

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 06.04.01 Биология

Магистерская программа Ботаника

Форма обучения очная

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему:

**«РОСТОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ НА РАЗНЫХ ФОНАХ
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ»**

Студент  Седова Анастасия Александровна

Руководитель  Карпова Г.А.

Рецензент  Иванов А.И.

Нормоконтролер  Фатюнина Ю.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 15.06.2021 № 14)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой 5 (отлично)

(протокол заседания ГЭК от 23.06.2021 № 6)

Секретарь ГЭК  Фатюнина Ю.А.

Пенза, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	5
1.1 Рост и развитие как морфофизиологические процессы растительных организмов.....	5
1.2 Физиологическая потребность растений в обеспеченности элементами минерального питания.....	17
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РОСТОВЫХ И ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ РАСТЕНИЙ.....	31
3.1. Озимая рожь.....	31
3.2. Озимое тритикале.....	44
3.3. Кукуруза.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	62

ВВЕДЕНИЕ

Растения в общебиологическом смысле представляют собой открытые системы со сложной структурой взаимообусловленных взаимодействий и регуляций. При изучении растений важно выделить конкретную часть сопоставляемых величин, способных дать объяснение определенному процессу, происходящему на каждом этапе онтогенеза. Характерным является то, что растения как системы, с точки зрения физиологии растений, обладают высокой динамикой меняющихся ростовых, трофических, энергетических процессов. При этом на эти системы постоянно оказывается внешнее воздействие, носящее как положительный, так и отрицательный характер.

В агробиологии существенным аспектом проводимых исследований является создание имитационных моделей, на основе которых делается возможным проведения учета влияния почвенно-климатических факторов и подбор агротехнических приемов. Данные модели позволяют вести анализ, как отдельных процессов, так и взаимодействий между ними: коррелятивного роста и развития вегетативных и генеративных органов, донорно-акцепторных отношений в ходе фотосинтеза и минерального питания, перераспределения продуктов фотосинтеза при формировании урожая.

В агроценозах конечным результатом функционирования растительных систем является биологический или хозяйственный урожай. Для его получения необходима фиксация и анализ данных по формированию биомассы, росту и развитию отдельных органов, ходу фотосинтеза, интенсивности дыхания растений и др.

Одним из основополагающих факторов выступает обеспеченность элементами минерального питания в онтогенезе растений, которая оказывает влияние не только на процессы роста и развития вегетативных и генеративных органов, но и их соотношение, что важно для получения конечного урожая.

Таким образом, целью работы явилось: изучение процессов роста и развития отдельных зерновых культур с учетом их обеспеченности элементами минерального питания.

На основании поставленной цели были определены задачи исследований:

- используя учебную, научную и справочную литературу рассмотреть вопросы роста и развития как морфофизиологических процессов растительных организмов;

- основываясь на литературных данных изучить физиологическую потребность растений в обеспеченности элементами минерального питания в онтогенезе;

- провести анализ ростовых и формообразовательных процессов вегетативных и генеративных органов в онтогенезе озимой пшеницы, озимого тритикале и кукурузы на разных фонах минерального питания.

Научная новизна:

С использованием источников научной и справочной литературы проведен системный анализ влияния разных условий минерального питания на соотношение ростовых и формообразовательных процессов вегетативных и генеративных органов растений озимой ржи, озимого тритикале и кукурузы при формировании урожая данных культур.

Практическая значимость:

Результаты проведенного анализа научной и справочной литературы по вопросам влияния разных условий минерального питания на соотношение ростовых и формообразовательных процессов вегетативных и генеративных органов растений озимой ржи, озимого тритикале и кукурузы при формировании урожая данных культур, возможно использовать в качестве справочных материалов при аудиторной и самостоятельной работе студентов по направлениям подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «Биология» и 44.03.05 Педагогическое образование, профили «Биология. Химия».

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Рост и развитие как морфофизиологические процессы растительных организмов

Каждое растение не может расти и развиваться без систематического деления клеток. Уже начиная с прорастания семени можно увидеть и сделать вывод о том, что сразу же происходит изменение его массы, размера, а так же объема. Именно за счёт деления клеток, которое происходит постоянно в образовательной ткани стебель и корень растут в длину и ширину. Этот процесс не может быть осуществим без размножения, когда увеличивается число клеток с перераспределением веществ, входящих в состав растения. Что же касается зеленых растений, то, несомненно, процесс фотосинтеза играет важную роль, ведь именно на свету будет увеличиваться масса тела. Будут обильно накапливаться органические вещества, а это говорит нам о том, что их затраты на дыхание будут меньше. В темное время суток уже имеющиеся вещества будут распределяться на рост и дыхание равномерно, и процессы будут протекать одновременно [1,20].

Корень

Рассмотрим, как растут и развиваются главные части растения и начнём с корня. Это, так называемый, подземный осевой орган растения, у которого цилиндрическая форма, радиальная симметрия и за счет функций верхушечной меристемы он может расти на протяжении всей жизни. По своим морфологическим особенностям он будет отличаться от побега тем, что рост его зачастую направляется к низу. Можно как угодно положить семя, которое начало прорастать или укореняющийся побег – корни этих частей растения так или иначе будут направляться вниз. Это даёт возможность понять, что растение очень чувствительно к притяжению, которое создаётся Землёй. Это явление получило название геотропизм [11].

На протяжении всей своей жизни растения растут, тем самым дают такую же возможность корням. Они могут становиться длиннее и по тем или иным причинам в результате деления и вытягивания клеток, которые образовались на верхней части корня, продвигаться в почве.

После того, как рассмотрели, как устроены совсем еще молодые корешки, нужно описать их зоны. Начнем с нижней части, где на самом конце корня осуществляют свою жизнедеятельность клетки, так называемой апикальной меристемы, которые обеспечивают рост и образуют зону деления. Длина этой зоны может составлять от 1 до 5 мм. С внутренней стороны меристема защищена корневым чехликом, который отвечает за защитную функцию. Доказательством этого могут служить наблюдения под микроскопом, где чётко видно, что корневой чехлик состоит из нескольких слоёв клеток, тем самым защищает делящиеся клетки кончика корня от механических воздействий среды. Кроме этого, клетки корневого чехлика выделяют слизь, действие которой, облегчает продвижение растущего корня в почве. Из его меристемы, которая называется верхушечной, не будут произрастать листья и почки (исключение будут являться придаточные), но она будет защищена корневым чехликом. Он дает возможность корню обеспечивать целенаправленное передвижение в субстрате. За названной зоной, как правило, следующей будет зона растяжения, она же зона роста. Именно в этой зоне клетки уже практически перестанут делиться, а размер корня увеличивается за счет накопления клетками большого количества воды, и тем самым, возникновения вакуолей, которые будут достигать своего максимума. В зоне всасывания (поглощения), которая расположена выше, клетки будут прекращать расти. Начнут дифференцироваться. Сверху будут образовываться корневые волоски. Они выполняют функцию всасывания воды и минеральных веществ. Эта зона будет постоянно передвигаться в почве, и это будет зависеть от того, как будет нарастать верхушка корня. Зона проведения обладает проводящей тканью, которая хорошо развита и будет со временем передавать почвенные

растворы по стеблю к листьям. Боковые корни мы сможем увидеть так же только в этой зоне.

Если рассматривать не конкретные зоны, а полностью корень, то можно сделать вывод о том, что корень будет расти так называемой верхушкой, а зона роста не будет превышать 8-10 мм. И мы можем даже стимулировать развитие его боковых корней, если сделаем пикировку, иначе просто удалим кончик. В результате этого действия можно улучшить питание всего растения и продуктивность всего организма увеличится. Мы можем так же стимулировать рост придаточных корней, если обеспечим растение максимальным количеством кислорода.

Что же касается корневой системы в целом. Успех благоприятного роста и развития зависит в основном от плодородия почв, насколько хорошо будет оптимизирована влажность и температура. Стоит так же отметить, и как хорошо почва будет пропускать воздух. Рост растения будет замедляться, если почва будет слишком плотная или наоборот слишком влажная. Отметим, что и при недостаточной влажности почвы рост и развитие может замедляться или вовсе прекратится. Вся корневая система и части растения в целом будут расти лучше при температуре, которая будет оптимальной для определенного вида растения. Если снижение температуры будет не существенным, то корни будут чувствовать себя лучше, чем те же надземные органы для которых повышение будет лучшим вариантом. От плодородия почвы так же многое зависит. В результате того, что корни постоянно ветвятся, образуют корневые волоски и придаточные корни, площадь поглощения увеличивается. От этого будет зависеть, насколько эффективно минеральное питание. Ветвление корня возможно стимулировать достаточной обеспеченностью фосфором.. Немаловажным будет в этом случае и процесс фотосинтеза, ведь от его активности так же зависит развитие корней. Если постоянно скашивать верхнюю часть растений, то рост корней, к сожалению, будет замедляться, что повлечет негативные последствия (например, уменьшится масса

корней). Подчеркнём и урожайность. Если растение очень плодовитое, то это будет замедлять рост корней, а вот группы цветков ускорят.

Можем сказать и о происхождении корней, а они могут развиваться не только из семени, но и от вегетативных органов. От них и будет зависеть корневая система. Конечно, нельзя упустить вид и сорт растения, а так же условия природной среды. Если системы корней выросли из семени, то они будут, проникают в почву глубже, чем, например, системы, которые растут естественным путём. У роста корней можно выделить различные типы, и по тому, как располагаются, их выделяют по горизонтали нахождения в грунте.

