепенно отмирает. Исследования, проведенные в последние годы, показали, что передача связанного азота из ткани не только после лизиса, но и в период их активной жизнедеятельности. Транспорт азотосодержащих веществ из клубеньков в наземную часть растения осуществляется в форме аминокислот. Некоторое количество аминокислот выделяется корневой системой бобовых растений в почву.

Симбиотические взаимоотношения клубеньковых бактерий с бобовыми растениями, и, соответственно, и процесс активной азотофиксации определяется комплексом факторов: условия аэрации, температурой, влажностью, реакцией pH, наличием в среде макро- и микроэлементов. Микроорганизмы фиксируют азот при обычном атмосферном давлении и нормальной температуре.

Использование биологического азота теснейшим образом связано с повышением продуктивности сельскохозяйственных культур, так как урожай растений в основном зависит от азотного баланса почв.

Одним из путей повышения запасов азота в почве является расширение посевных площадей, занимаемых бобовыми культурами. В нашей стране из общей площади в 26 млн. га под зерновыми культурами занято 6,2 млн. га и под кормовыми бобовыми – 19 млн. га, что составляет пока всего 11% пахотной площади. Бобовые культуры, в зависимости от условий роста, накапливают от 60 до 300 кг азота на 1 га почвы за вегетационный период.

Однако, не смотря на высокую эффективность фиксации азота, симбиотические азотофиксирующие микроорганизмы в общем азотном балансе биосферы занимают лишь второе место, уступая первое свободноживущим азотофиксаторам. Это определяется, прежде всего, незначительной долей бобовых культур в естественных биоценозах.

Нередко в зрелых экосистемах бобовые культуры вообще отсутствуют. С другой стороны, свободноживущие азотофиксирующие микроорганизмы весьма разнообразны и многочисленны и распространены во всех видах почв всех географических зон. И хотя активность их азотофиксации значительно ниже, чем у клубеньковых бактерий, общая доля свободноживущих азотофиксаторов в азотном балансе биосферы несравнимо выше. Активность их азотофиксации еще больше возрастает, если азотофиксирующие микроорганизмы развиваются в зоне ризосферы растений, т. е. в ассоциации с растением, ибо уровень азотофиксации прямо пропорционально зависит от количества доступной энергии. В ассоциации с растением свободноживущие азотофиксирующие микроорганизмы в качестве источника энергии используют корневые выделения, слизи и продукты прижизненного опада корней. Учитывая вышеизложенное, неудивительно, что вклад свободноживущих азотофиксаторов в общий азотный баланс биосферы составляет в год не менее 10-25 кг азота на 1 га для почв средней полосы и 50-100 кг азота на 1га для почв субтропиков и тропиков**[3].**

Состояние биологической системы (организм, популяция, биоценоз) в той или иной степени характеризует воздействие на нее природных или антропогенных факторов и условий среды и может применяться для их оценки. Биоиндикаторы (от био и лат. indico – указываю, определяю) – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.

Биотестирование представляет собой методический прием, основанный на оценке действия фактора среды, в том числе и токсического, на организм, его отдельную функцию или систему органов и тканей. Кроме выбора биотеста существенную роль играет выбор тест – реакции – того параметра организма, который измеряется при тестировании. Наиболее информативны интегральные параметры, характеризующие общее состояние живой системы соответствующего уровня. Для отдельных организмов к интегральным параметрам обычно относят характеристики выживаемости, роста, плодовитости, тогда как физиологические, биохимические, гистологические и прочие параметры относят к частным.

В основе принципа биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее популяциями разных организмов. Лучше других разработаны ботанические методы фитоиндикации и диагностики почв. Например, путем анализа состава и структуры растительных сообществ, распространения растений – индикаторов или определенных индикационных признаков у отдельных видов растений можно установить тип почвы, степень ее гидроморфизма, развитие процессов заболачивания, соленакопления и т.д. Среди растений обнаружены индикаторы на тот или иной механический и химический состав почв, степени обогащенности питательными элементами, на кислотность или щелочность, глубину протаивания мерзлотных почв или уровень грунтовых вод**[5].**

В овощных культурах к группе бобовых, богатых белками, ценными для организма аминокислотами, углеводами и витаминами, относятся горох, фасоль обыкновенная и лимская и бобы, используемые в молодом, недозрелом состоянии**[1].**

Для проведения эксперимента мы использовали следующие виды и сорта бобовых овощных культур:

* *Бобы овощные «Белорусские»* - популярный среднеспелый (техническая спелость наступает через 70 дней, сбор урожая через 90-110 дней) сорт овощных бобов, отличающийся высокой калорийностью. Растение высотой до 100см, слабоветвящееся. Образует от 6 до 10 бобов. Боб прямой формы, гладкий, сетчатый, темно-зеленого цвета, длиной от 9 до 12см, шириной до 2 см, содержащий от 3 до 5 больших плоских овальных семян светло-зеленого цвета, со временем меняющих цвет на бурый. Урожайность 0,5кг/м2.
* *Бобы овощные «Русские черные»*- популярный среднеспелый сорт отечественной селекции. От всходов до технической спелости 65-70 дней, до созревания семян- 90-100дней, формируют от 6-10 бобов. Бобы длиной 8-11 см, при созревании растрескиваются. Урожайность 0,4-0,5 кг\м2.
* *Фасоль «Золотая шейка»*- раннеспелый (54-66 дней) сорт. Растение вьющееся, длиной 1,5м. Бобы желтые, без пергаментного слоя, длиной 20-22см. Зерно белое, продолговатое. Ценность сорта: устойчивость к основным болезням, высокая урожайность, продолжительный период хозяйственного использования.
* *Фасоль спаржевая «Снегурочка»*- раннеспелая (48-52 дня от восходов до плодоношения) спаржевая фасоль. Растение компактное, кустовое, высотой 35-40см, среднеоблиственное. Бобы прямые или слабоизогнутые, на поперечном сечении эллиптические, без пергаментного слоя и волокна, в технической спелости светло-желтые, длиной 17см, шириной до 1,2см.
* *Фасоль «Пурпурная королева»*- среднеспелый сорт, период от всходов до технической спелости 50-60 дней. Растения кустовые, низкорослые, не требующие опоры. Бобы длиной 15-17см, шириной 1,0-1,3см, в фазе технической спелости без пергаментного слоя и волокна. Масса 100 бобов 450-600г. Урожайность бобов в технической спелости- 1,6-3,0кг\м2. Сорт устойчив к бактериозу, хорошо переносит засуху и пониженные температуры.
* *Фасоль «Веснушка»* - кустовое растение высотой до 50 см Среднепоздний сорт, вегетационный период около 100 дней. Бобы прямые, средней длины, клювик длинный, чуть изогнутый. Семена бело – бежевые с точками и полосками красно – фиолетового цвета. Урожайность порядка 0,3 кг/м2. Устойчив к полеганию, осыпанию и засухе. Хорошие вкусовые качества**[2]**.
* *Овес посевной* — яровое или зимующее влаголюбивое, не требовательное к теплу растение. Вегетационный период ярового овса 80—110 суток. Самоопылитель. Лучшие почвы — дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы. Средняя урожайность зерна 20—25, высокая — 40—45 ц с 1 га. Высевают рано весной обычным рядовым и узкорядным способами, норма посева семян 1,8—2,5 ц/га, глубина посева 3—6 см. Вредители — проволочники, шведская муха; болезни — ржавчина, головня**[6]**.

**III**.**Материал и методика**

В июне 2018 года мы выбрали для проведения эксперимента заведомо малоплодородный участок на территории полевого отдела учебно – опытного участка нашего лицея, предварительно разделив его на 4 гряды, с каждой гряды отобрали пробы почвы методом конверта и упаковали образцы в полиэтиленовые пакеты, подписав их. Затем посеяли семена овощных бобовых растений по следующей схеме:

* бобы сортов «Русские черные» и «Белорусские» - гряда 1;
* фасоль сортов«Снегурочка» и «Золотая шейка»- гряда 2;
* фасоль сорта «Пурпурная королева» - гряда 3;
* фасоль сорта «Веснушка» - гряда 4.

Семена бобовых овощных культур, взятые нами для эксперимента, были получены в результате выращивания данных культур/сортов на нашем учебно – опытном участке в прошлом году (на территории овощного отдела). Поскольку семена фасоли сортов «Снегурочка» и «Золотая шейка» в зрелом состоянии практически неотличимы друг от друга, при сборе их случайно перемешали и для посадки мы получили смесь семян 2х сортов. Урожай семян овощных бобов в прошлом году был очень незначительным, поэтому для полного засеивания гряды 1 нам пришлось использовать семена 2х сортов бобов.

После уборки растений в конце сентября 2018 года мы повторно отобрали пробы почвы тем же методом конверта и упаковали образцы в полиэтиленовые пакеты, подписав их.

Лабораторный эксперимент был заложен 17.10.2018, ликвидирован 01.11.2018. Отобранную почву распределили по емкостям (цветочные горшки)в трех повторностях для каждого варианта почвенных образцов (до выращивания бобовых растений и после) и для каждой гряды. В каждый горшок мы посеяли по 50 семян овса, предварительно отобрав и откалибровав их. Овёс был выбран потому, что это растение отличается достаточно быстрыми темпами роста, дает зеленую массу и отзывчиво на изменение содержания элементов питания. Семена для посева нам предоставили учащиеся, которые этим летом проводили полевой эксперимент по изучению влияния удобрения Байкал ЭМ1 на урожайность овса.