Рост корня происходит таким образом, что будет направлен туда, где оптимальное количество влаги, достаточное количество веществ, необходимых для питания и, конечно же, воздух, а именно кислород. Такое интересное движение корня и его систем, в том направлении, где есть нужные ему химических веществ (например, кислород, вода, минеральные соли) называется хемотропизмом.

Условия внешней среды могут меняться по многим причинам. Именно они, смотря на особенности каждого растения, могут сделать медленным или наоборот быстрым гибель корней. В конечно итоге часть отмершей или восстановленной корневой системы постоянно на протяжении всего процесса вегетации, а так же всего существования движется в еще неизведанный субстрат. Так называемые слои почвы укладываются от стебля круговыми линиями, умирая в одном месте и появляясь в другом, что дает возможность оптимальным условиям развития и образованию плодов у растений. Совокупность всех безжизненных масс корней на протяжении всего года можно описать несколькими десятками килограммов и даже может тоннами остатков органических веществ в расчете на один гектар, которые являются основным питанием микроскопических организмов ризосферы. В процессе такого корнеопада происходит гибель не только мелких корней, но и, так скажем, скелетных.

Кроме всех вышеперечисленных функций, которые выполняет подземная часть растения, необходимо отметить синтетическую. Скорее это даже не функция, а процесс – синтез гормонов и других физиологически активных веществ, которые обеспечивают регуляцию и взаимоотношения надземной и подземной части на протяжении всей жизни растительного организма.

Такой процесс назвали синтетической функцией корневой системы. Подземные органы различных видов растений могут синтезировать аминокислоты, танины, алкалоиды и многие сложные вещества. Можно от побега отделить всю корневую систему, но, так или иначе, снабжать этот орган всеми нужными веществами, необходимыми для питания. В этом случае рост все равно прекратится и снова начнет свою деятельность, когда у этой отдельной части начнут появляться придаточные корни. В тот же момент сами корни, которые были отделены от побега и были снабжены поступлением необходимых веществ, могут расти неограниченно во времени.

Вся деятельность корней на протяжении всей жизни, процессы их роста и развития постоянно взаимодействуют с окружающей средой, конкретными органическими веществами. В процессе жизнедеятельности в почву выделяются соединения, которые имеют в своём составе азот, калий, фосфор, кальций, магний, хлор и другие элементы. Все они могут быть поглощены только в одной части корневой системы, а выделены корнями, которые располагаются в другой ее части. От суммарного количества впитанных корневыми волосками зольных элементов обратно в почву в конце вегетационного периода выходит 38 % калия, 32 – кальция, 10% магния.

Как только аммиачный или нитратный накапливаются азот в растении, то уже через небольшой промежуток времени начинает преобразовываться в аминокислоты и амиды. Происходит это в корнях. При оптимальных условиях роста и при не превышающей концентрации азота из аммиака, он начинает до конца преобразовываться в корнях в аминокислоты и не доходит до таких органов, как стебель. При небольшом избытке азота, полученного из аммиака, в окружающей среде и ограниченном обеспечении калием мгновенное

проникновение аммиака в растение заметно преобладает синтез аминокислот; в этом случае аммиак, вероятно, будет скапливаться в растениях.

По сосудам ксилемы от корня к стеблю не всегда могут передвигаться минеральные элементы, но и заранее накопленные в самих клетках корня. И это на самом деле очень важно. К окончанию индивидуального развития организма, как правило, по тому, как стареют клетки корня, их способность к всасыванию значительно уменьшается. В этот же момент времени в субстрате наблюдается меньшее содержание минеральных и органических веществ, которые нужны для питания. Несмотря на это, клетки корня не теряют возможность возобновлять необходимые вещества в других, не менее значимых органах, таких как стебель и листья.

Примером веществ, синтезируемых в клетках корня, могут служить азотсодержащие, а именно алкалоиды, порфирины, каучук, витамины В1, В6, С. От веществ, непосредственно связанных с гормонами, которые синтезируются самой корневой системой, зачастую будут зависеть все процессы, связанные с фотосинтезом в листовых пластинках. Поэтому важно отметить, что именно корневая система является местом синтеза цитокининов, которые относят к наиболее важной группе гормонов, ответственных за многие метаболические процессы во всем растении [5].

Побег

Надземный основной орган семенных растений и выполняет он, несомненно, важную функцию – воздушное питание.

В морфологическом строении побега выделяют стебель, листья и почки, которые, в свою очередь, являются зачаточными побегами, несущими как вегетативные органы, так и генеративные (цветки, соцветия).

Главная особенность стебля, которая будет отличать его от корня в том, что он дифференцирован на междоузлия и узлы, на которых располагаются листья. Листовая пазуха будет находиться между основанием листа стеблем. Заметим, что междоузлия могут быть разной длины, и от этого будет зависеть, назовут ли побег удлинненным или же укороченным.

Побег, который развивается из зародышевого стебелька, называют главным. В узлах располагаются боковые почки, из которых формируются боковые побеги. Образуется система побегов.

Благодаря апикальным меристемам происходит рост побега. Апекс побега не будет похож на апекс корня из-за того, что отсутствует чехлик и имеются листовые зачатки. Их так же называют примордиями. Только кончик апекса не меняет своей структуры и остается гладким. Именно он будет являться конусом нарастания. В апексе побега имеются инициальные клетки, которые несмотря ни на что и без остановок будут продолжать делиться. У большинства растений, имеющих споры, есть только одна инициаль тетраэдрической формы. Что касается семенных растений, то там апекс, зачастую, представляет собой группу инициальных клеток. Там выделяют два участка инициалей. На дистальном конце апекса хорошо выделяются два, а может быть и четыре наложения клеток, делящихся перпендикулярно поверхности и обеспечивающих рост апекса в вертикальном направлении. Эта зона инициальных клеток является туникой. Те слои клеток, которые ближе всего к тунике и лежат под ней, будут размножаться в вертикальном и латеральном направлениях и увеличивать апекс. Такие клетки получили название корпуса.

Как только начинаются распускаться вегетативные почки, в этот момент начинается сложный путь развития побега. Лучше и быстрее рост побега начинается при опадании почечной чешуи, а происходит это не так иначе как при делении клеток образовательной ткани. Появляются всё новые и новые клетки, которые со временем будут образовывать тканевые участки стебля, на котором будут вырастать листья и почки. Свою способность к делению клетки будут терять, как только отдалятся от вершечной точки роста. Молодые клетки преобразуются в системы. Это такие виды тканей как покровная, основная, механическая или проводящая. Все будет зависеть от места их расположения.

Несмотря на все особенности, рост и развитие побегов можно легко контролировать. Так скажем, удалив почку, которая находится сверху побега,

можно прекратить длину роста. Бонусом к этому будут вырастать боковые побеги, но так же перестанут расти в длину, если мы уберем их верхушечные почки. Растение начнет ветвиться и обретать, с помощью различных приспособлений интересные формы.

В индивидуальном развитии организма образование побега начинает складываться на самых ранних этапах. Это происходит за счёт взаимодействия оси, листьев и пазушных почек. Мы можем увидеть зачатки органов растения, которые появились впервые, такие как: зачаточный корешок, стебель и почка. Это происходит очень рано (в покое зрелом семени). Будущий полноценный стебель будет своей верхушкой (она же конус нарастания) расти в высоту. И в результате роста этой точки (ее меристема относится к апикальному типу) будут образовываться ветви (на них листья и почки) [38].

Лист

Следующим основным органом всех высших растений будет являться лист, который обычно находится сбоку на стебле и осуществляет не только процесс фотосинтеза, но и газообмен, и транспирацию [4].

Индивидуальное развитие листа включает в себя несколько фаз. В первый можно наблюдать, что за счет деления клеток, лист будет увеличивать размер и обретает особую форму, которая характерна только для взрослого листа, несмотря на это останется маленьким. Во второй так же за счет деления, но теперь еще и растяжения клеток лист будет разворачиваться и раскрываться. В процессе такого внепочечного роста все пропорции останутся неизменными. Вернемся в процесс образования листа в почке, ведь там он будет образовываться в виде меристематического бугорка или примордия и начинает расти во всех направлениях сразу за счёт верхушечных меристем. Если сделать поперечный срез, то можно увидеть форму полулуния у большинства зачатков листа. В точке роста стебля было заметно определенное деление клеток, такое же деление было замечено и в точке роста листа, именно то, что и там и там слои, которые находятся на внешней стороне, делятся ан-

тиклинально – перегородками, перпендикулярными к поверхности, внутренние – периклинальными и косыми перегородками.

Если сравнивать точки роста стеблей и листьев, то у вторых они гораздо меньше. Из-за этого нарастание происходит молниеносно и в ближайшее время становятся выше верхушки стебля. Можно отметить, что по мере роста в зачаточной меристеме происходит значительное изменение. Одни из которых, проявляется в том, что в вершине и центральном тяже остаётся неизменной структура клеток. В это время клетки останавливают деление и дают себе волю, чтобы разрастись и вакуолизироваться. На меристеме центральный тяж, который можно заметить на поперечном разрезе зачатка листа, имеет форму дуги. Такая меристема называется продесмоген (короткая фаза состояния меристемы).

На протяжении времени пока растёт зачаток листа, клетки паренхимы уже известной нам меристемы начинают размножаться и удлиняться, тем самым преобразуясь в тяж прозенхимных меристематических клеток – десмоген, или прокамбий. Прокамбий начинает свой путь развития, выбирая старую зону листа – его подножия. В это время верхушка зачатка всё ещё растёт. Несмотря на это лист будет расти только основанием, ведь больше не будет расти верхушка листового зачатка.

От листового подножия образование прядей прокамбия тянется кверху вдоль недавно образовавшегося листа. Прокамбий также является непродолжительной фазой переходного состояния меристемы: его клетки преобразуются в проводящую ткань, которая обеспечивает мощное перемещение веществ между зачатком листа и стеблем. Прокамбиальный пучок разделяется полярно: клетки прокамбия, лежащие в стебле ближе к сердцевине, а в листе ближе к вентральной стороне, превращаются в небольшие спиральные или кольцевидные сосудистые элементы – протоксилему, а клетки, лежащие на противоположной стороне пучка – в ситовые трубки с сателлитами протофлоэмы. Впервые появившиеся токопроводящие элементы появляются в листовых почках с ещё мало развитой пластинкой.

Слой клеток прокамбиальных пучков, которые находятся снаружи листа, образуют перицикл. Его слои в дальнейшем процессе развития будут преобразовываться в волокна. Можно заметить, что наружный слой в ряду исключений превращается в млечники.

Последующий рост и развитие листьев заставляют усиливаться проводящие пути. Новые сосуды, более крупные, чем элементы протоксилемы, называемые сосудами метаксилемы, появляются центробежно и находятся по отношению к протоксилеме латерально. У однодольных сосуды метаксилемы могут быть очень широкими (злаки).

После чего у цветковых растений этот рост прекращается. Зачем благодаря вставочным и краевым меристемам лист продолжает расти. Последняя будет закладываться в виде валиков по краю зачатка и образует листовую пластинку. Из-за того, что край листа образовывается неровно происходит формирование пластинок с различной степенью расчленения. Как только лист достигнет своих максимальных размеров, он может существовать совсем недолго. Короткая жизнь листа связана с его активной метаболической жизнью и первичной структурой, которой, к сожалению, свойственно быстро стареть [40].

Как уже упоминалось ранее, в листе проходят три незаменимых процесса: фотосинтез, испарение воды и газообмен. В первом процессе под действием солнечного света с участием воды и углекислого газа образуются органические вещества (такие, как глюкоза) и выделяется кислород.

В светлое время суток, в конечном итоге фотосинтеза и дыхания, растение выделяет O_2 и CO_2 , а в темное время – только CO_2 , образующуюся при дыхании.

Многие растения могут вырабатывать хлорофилл при минимальной освещенности. Когда на хлорофилл лучи солнца попадают прямо, то он ускоряет синтез.

В случае, когда лист мало затемнен вся нужная световая энергия для фотосинтеза поглощается больше. Для этого растения эволюционировали

так, что могут поворачивать листовую пластину к свету, для того чтобы на нее попадало максимальное количество солнечных лучей. А так же листовое расположение у растений специализированно не затенять друг друга.

В хлоропластах вместе с хлорофиллом имеются пигменты каротин и ксантофилл. И один и второй пигмент поглощают такие цвета спектра как синие и зеленые. Пропускать могут жёлтые и красные. Порой ботаники называют каротин и ксантофилл экраном, которые защищают хлорофилл от попадания синих лучей, которые будут его уничтожать.

Взаимосвязь листа и корня растения

Сотрудничество всех функций листьев и корней можно наблюдать в том, что вещества передвигаются во всём растении и именно это в большинстве случаев обусловлено разными функциями наземного и подземного органа. Как мы уже рассматривали ранее больше всего для корня характерно всасывание минеральных веществ и воды, а также он является местом синтеза ряда гормонов (АБК, цитокининов) и других метаболитов. Это говорит о том, что подземный орган донор наиболее важных для жизнедеятельности побега веществ. В то же время главной функцией листа будет превращение солнечной энергии в химическую энергию в процессе ассимиляции двуокиси углерода и снабжению ее по всему растению, в том числе в корни [16].

Такой взаимный обмен веществом и энергией названных органов растения выполняется за счет флоэмной и ксилемной транспортных систем, с их помощью осуществляется равномерное распределение веществ от места их зарождения (донора) к месту использования (акцептору).

Рассмотрим продукты фотосинтеза. Вспомним, что в растении за процесс фотосинтеза будут отвечать, переставшие расти, листья; в это время они производят достаточное количество углеводов для образования сахаров. Мы можем сказать, что растение – это одна полноценная система, так же активная работа хлоропластов определяется «запросами» разных частей растения на ассимилянты, которые являются веществами, образовавшимися в процессе фотосинтеза. Они нужны растению как строительный материал.

Источник (донор) ассимилянтов – это образовавшийся лист. Стеблю и корню фотосинтез не так важен, но зато им нужен приток ассимилятов, их называют акцепторами (потребителями) [41].

Что касается минеральных веществ, то мы должны сказать о том, что растение испытывает потребность не только в ассимилянтах, но и в регулярном притоке минеральных веществ и воды. Корень в таком случае будет донором этих веществ, потребляя их из почвы. Листья, являясь донорами ассимилятов, требуют постоянного потребления минеральных солей и воды и являются акцепторами. В стебель азот не может поступить в своем естественном виде, поэтому в момент поступления из почвы, проходя последовательно все этапы метаболического превращения, преобразуется в аминокислоты. Но даже в таком случае, для усвоения минерального азота нужен приток ассимилятов; поэтому корень выступает в роли акцептора ассимилятов.

Акцепторами называют зоны, которые «притягивают» питательные вещества. Например, меристемы – участки роста и специализации клеток, обычно располагаются в верхушке стебля и в кончике корня. В меристемах идет интенсивное клеточное размножение. Здесь образуются зачатки новых органов. Поэтому очень важно обеспечивать меристемы ассимилятами, минеральными солями и водой. Тогда, когда начнут расти новые растения, они будут донорами, на этапе формирования – акцепторы.

Как и в водном транспорте, существует три типа транспорта ассимилятов: внутриклеточный, ближний и дальний. Перенос на короткие расстояния происходит по симпласту и апопласту, а перенос на большие расстояния – по ситовидным трубкам. Ассимиляты никогда не распределяются по растению равномерно. Они направлены в основном туда, где их потребление больше всего.

Таким образом, сложная система взаимодействующих органов представляется как система, в которой постоянные коррелятивные отношения складываются в течение всего онтогенеза и зависят во многом от внешних факторов, важным из которых, является минеральное питание растений [29].

1.2 Физиологическая потребность растений в обеспеченности элементами минерального питания

Взаимоотношения среды обитания и самих растений в очень плотной связи, которая рассматривается с разных аспектов. Каждое условие во многом важно для существования растений, и недостаток одного из них может привести к нарушениям функционирования, как отдельного органа, так и всего растения в целом.

Но есть и факторы, которые будут работать в тандеме и тогда можно получить урожай лучше, и в больших количествах. При питании растений нужно учитывать много воздействий, которые должны быть в норме, такие как: пищевые компоненты, вода, подходящая температура, тепло, свет и чистый воздух. Важно ликвидировать кислотность и щелочность, если мы говорим о кислых и солонцеватых почвах. Уже доказано, что невозможно при существовании нормальных условий питания и роста растений, но их всегда можно воссоздать, если знать, как это делать правильно. Знать конкретно, что нужно растению для плодотворного роста. При выращивании сельскохозяйственных культур уже давно стали обращать внимание на то, что в почве не хватает питательных веществ, воды и кислой или щелочной реакции. Порой замечается и нехватка воздуха, а именно углекислого газа в нём. Именно на основании этих фактов самое основное в сельском хозяйстве в настоящий момент является оснащение растительных культур всеми условиями, необходимыми для питания, снабжения водой и регулярно орошать почву. Нельзя забывать и о реакциях почвенного раствора. Она должна быть подходящей для определенного вида растений [18].

У растений отмечают два типа питания, которые выделили на основании того, что для нормального жизненного функционирования растения необходимо как воздушное питание, так и корневое. Первое названное – это совокупность процессов синтеза зелеными листьями всей углекислоты из воздуха. Второе названное – это потребление и усвояемость воды и разнообраз-

ных ионов минеральных веществ и некоторое количество органических веществ корнями из почвы.

Отметим, что перечисленные типы питания не смогут существовать друг без друга. В пример можно привести то, что при недостаточном количестве веществ для питания в почве, будет происходить задержка образования органических соединений в листовых пластинках, а это будет замедлять рост всего растения и понижать конечную продуктивность.

Говоря о листе, скажем, что для такого сложного процесса как фотосинтез обязательными компонентами являются углерод, водород и кислород.

Этот процесс очень важен для создания массы всей биосферы на Земле, но он не является до сих пор контролируемым процессом, с точки зрения возможности его регуляции у растений. По этой причине так важно понимать значимость воздушного питания растений. Еще одной важной особенностью фотосинтеза является то, что он первый источник энергии на планете, которая нужна для поступления минеральных веществ через корни и передвижения их по сосудам всего растительного организма.

Среднее количество углерода в растениях равно 45%, кислорода – 42%, а водорода – 6,5%.

Образование углеводов и белков в листьях происходит постепенно, в конечном итоге в хлоропластах преобразование первичного продукта, природа которого недостаточно ясна.