Мы вели наблюдения за темпами роста растений овса. Через две недели мы срезали и взвесили зеленую массу растений овса на лабораторных технических весах, полученные данные после статистической обработки**[4]** занесли в таблицу 1. Все растения овса, выращенные на почвенных образцах, отобранных до выращивания бобовых растений с каждой из 4-х гряд, мы назвали контрольными, а растения овса, выращенные на почвенных образцах, отобранных после выращивания бобовых растений с каждой из 4-х гряд, назвали экспериментальными.

Затем мы сравнили полученные данные, подсчитали процентное увеличение зеленой массы экспериментальных растений по сравнению с контрольными и сделали выводы о влиянии выращивания бобовых растений на накопление азота в почве.

IV.Результаты исследования

**Таблица 1.** Зеленая масса растений овса в эксперименте, (г)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| N/пп | Вариант эксперимента | Зеленая масса растений, г(контроль) | Зеленая масса растений, г(эксперимент) |
| 1 | Гряда 1 | 10,3± 0,20 | 11.5 ± 0,18 |
| 2 | Гряда 2 | 8,9± 0,13 | 11.5 ± 0,21 |
| 3 | Гряда 3 | 10,4 ± 0,12 | 13.5 ± 0,14 |
| 4 | Гряда 4 | 9,2 ± 0,24 | 10,4 ± 0,32 |

**Диаграмма 1.** Зеленая масса растений овса в эксперименте (г)

Во всех вариантах эксперимента отмечено более высокое накопление зеленой массы экспериментальных растений овса (т.е. выращенных на почвах, на которых перед этим культивировались овощные бобовые растения) по сравнению с контрольными:

Гряда 1 – зеленая масса растений больше на 10,1 %,

Гряда 2 – зеленая масса растений больше на 36,9 %,

Гряда 3 – зеленая масса растений больше на 29,8 %,

Гряда 4 – зеленая масса растений больше на 13,0 %.

Максимальное увеличение зеленой массы растений овса наблюдается в варианте, где в качестве бобовой культуры – предшественника выращивалась фасоль сортов «Снегурочка» и «Золотая шейка». Чуть меньше там, где выращивалась фасоль сорта «Пурпурная королева». Минимальное увеличение зеленой массы растений овса наблюдается в варианте, где культурой – предшественником были овощные бобы.

**V.Выводы**

1. Результаты проведенных исследований показали, что фасоль сортов «Снегурочка» и «Золотая шейка» больше обогатили почву азотом, чем все остальные культуры. Эффективность воздействия выращивания фасоли сорта «Пурпурная королева» близка к значениям, полученным при использовании почв, отобранных после выращивания фасоли сортов «Снегурочка» и «Золотая шейка».
2. Наименьшую эффективность в обогащении почвы азотом показало выращивание овощных бобов сортов «Русские черные» и «Белорусские».

Наша гипотеза подтвердилась частично.

Мы могли бы рекомендовать использование в качестве культуры, выращиваемой для обогащения почвы азотом фасоль сортов «Снегурочка», «Золотая шейка» и «Пурпурная королева».

**VI. Информационные источники**

1. Бексеев Ш. Овощные культуры мира/ Ш. Бексеев. – СПб.:«Диля», 1998. – 512 с.
2. Информация производителей на упаковках семян бобовых овощных культур(«ГАВРИШ», «Русский Огород – НК»)
3. Лукомская К. А. Микробиология с основами вирусологии: Учеб. Пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец./ К. А.Лукомская. – М.: Просвещение, 1987.-192 с.: ил.
4. Малков П. Ю. Количественный анализ биологических данных: Учебное пособие/ П. Ю.Малков. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 71 с.
5. Мелехова О.П., Егорова Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
6. Месяц В. К. Сельское хозяйство. Большой энциклопедический словарь // Редколлегия: В. К. Месяц (главный редактор) — Научно–исследовательская «Большая Российская энциклопедия», 1998. - 656 с.: ил.
7. Ягодин Б.А., Смирнов П. М., ПетербургскийА.В. Агрохимия/Под ред. Б.А.Ягодина- 2-е изд., перераб.и доп.- М.: Агропромиздат,1989. – 639 с.
8. Яковлев Г.П. Бобовые земного шара/ Г.П. Яковлев. – Ленинград: «НАУКА», 1991. – 144 с.