За счет воздушного питания растения при использовании солнечной энергии образуют сложные органические вещества из углекислого газа, который берут из атмосферы с помощью листьев, воды и минеральных солей, которые всасывает корень. Все растения образуют большое количество веществ, которые нужны для питания человеку.

С поступлением большого количества энергии от солнца в процессе фотосинтеза образуется большое количество органических веществ. Но только небольшая часть образовавшегося тепла, которая попадает на растение, тратится на синтез органических веществ, а остальное идет на процесс

транспирации или отражается и пропадает в окружающей среде. За время вегетативного размножения происходит испарение большого количества воды, а именно в 300 раз больше, чем вес его сухого урожая (коэффициент транспирации). Это процесс протекает с большой затратой тепла и помогает растению в жарку погоду, для охлаждения.

Воздушное питание растений через листья и всасывание воды и питательных веществ через корни – эти два процесса тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Стоит отметить, что с точки зрения энергетической ценности фотосинтез является процессом, при котором улавливается громадное количество солнечной энергии и преобразование его в потенциальную энергию урожая, успешно протекать он может только при оптимальных условиях корневого питания. Воздушное питание и корневое питание представляют собой в сущности единый, хотя и многоступенчатый процесс поглощения растениями необходимых питательных веществ из внешней среды, превращения воды, углекислого газа и минеральных солей в многочисленные органические соединения с утилизацией солнечной энергии и при участии ферментов.

Путем длительных опытов было установлено, что растения для нормального роста нуждаются во многих элементах, которые поглощаются корнями растений в виде минеральных солей. Исследования показали, что в составе растения имеются почти все элементы периодической системы Д. И. Менделеева. Однако физиолого-биохимическая роль некоторых из них еще недостаточно изучена.

Такие элементы как азот, фосфор, калий, кальций, магний и сера в очень больших объемах потребляются растениями. Их объединяют в одно название – макроэлементы. Их количество, находящееся в растениях, считается в процентах или долях. У всех элементов, за исключением азота, есть способность сохраняться при сжигании в золе и именно по этой причине и зачастую называют зольными элементами. При поступлении большого количества воды в растение попадает также кислород и водород.

Кроме макроэлементов существуют также и микроэлементы: железо, бор, марганец, цинк, медь, молибден и др. Они нужны растению в малых количествах, но, несмотря на это очень важны в процессах обмена веществ.

Так же существуют элементы, содержание которых в растении еще меньше, чем микроэлементов. Их называют ультрамикроэлементами: серебро, золото, радий, уран, торий, актиний и др. Они до сих пор изучаются и нельзя точно сказать, для чего они нужны, но так или иначе у них есть своя значимая роль в биохимических процессах. Существуют и другого рода элементы, которые можно найти в субстрате, но являться важными они не будут. В одних случаях действовать на растения они могут в хорошей степени (натрий на сахарную свеклу, кремний на зерновые хлеба), а в других в плохой (хлор на картофель, табак и другие хлорофобные культуры).

Нельзя допускать недостаток перечисленных элементов. Зачастую это может привести к прекращению роста, заболеваниям или же может привести к гибели всего растения, ведь каждый из них выполняет свою особенную физиологическую роль. Само собой в дикой природной среде, когда за растением не ухаживают в разном климате и на разных почвах необходимость питательном элементе будет различной. Главными же остаются азот, фосфор и калий, они нужны для формирования высокого урожая сельскохозяйственных культур. Все перечисленные факты указывают на то, что нужно обязательно дифференцировать научный подход, чтобы разработать новые подходящие условия питания у растений и, несомненно, продолжать изучение каждого названного элемента отдельно для улучшения жизни растений.

Азот и его значение в жизни растения

Азот – важнейший питательный элемент всех растений. Он входит в состав таких важных в жизни растений органических веществ, как белки, нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды, хлорофилл, алкалоиды, фосфатиды многие другие. В среднем в составе белков его бывает 16-18% от веса. Известна огромная роль нуклеиновых кислот в обмене веществ в растительных организмах. Они являются также носителями наследственных свойств живых

организмов. Поэтому трудно переоценить роль азота в этих жизненно важных процессах у растений. Кроме того, азот является важнейшей составной частью, без которого не может протекать процесс фотосинтеза, а, следовательно, не могут образовываться важнейшие для питания человека и животных органические вещества. Нельзя не отметить также большое значение азота как элемента, входящего в состав ферментов-катализаторов жизненных процессов в растительных организмах.

Содержание азота в растениях существенно изменяется в зависимости от вида растений, их возраста, почвенно-климатических условий выращивания культуры, приемов агротехники и т. д.

Наибольшее содержание азота отмечается в вегетативных частях молодых растений. По мере их старения азотистые вещества передвигаются во вновь появившиеся листья и побеги. При этом в первой половине вегетации, когда формируется надземная масса, в вегетативных органах синтезируются азотсодержащие органические вещества, идет процесс новообразования белков и рост растений. В дальнейшем у пшеницы, например, после цветения происходит более интенсивный гидролиз азотсодержащих органических веществ в вегетативных частях растений и передвижение продуктов гидролиза в репродуктивные органы, где они расходуются на образование белков зерна.

Между содержанием азота в определенные фазы роста в вегетативных частях растений и урожаем установлена коррелятивная зависимость. Это позволяет прогнозировать количество и качество урожая по химическому составу вегетативных органов. На это указывают многие исследователи.

Источниками азота для растений могут служить соли азотной и азотистой кислот, нитраты, нитриты, формы азота, органические соединения азота – мочевины и аминокислоты. Однако в какой бы форме не поступил азот в процессе питания растения, в синтез аминокислот, белков и других азотсодержащих органических веществ он может включаться в восстановленной форме в виде аммония. Поэтому поступивший в растение нитратный азот в результате окисления углеводов восстанавливается до аниона азотистой кисло-

ты, а затем до аммиака. Аммиачный же азот, поступивший непосредственно из почвы в растение в виде аммиачной соли, то есть аммония, или же восстановленный из нитратов и нитритов, не накапливается, а при участии органических кислот идет на синтез различных аминокислот.

Синтез аминокислот происходит как в корнях, так и в надземной части растений. Прежде всего аммоний реагирует с такими наиболее распространенными кетокислотами в растениях, как пировиноградная, α -кетоглутаровая и фумаровая кислоты с образованием соответственно таких аминокислот, как аланин, глутаминовая и аспарагиновая. Пировиноградная, α -кетоглутаровая и фумаровая органические кислоты образуются в растениях из углеводов в процессе дыхания.

Значение фосфора в питании растений

При нормальном поступлении фосфора в организм растения улучшится развитие корневой системы, она начнет ускоренно разветвляться и проникать глубже в почву. Необходимо это для того, чтобы улучшить процесс поступления питательных веществ и воды в растения, даже при условиях засухи.

Некоторая часть фосфора, а именно его кислоты в растениях находится в виде минералов. Такие фосфаты чаще всего есть в различных частях растительного организма, но больше всего их в корнях, стеблях и листьях, а в семенах гораздо меньше. Этот минеральный фосфор находится в растении в виде запасяющего вещества, и является резервом для синтеза фосфорсодержащих органических соединений; он повышает буферность клеточного сока, поддерживает тургор клетки и другие, жизненно важные процессы в растениях.

Фосфаты в виде минералов, находящиеся в почве, существуют в виде различных солей, таких как кальций, железо и алюминий. Состав их в значительной мере определяется составом катионов во всасывающем комплексе почвы. Фосфаты первого элемента больше всего содержатся в нейтральных и щелочных почвах, в то время как фосфаты железа и алюминия в кислых. Следует отметить, что кальциевые соли фосфорной кислоты проявляют бо-

лее высокую растворимость, а соли алюминия и железа растворимы хуже и поэтому менее потребляются растением.

Состав фосфорных соединений может изменяться, если долговременно использовать удобрения с изменением агрохимических свойств почв. Источники питания растений фосфорной кислотой могут быть разнообразны. Органические фосфаты становятся доступными для растений лишь после минерализации органических веществ. Установлено, что если в органическом веществе содержится 0,2-0,3% P_2O_5 , то при его разложении вообще не происходит накопления доступных растениям фосфорных соединений. В этом случае фосфор полностью связывается почвенной микрофлорой.

Несмотря на это важнейшим источником фосфорного питания растений будет оставаться минеральные соединения фосфора, находящиеся в почве. Соли мета – и ортофосфорной кислоты будут также необходимы для питания растений. Самыми легкодоступными будут фосфорные кислоты, состоящие из одновалентных катионов. Наряду с ними так же хорошо усваиваются и растворяются в воде двухвалентные катионы солей. А вот соли метафосфорной кислоты будут плохо растворимы.

Говоря о фосфат-ионах можно сказать, что они тоже будут являться источниками фосфорного питания. Как уже доказано, некоторые глинистые минералы минеральной части почвы могут в значительном количестве поглощать ионы фосфорной кислоты, которые способны к обмену на другие ионы.

Значение калия в питании растений

Следующим наиважнейшим элементом, нужным для жизнедеятельности растительных организмов, является калий. Он имеет очень разные физиологические функции. Калий чаще всего встречается в новых, продолжающих рост и развитие растениях. Важнейшую роль он будет играть в жизни растений в связи с воздействием его на физико-химические свойства биокolloидов, которые в свою очередь будут находиться в протоплазме и стенках клеток растений.

Повышая жизнедеятельность организма, калий способен и усилению устойчивости биокolloидов клетки и улучшению хода обмена веществ. Благодаря его участию происходит увеличение осмотического давления и тургора в клетке, это, следовательно, говорит о том, что улучшится и поступление воды, но ухудшится процесс испарения. Если растение способно за счет питания калием удерживать воду, то и оно станет более приспособлено к засухе.

Калий активно участвует в углеводном и белковом обмене. Ускоряет передвижение и образование сахаров во всех органах растения.

Окислительные процессы за счет работы калия будут работать ускореннее и активнее. Это говорит о том, что органических кислот в тканях становится больше, тем самым увеличивая образование белков. Если же калия в растении недостаточно, то и синтез белка будет происходить медленнее или же совсем не будет происходить, тем временем, как будет накапливаться небелковый азот. Если же случится такое, что при недостатке калия будет быстро происходить распад белка, то уязвимость растений к развитию в тканях патогенных грибов и растений увеличится.

При аммиачном питании роль калия в жизни растений будет больше. Будет больше усваиваться азот и больше образуется белков. Калий также будет положительно влиять на железо, который будет лучше использоваться при образовании хлорофилла.

Здесь же мы должны обратить внимание на процесс фотосинтеза, где калий играет важную роль, а именно будет усиливать отток углеводов из пластинки листа в другие органы. В это же время калий помогает в активной работе ферментов, которые участвуют в синтезе пептидных связей, которые увеличивают биосинтез белков из аминокислот. Недостаток этого элемента приводит к дезорганизации обмена веществ в растительном организме.

Калий в растениях существует в ионной форме. Но на данный момент неизвестны органические соединения, которые синтезируются в растительных организмах, составной частью которых являлся бы катион калия. Калий

находится в почве в составе минералов, таких как алюмосиликаты, а так же в виде адсорбционно-связанного на поверхности почвенного коллоида, воднорастворимый, в составе плазмы микроорганизмов и фиксированный почвой.

Значение кальция в питании растений

Кальций является важнейшим питательным элементом. На сильнокислых и солонцеватых почвах этот элемент просто необходим, так как происходит насыщение поглощающего комплекса в первом случае водородом, во втором – натрием.

Этот элемент можно найти во всех клетках растений. В стареющих клетках его количество возрастает, и он накапливается в виде щавелевокислого кальция, а иногда в форме солей пектиновой, фосфорной и серной кислот.

Недостаточное количество кальция может пагубно повлиять на развитие корня и его систем. В первую очередь перестанут расти корневые волоски, через которую, как известно, растение всасывает минеральные вещества вместе с водой и тем самым питается. При полном отсутствии кальция корни будут ослизняться и гнить.

Кальций хорошо влияет не только на подземную часть растения, но и на надземную. В то время как при нехватке будет страдать и сам стебель, его верхушечная почка погибнет и рост прекратиться. Так же затрагивается и процесс фотосинтеза. Этот вывод сделан на основании, что содержание кальция в зеленых листьях очень велико.

Большое влияние кальций оказывает и на работу ферментов, ускоряет обмен веществ, помогает в передвижении углеводов по растению, а также влияет на преобразование азотистых веществ и ускоряет в прорастании семени расход запасных белков. Одной из важных функций этого элемента является его влияние на физико-химическое состояние протоплазмы – ее вязкость, проницаемость и другие свойства, от которых зависит нормальное протекание биохимических процессов. Соединения кальция с пектиновыми веществами склеивают между собой стенки отдельных клеток [34].

Значение магния в питании растений

Магний является составной частью таких веществ как хлорофилл, фитин, и пектин. Может содержать как в растениях, так и в любых минеральных формах. В составе хлорофилла содержится 15-30% всего магния, усвояемого растением. Много магния содержится в семенах и развивающихся органах растений. Как уже говорилось, магний – часть молекулы хлорофилла, который является главным компонентом в процессе фотосинтеза. Магний влияет на окислительно-восстановительные процессы в растениях. Он активирует фосфатазу и другие ферменты.

Если же магния в растениях будет недостаточно, то пероксидаза станет более активной, и усилятся процессы окисления. Содержание витамина С и инвертного сахара понизится.

Когда магний в растениях в оптимальных количествах, тогда происходит накапливание восстановительных органических соединений (эфирных масел, жиров и др.). Так же магний играет важную роль в ферментативных процессах, особенно при фосфорилировании и регулировании коллоидно-химического состояния протоплазмы клеток.

При нехватке элемента синтез азотсодержащих соединений будет происходить медленнее, особенно это касается хлорофилла.

Поглощение магния растениями зависит не только от содержания его в доступной форме в почве; на нем сказывается и антагонизм катионов, присутствующих в почвенном растворе.

Значение серы в питании растений

Сера, проявляет себя, как важнейший элемент в том, что она есть в составе белков, растительных маслах, витаминах и антибиотиках.

Сера помогает в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в растениях, в активировании энзимов, в белковом обмене. Она способствует фиксации азота из атмосферы, так как влияет положительно на образование клубеньков у бобовых растений.

Чаще всего больше всего серы в растениях можно заметить в восстановленной форме. С органическим веществом она может быть связана дисульфидной группой или сульфогидрильной. Эти группы играют важную роль в окислительно-восстановительных реакциях.

Серу обычно потребляют растения в виде соли серной кислоты. Но может быть, что поглощение происходит листьями из воздуха сернистый газ. Окисленная форма серы является исходным продуктом для синтеза белков, она же является конечным продуктом при их распаде. В органах растений, которые еще не потеряли способность расти, основным будут являться синтетические процессы. Там сера будет в восстановленной форме. В процессе старения больше всего процессов гидролиза, чем синтеза. В связи с этим увеличивается количество окисленной формы соединений серы.

Когда серы в растении мало не может происходить синтез белков, потому что не могут синтезироваться аминокислоты, которые содержат серу. На основании этого недостаток серы, а именно его признаки, очень похожи на азотное голодание. Растение заметно увядает, перестает расти, уменьшает размер листьев, удлиняет стебель, а листья (не отмирают, но становятся бледной окраски) и черешки одревесневают [22].

Значение железа в питании растений

Железо принимает участие в образовании хлорофилла, хотя и не входит в его состав. Оно является составной частью ферментов, участвующих в синтезе зеленого пигмента. Например, порфирины переносят электроны при окислении и восстановлении благодаря превращению железа из трехвалентного в двухвалентное и наоборот. Железо регулирует процессы окисления и восстановления сложных органических соединений в растениях, играет важную роль в дыхании растений, так как в состав дыхательных ферментов. Железосодержащий белок ферридоксин принимает участие в фотосинтезе превращение азотсодержащих веществ в растениях. В клубеньках бобовых растений обнаружен железосодержащий белок – гемоглобин. При недостатке

железа в растениях задерживается синтез ростовых веществ (ауксинов), образуются светло-желтые листья, которые затем становятся почти белыми

Содержание железа в почве колеблется в среднем в пределах 2-3% от ее массы. Однако в доступной для растений форме в почве содержится небольшое количество железа. Это зависит от окислительно-восстановительного потенциала и реакции почвы.

Значение микроэлементов в питании растений

Марганец, бор, молибден, медь, цинк, кобальт и йод будут не менее важными элементами для жизнедеятельности растений. Их называют микроэлементами, так как содержание их измеряется от тысячных до сотых долей процента.

Они участвуют в процессах как физических, так и биохимических в самих растениях. Входят в состав многих ферментов, витаминов и веществ, необходимых для роста.

А так как ферменты являются биологическими катализаторами, то микроэлементы называют катализаторами катализаторов. Микробиологические процессы также протекают при участии энзим, в состав которых входят микроэлементы.

Не смотря на всю важность и необходимость микроэлементов в растениях, там они содержатся в очень малых количествах. Однако недостаток их, а также избыток нарушают деятельность ферментативного аппарата, а следовательно, и обмен веществ у растений. При недостаточном количестве таких элементов растения становятся уязвимыми к болезням.

Большое значение микроэлементы имеют в ускорении развития растений, в процессах оплодотворения и плодообразования, синтеза и передвижения углеводов, в белковом и жировом обмене веществ и т. д. И до сих пор требуется тщательное изучение каждого элемента для нормального роста и развития растений в целом.

Многое зависит от самих почв. Даже в одной и той же почве содержание микроэлементов может различаться, так же как и добавляемые в почву микроудобрения.

Вспомним, что по физиологическим признакам отличить растение с нехваткой конкретного элемента очень сложно. Поэтому в каждом конкретном случае решение о применении микроудобрений для растений станет необходимым в том случае, если точно установлен его недостаток. При этом следует учитывать pH почвы, свойства поглощающего комплекса, влажность почвы, наличие других ионов, выращиваемую культуру и т.д. [26].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения процессов роста и развития отдельных зерновых культур с учетом их обеспеченности элементами минерального питания в качестве объектов исследования были выбраны:

- озимая рожь (в почвенно-климатических условиях Республики Мари Эл);
- озимое тритикале (в почвенно-климатических условиях Республики Мари Эл);
- кукуруза (в почвенно-климатических условиях Московской области).

Все эмпирические данные, приведенные в работе, получены при постановке многолетних полевых мелкоделяночных опытов согласно общепринятым методикам [13].

Основу системного анализа научной и справочной литературы, проведенного в работе, составили следующие показатели:

- урожайность;
- структура урожая;
- морфометрические показатели вегетативных органов;
- морфометрические показатели генеративных органов;
- содержание NPK;
- биохимический состав готового продукта.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РОСТОВЫХ И ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ РАСТЕНИЙ

3.1. Озимая рожь

Опираясь на исследования Волкова Е.Г., который в своё время работал в Марийском ГУ и проводил свои работы на дерново-слабоподзолистой почве (табл.1) можно проанализировать структуры урожая (табл.2). Там отчётливо видно, что условия погоды в вегетационный период, применение минеральных удобрений и микроорганизмов, которые находятся на применяемых препаратах, оказывали определенное влияние на длину стебля, длину колоса и число зерен в колосе. В большинстве своем погодные условия и будут оказывать большое влияние на длину стебля. Во время, когда условия среды были слишком жаркие, длина стебля озимой ржи была не выше 72 см в первый год исследования, 56,0 см в последующем году. В благоприятный сезон, когда было достаточно влаги и тепла – 4 год, длина стебля оказалась 109,1 см, фосфорно-калийные удобрения немного вытянули стебель озимой ржи в длину. В биологических добавках азот оказывал хорошее воздействие на рост стебля озимой ржи в длину. Это было замечено в последний год исследований, когда длина стебля достигла 128,4 см именно, когда была осенняя подкормка с азотом. Если рассматривать семена, на которых воздействовали биопрепаратами, то они не так сильно подействовали на рост стебля в длину. Рассмотрев все бактериальные препараты на 1 фоне, можно сделать вывод, что самым лучшим был флавобактерин, когда ризоагрин и его смеси оказались не эффективными. Что касается фона 2, то там биопрепараты совсем не повлияли на рост стебля. Ризоагрин вновь оказался менее эффективным.

Можно сделать вывод, что более интенсивно стебель рос в длину благодаря добавкам минеральных удобрений, но, несомненно, и погодные условия и условия питания сыграли при этом важную роль. Так же будет доказывать эффективность минеральных удобрений и то, что биопрепараты не смогли повлиять как на фоне РК, так и на фоне с NPK на длину вегетативной массы.

Таблица 1 – Урожайность посевов озимой ржи, ц/га

Вариант	Годы				Средний
	1 год	2 год	3 год	4 год	
Контрольный вариант	19,6	15,3	15,0	32,1	20,5
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	20,6	16,1	15,9	33,2	21,5
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	23,0	19,1	17,8	34,8	23,7
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	21,7	16,6	17,3	34,6	22,6
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	24,0	19,5	20,6	36,7	25,2
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	26,0	19,6	21,9	36,5	26,2
P, %	2,52	2,14	1,94	1,76	0,94
НСР05,	1,76	1,10	1,03	1,79	0,65

Таблица 2 – Структура урожая озимой ржи (среднее значение за 4 года)

Вариант	Биомасса, ц/га	K _{хоз}	Масса 1000 зерен, г	Длина стеб- ля, см	Длина ко- лоса, см
Контрольный вариант	32,3	0,39	40,1	83,7	7,4
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	35,4	0,38	40,8	86,2	7,7
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	37,3	0,39	42,0	88,0	7,9
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	35,2	0,39	41,9	91,6	7,9
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	38,2	43,2	43,2	92,9	8,0
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	42,9	44,2	44,2	93,7	8,6

В 1 году проводились исследования по влиянию минеральных удобрений. Это исследование показало, что практически все удобрения, исключая фосфорно-калийные, увеличили длину соцветия злаковых растений. В таблице 2 видно, что в 1 и 3 годах на первом фоне минерального питания при добавлении биопрепаратов заметно увеличивается длина колоса. Во 2 и 4 годах был тот же показатель, что и в опыте без удобрений. В среднем за 4 года на втором фоне минерального питания влияние биопрепаратов было таким же, как и на контроле (табл.2) [8].

В итоге можно сделать вывод, что биопрепараты никак не повлияли на рост в длину колоса озимой ржи. Когда минеральные удобрения сформировали в растениях озимой ржи колос намного длиннее. И это помогло в разы увеличить урожай зерна.

Такие минеральные удобрения как P45K60 и N30P45K60 увеличивали количество зёрен в колосе. Это увеличение наблюдалось за все годы исследования. Так же нужно отметить и увеличение числа зёрен за счет обработки семян бактериальными препаратами. В таблице 2 показано, что ризоагрин и флавобактерин по годам по-разному влияли на число зёрен. Ризоагрин в 4 году и вовсе не изменил это число и был равен сумме контроля. Особой разницы по численности зёрен в колосе ни тот ни другой препарат не показали (табл. 2) [35].

Подытожим, что число зёрен в меньшей степени увеличивалось или уменьшалось из-за условий минерального питания, но в большей степени зависело от погодных условий в период роста. При внесении минеральных удобрений за 4 года в колосе отмечено возрастание числа зёрен, биопрепараты хотя и явно не увеличивали этот показатель, однако отмечена слабая тенденция его увеличения, что косвенно подтверждает факт формирования более высокого урожая зерна [28].

В первый год исследований при применении минеральных удобрений заметно увеличение массы 1000 зёрен озимой ржи (табл. 2). Обработка поверхности семян на фоне РК биопрепаратами увеличило массу семян. При

этом флавобактерина в отличие от ризоагрина проявлял себя лучше. Что же касается совместного действия 2 препаратов, то это оказалось эффективнее, чем каждого по отдельности. На фоне NPK бактериальные препараты и их смесь действовали равнозначно.

Во второй год исследований внесение минеральных удобрений увеличило массу 1000 зёрен с 40,8 до 42,0 г. Флавобактерин и ризоагрин на увеличение массы 1000 зёрен действовали равнозначно, при их применении на двух фонах минерального питания наблюдалось увеличение.

В третьем году исследований масса 1000 зерен озимой ржи была максимальной. При внесении азотных удобрений масса увеличилась до 47,8 г, когда фосфорно-калийные удобрения повлияли незначительно. Обработка поверхности семян биопрепаратами на фонах минерального питания одинаково действовало на озимую рожь (47,6 - 47,7 г на первом и 49,2 - 49,6 г на втором). Выше всех масса 1000 зерен была на варианте внесения азотного удобрения весной на фоне NPK [7].

В четвёртом году масса 1000 зерен озимой ржи составила 33,4 г. Действие удобрений и биологических препаратов по сравнению с предыдущими годами было ниже.

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что масса 1000 зёрен озимой ржи зависит от погодных условий в период роста растения и практически не зависит от минерального питания. Из-за регулярного полива зерна при минеральном питании в среднем за 4 года можно наблюдать увеличение показателя массы 1000 зёрен. Использование биопрепаратов на РК-фоне практически не оказало влияния на массу 1000 зерен, в то же время па NPK-фоне проявлялась слабое положительное их действие на массу 1000 зерен (табл. 2) [15].

За 4 года количество собранной вегетативной массы озимой ржи составило 32,3 ц/га. При внесении фосфорно-калийных удобрений масса собранной вегетативной массы увеличилась до 35,4 ц/га. Обработка поверхности семян биопрепаратами на первом фоне минерального питания одинаково

влияло на показатель, немного его увеличив. При внесении N30 в дополнение к фону Р45560 сбор вегетативной массы составил 35,2 ц/га. Вегетативная масса при влиянии бактериальных препаратов увеличилась до 4,5-4,8 ц/га. В среднем за 4 года больше всего вегетативной массы собрали там, где весной применяли азотную подкормку. Эта масса составила 42,9 ц/га (табл. 2).

В среднем за 4 года значение соотношения зерна к вегетативной массе соответствовало 0,38-0,40 ц/га. Такое значение не показало отличия при удобрении минералами и биопрепаратами. Если рассматривать первый и второй фон минерального питания, то обработка семян биологическими препаратами не принесла ни пользы, ни вреда. Цифры значений не менялись, но позже стало видно, что коэффициент растет из-за удвоенного воздействия на семя ассоциативным диазотрофов на фоне NPK, сравнивая его с постепенным применением биопрепаратов на фоне РК и весенней подкормкой азотным удобрением на фоне NPK (табл. 2).

Исследуя данные в таблице 3 можно с уверенностью сказать, что количество азота в надземной массе озимой ржи осталось прежним, даже после того как в почву обильно добавляли удобрения и биопрепараты. За четыре года исследований средний показатель азота в массе побегов при внесении РК-удобрений не повысился, но резко увеличил свои показатели на 0,45% из-за полного внесения минеральных удобрений. Что же касается массы надземных органов, то они были обработаны биопрепаратами, что помогло увеличению концентрации азота. Ризоагрин в это время ни оказал никакого воздействия в отличии от флавобактерина и их совместных усилий.

На том же самом фоне РК-удобрений от обработки семян биопрепаратами видно, что азота в надземной массе становится больше. При применении весенней азотной подкормки содержание азота в массе побегов было максимальным, средний показатель – 0,57% [9].

Рассмотрим и наличие фосфора. Средний показатель за 4 года повысился из-за внесения РК-удобрений.

Те биопрепараты, которые как предполагалось, увеличат содержание фосфора в массе побегов, совсем не дали положительных результатов. Так же не повлияло и азотное удобрение. Не произошло увеличение P_2O_5 в зерне на фоне NPK и от использования биопрепаратов. Только при азотной подкормке содержание фосфора в зерне выросло, что говорит о стимулирующем действии азота на поступление фосфора [21].

Средний показатель фосфора в массе надземных органов составил 0,40%. Использование минеральных удобрений и биопрепаратов практически не изменило в вегетативной массе озимой ржи содержание фосфора, которое составило от 0,42 до 0,44% P_2O_5 (табл. 3).

Говоря о минеральных удобрениях и биопрепаратах, которые представлены в исследовании и влияющие на концентрацию в зерне K_2O , можно сказать, что они бесполезны и в большинстве своем завесили именно от погодных условий в период роста. Концентрация K_2O в среднем значении выросла при внесении РК-удобрений и использовании на этом и на фоне NPK биопрепаратов. Это может быть связано с быстрым поглощением инокулированными растениями этого элемента из почвы.

Количество калия в надземной массе озимой ржи (табл. 3) зависело больше от погодных условий года, чем от применения минеральных удобрений и биологических препаратов. Но в среднем за 4 года наблюдается стабильная тенденция увеличения содержания калия в массе побегов от процесса обработки семян флавобактерином и смесью биопрепаратов на обоих минеральных фонах. Ризоагрин не сыграл никакой значимой роли. Стало больше только K_2O из-за применения азотных удобрений весной на фоне РК.

На контроле без удобрений получено 19,6 ц/га озимой ржи. При внесении P45K60 получена незначительная прибавка (+1,0 ц/га), а бактериальные препараты увеличили прибавку урожая на этом фоне на 2,2-2,4 ц/га [36].

Таблица 3 – Содержание NPK, % на воздушно-сухое вещество.

Вариант	Зерно		Вегетативная масса		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контрольный вариант	0,79	0,75	0,40	0,40	0,92
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	0,84	0,76	0,41	0,41	0,96
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	0,88	0,76	0,46	0,41	1,01
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	0,84	0,76	0,45	0,41	1,02
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	0,87	0,78	0,51	0,42	1,07
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	0,91	0,79	0,57	0,44	1,08

Используя NPK, урожай увеличился на 2,1 ц/га, в то время как от азота только 1,1 ц/га. Перед тем как посадить семена их, обработали двумя биопрепаратами на фоне N30P45K60, и это увеличило урожайность озимой ржи на 2,3 ц/га. Больше всего злаков было получено весной (26,8 ц/га), когда почву подкармливали азотом в дозе 30 кг/га. Прибавка от азота удобрений на варианте с применением смеси этих препаратов 1,0 ц/га.

В зависимости от погодных условий количество озимой ржи росло с каждым годом. Эксперименты с биологическими добавками на разных фонах удобрений и в разных пропорциях дали положительный результат. На фоне N30P45K60 прибавки от биопрепаратов составили 4,2 ц/га [17].

В то время как вносились азотные удобрения в дозе 30 кг/га на фоне P45K60 и обрабатывались семена биопрепаратами, началось увеличение урожая зерна озимой ржи. Оно составило 3,9-4,4 ц/га, а прибавка урожая от ранневесенней подкормки N30 на фоне N30P45K60 составила 3,0 ц/га, что равнозначно действию процесса обработки семян различными биопрепаратами.

Из-за неблагоприятных погодных условий в год эксперимента, зерно выглядело достаточно щуплым. После окончания полива и как раз во время созревания зерна было очень жарко. При применении минеральных удобрений P45K60 и N30P45K60 показатели увеличения количества зерна незначительно улучшились. Подкормка озимой ржи N30 весной дала возможность получить средний урожай по максимуму (21,9 ц/га).

После того как семена озимой ржи обработали биопрепаратами на фоне P45K60 прибавка составила 1,8-2,0 ц/га. На фоне N30P45K60 применение биологических препаратов обеспечило прибавку и от ризоагрина, и от флавобактерина и она составила 3,3-3,6 ц/га. Максимальная прибавка к фону без удобрений получена на фоне N30P45K60 с применением азотной подкормки в дозе 30 кг/га-6,9 ц/га.

Таблица 4 – Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов (прибавка урожая зерна, ц/га.)

Вариант	К контрольному варианту	От биологического азота препаратов	От минерального азота
Контрольный вариант	-	-	-
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	1,0	-	-
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	3,2	2,2	-
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	2,1	-	1,1
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	4,7	2,6	1,5
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	5,7	-	4,7

В одном из исследуемых годов условия для роста и развития озимой ржи были самыми оптимальными по сравнению с другими. Средний показатель урожайности составил – 32,1 ц/га. Он в два раза выше в сравнении с предыдущими годами. С применением удобрения P45K60 урожай озимой ржи увеличился на 1,1 ц/га, внесение N30P45K60 на 2,5 ц/га и внесение N30P45K60 и применение азотной подкормки весной на 4,4 ц/га.

За счет внесения P45K60 средний показатель урожайности озимой ржи на 1,0 ц/га, а внесение азота в дозе 30 кг увеличило сбор зерна на 2,1 ц/га. Внесение в почву азотного удобрения в дозе 30 кг/га весной обеспечила максимальную урожайность озимой ржи – 26,2 ц/га, прибавка урожая от N30 составила 3,6 ц/га [23].

Применение смеси бактериальных удобрений обеспечило прибавку на фоне P45K60 – 2,2 ц/га и на фоне N30P45K60 – 2,6 ц/га. На фоне N30P45K60 прибавки от биопрепаратов составляют 2,6-2,9 ц/га. Этот показатель меньше чем при азотной подкормке весной в дозе N30, но с другой стороны очень превышает внесение осенью азотного удобрения в том же количестве (табл. 4).

Очень значимым химическим составом для условий возделывания зерновых культур будут являться азот, фосфор и калий. Именно их концентрация необходима зерну и массе побегов.

В таблице 5 можно рассмотреть, как действовали удобрения, и обрабатывали семена озимой ржи биопрепаратами на содержание сырого белка. В один год ризоагрин и флавобактерин, а также совокупность двух препаратов вместе не изменили количество сырого белка в зерне по отношению к контролю. Влияло и применение N30 в дополнение к фону P45K60 на содержание белка в зерне озимой ржи (13,4%) [25].

Что же касается ризоагрина и флавобактерина, то они не снизили количество белка в зерне на NPK фоне. Лучшим образом повлияла подкормка азотом на фоне N30P45K60 и обеспечила повышение содержания белка в зерне до 14,0%.

Таблица 5 – Содержание сырого белка в зерне, %

Вариант	Годы исследований				Среднее
	1 год	2 год	3 год	4 год	
Контрольный вариант	13,8	9,3	13,1	8,7	11,2
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	13,6	9,4	13,6	9,1	11,4
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	13,6	10,1	14,2	9,7	11,9
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	13,4	10,2	14,3	9,7	11,9
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	13,3	10,4	14,7	10,3	12,2
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	14,0	11,0	14,3	10,3	12,4

В 1 год было значительное увеличение содержания сырого белка в зерне озимой ржи из-за обработки биопрепаратами на фоне РК. На другом фоне (N30P45K60) количество белка увеличилось на 10,2%. Опять же ни ризоагрин, ни флавобактерин, ни их совместное усилие на количество белка в зерне не повлияли. Максимальное увеличение на целых 11% было рассмотрено с добавлением весенней подкормки [27].

Во 2 год влияние ризоагрина, флавобактерина и их совместной смеси оказалось положительным и увеличило количество сырого белка в зерне на первом фоне минерального питания до 14,2%. Что касается другого фона, то так же с добавлением удобрения с содержанием азота весной обнаружился похожий результат. Биопрепараты очень сильно повысили количество белка в зерне озимой ржи на этом фоне до 14,5% флавобактерин до 14,6%, совокупность обоих веществ до 14,7%.

В 3 год был максимальный рост зерновых культур. И как оказалось количество семян в большой степени повлияло на наличие сырого белка. Фосфорно-калийные удобрения и ризоагрин на этом фоне повысили показатель до 9,1%. После тщательного возделывания семян флавобактерином количество белка в зерне увеличилось до 9,6% и смесью препаратов до 9,7%. До 9,7% увеличилось содержание белка в зерне от применения NPK. Ризоагрин и флавобактерин обеспечили увеличение содержания белка в зерне на втором минеральном фоне до 10,2%.

От погодных условий, удобрений и биопрепаратов зависит количество сырого белка в зерне

Средним показателем за все года количество белка в зерне озимой ржи достигло 11,2%, а минеральные удобрения никак не повлияли.

Биопрепараты слабо повлияли на количество белка (11,6-11,9%). На фоне N30P4SK60 ризоагрин и флавобактерин одинаково влияли на содержание белка в зерне (12,1%). Совокупность всех препаратов на фоне NPK обеспечила – 12,2%. Во всех случаях на фоне NPK максимальное содержание

белка в зерне озимой ржи от биопрепаратов соответствовало внесению весенней азотной подкормки (табл. 5).

3.2. Озимое тритикале

В результате проведения опыта с применением биопрепаратов в отношении разных сортов новой зерновой культуры обнаружено, что каждый сорт озимой тритикале может выращиваться в различных почвенно-климатических условиях. По данным Семёнова П.Н., исследования проведены в Республике Марий Эл на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве. Биомасса растений, как показал опыт, формировалась при благоприятных климатических условиях, достаточном минеральном питании и при влиянии особенностей каждого сорта растений. Рост и развитие озимого тритикале анализировали с помощью метода дисперсионного анализа. Случайный фактор этом случае сыграл немаловажную роль и занимал 9,36%, в то время как исследуемый фактор – 90,64%. Среди всех этих факторов на долю фактора в год приходилось очень мало – 0,07%. Основной вклад в формирование урожая озимой тритикале внесли добавки минерального питания – 82,35 %, а что касается совместных усилий окружающей среды и минеральных добавок то там 8,25% [31].

Очень сильно на длину стебля озимого тритикале повлияли условия окружающей среды и добавление минеральных удобрений (табл. 6). И главным образом на рост и развитие влияние оказала погода. В год, когда начался рост и развитие растения, количество дождя было в нормальном количестве, в это время длина стебля была больше по сравнению с годом ранее. И то и другое влияние показало себя в равной степени. Важно отметить, что подкормка РК-удобрениями не увеличило линейную длину растения, в то время и биопрепараты на этом фоне слабо влияли на линейную длину озимого тритикале. На фоне с внесением полного минерального удобрения длина растений была больше, и отмечена тенденция увеличения этого показателя от использования биопрепаратов [10].

На протяжении года наблюдалось, что количество зёрен в колосе озимого тритикале зависит в основном от условий окружающей среды и добавки минеральных удобрений с биопрепаратами (табл. 6). Можно чётко сделать вывод о том, что растению стало лучше расти и развиваться из-за воздействия на зерновые культуры минеральными удобрениями и обработки зёрен ризоагрином, флавобактерином и их смесью в половинных дозах. Так же это помогло повысить число зёрен в колосе [32].

Сбор вегетативной массы при внесении фосфорно-калийного удобрения изменился с 31,4 до 34,9 ц/га, применение инокулянтов на фоне РК увеличило сбор надземной массы до 38,6-39,0 ц/га. Там где добавляли минеральные удобрения увеличилось количество вегетативной массы с 36,7 до 43,4 ц/га. В остальных вариантах исследований все испытываемое биопрепараты давали одинаковые результаты (табл. 6) [39].

Рассмотрев значение погодных условий в ее влиянии на хозяйственный коэффициент в период роста и развития растения, а так же добавление удобрений и микропрепаратов, можно сделать вывод о не влиянии этих факторов на зерно. За всё время исследования доля зерна составила от 0,38 до 0,40% (табл. 6).

Масса 1000 зерен зависела от условий окружающей среды в тот момент, когда нужен полив и добавление удобрений растению во время его роста и развития. Подтвердить это заключение может таблица 7, в которой виден высокий показатель массы 1000 зерен в 1 год и низкий в 3 году исследований именно из-за погодных условий. Средний показатель этих годов, при хорошем питании растений с воздействием минеральных удобрений, изменили количество массы 1000 зерен в сторону увеличения, которая составила от внесения P45K60 0,4 г, от N30P45K60 – 1,3 г от N30+30P4SK60 – 3,8 г.

Обработка поверхности семян биопрепаратами на фоне РК увеличила массу 1000 зерен на 1,0-1,4 г, что соответствовало внесению под озимое тритикале азотного удобрения в дозе 30 кг/га. Там, где в почву добавляли азотные удобрения, больше всего было заметно увеличение показателя массы

1000 зерен под влиянием биопрепаратов – 2,6-3,9 тонн, в сравнении с фоном РК это лучший показатель. Это же соответствовало внесению под озимой тритикале азотного удобрения и дозе 30 кг/га в предпосевную культивацию и 30 кг/га в весеннюю подкормку.

Нахождение в зерне озимого тритикале фосфора в зависимости от условий питания (табл. 9) мало изменилось и в среднем за годы исследований оно накапливало 0,04-1% P_2O_5 .

Нахождение калия в зерне главным образом зависело от окружающей среды в момент роста и развития растения. Минеральные удобрения и биопрепараты роли не сыграли. В среднем за два года зерно озимого тритикале содержало 0,89-0,96% K_2O .

В таблице 9 заметно, что азот, фосфор и калий не изменили свою концентрацию в зерне даже после обработки почвы биопрепаратами и минеральными удобрениями. Количество азота в зеленой массе было от 0,48 до 0,58%, фосфора от 0,35 до 0,41% и калия 0,99 до 1,24%. В тоже время нужно подчеркнуть, что биопрепараты, в один промежуток времени, где добавляли в почву минеральные удобрения, повысили содержание калия в надземном побеге озимой тритикале с 0,87 до 0,99-1,07%. Это служит доказательством того, что растения стали более устойчивыми к условиям внешней среды и в результате увеличили свою продуктивность [30].

В зависимости от условий минерального питания растений, урожайность зерна озимого тритикале в 1 год изменилась от 19,0 до 28,0 ц/га, в последующий год от 20,3 до 26,8 ц/га, а в среднем за два года колебание составило от 19,7 до 27,4 ц/га.

Удобрение почвы фосфорно-калийными удобрениями в дозе $P_{24}K_{60}$ увеличило урожайность озимого тритикале на 1,4 ц/га (табл. 10). Внесение с осени азотного удобрения в дозе 30 кг/га обеспечило увеличение урожайности зерна на 4,3 ц/га, а прибавка к фону РК составила 2,8 ц/га.

Таблица 6 – Структура урожая озимого тритикале

Вариант	Длина стебля, см	Длина ко- лоса, см	Кол-во зе- рен в коло- се, шт	Веget. мас- са, ц/га	Кхоз.
Контрольный вариант	73,6	7,2	25,2	31,4	0,39
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	74,0	7,2	26,1	39,4	0,38
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	74,3	7,7	25,8	38,6	0,39
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	74,7	7,7	25,4	36,7	0,39
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	75,2	8,4	25,6	43,4	0,40
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	75,8	9,5	25,7	43,4	0,38

Таблица 7 – Крупность зерна озимого тритикале, г

Вариант	Масса 1000 зерен		
	1 год	2 год	Среднее значение
Контрольный вариант	47,7	39,4	43,6
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	47,4	40,2	44,0
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	48,6	41,4	45,0
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	49,0	40,8	44,9
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	53,3	42,3	47,8
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	52,8	42,0	47,4

Таблица 8 – Содержание сырого белка в зерне озимого тритикале

Вариант	Сырой белок, %		
	1 год	2 год	Среднее значение
Контрольный вариант	15,8	12,0	13,9
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	15,8	12,4	14,2
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	16,0	13,2	14,6
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	16,0	13,0	14,5
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	16,4	13,6	15,0
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	17,2	13,5	15,4

Таблица 9 – Содержание NPK, % на воздушно-сухое вещество.

Вариант	Зерно		Вегетативная масса		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контрольный вариант	0,94	0,89	0,48	0,35	0,99
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	0,97	0,91	0,48	0,37	1,04
Фон 1+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	1,00	0,91	0,51	0,41	1,04
Фон 2 (N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀)	0,96	0,91	0,51	0,39	1,12
Фон 2+Agrobacterium r. 204+ Flavobacterium sp. L30.	0,98	0,91	0,53	0,40	1,24
Весеннее внесение N ₃₀ P ₄₅ K ₆₀ + N ₃₀	1,00	0,96	0,57	0,39	1,24

Таблица 10 – Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов (озимое тритикале), ц/га

Вариант	Средняя			
	Урожайность	прибавка		
		к контрольному варианту	от биологического азота препаратов	от минерального азота
1.Без удобрений	19,7	-	-	-
2.P45K60 – фон 1	21,1	1,4	-	-
3.Ф1 + 4.ризоагрин+флавобактерин	24,1	5,1	5,1	-
4.N30P45K60- фон 2	23,9	4,2	-	2,8
5.Ф2+ризоагрин+флавобактерин 6.N30P45K60	27,4	8,1	3,6	3,3
+ N30 весной	26,4	6,7	-	3,0
P,%	2,1			
HCP05	1,4			

Урожай увеличился на целых 6,7 ц/га после того как в весеннюю подкормку внесли еще больше азотного удобрения, это помогло увеличить урожайность на 5,3 ц/га. Такое увеличение азотного удобрения на практике оказалось очень выгодным экспериментом, ведь из-за двукратной дозы стало больше урожая.

При обработке наружной части семян ризоагрином количество зерен собрали больше на 4,3 ц/га, от флавобактерина – 4,4 ц/га и 5,1 ц/га от двойного использования этих препаратов в неполных дозах.

После того как в почву внесли азотное удобрение и обработали семена зерен озимого тритикале стало больше с 23,9 до 27,2-27,4 ц/га, при этом прибавка к фону составила 3,3-3,5 ц/га. При добавлении осенью азотного удобрения в дозе 30 кг/га урожайность увеличилась от 2,8 до 3,3 ц/га. Добавление весной в подкормку N30 дало возможность вырасти сбору урожая с 23,9 до 26,4 ц/га или на 2,5 ц/га. Обработанные весной семена биопрепаратами на участке с азотным удобрением в дозе 30 кг/га были такие же, как вариант с N60 [12].

На первый год исследования изменения в количестве сырого белка произошли с 15,8 до 17,2% и с 12,0 до 13,6% в другом году (табл. 8). В то и другое время при внесении в осеннее время азотного удобрения в размере 30 кг/га увеличилась сумма белка в зерне и в последующем увеличивалась. После обработки поверхности семян биопрепаратами на фон с P45K60 белковость зерна озимой тритикале повысилась с 14,2% до 14,6-14,8%. Это можно назвать улучшением показателей. На фоне с внесением азотного удобрения увеличение белковости зерна под влиянием препаратов составило 0,3-0,5%.

3.3. Кукуруза

Исследования В.Ф. Патыки показали, что кукуруза, которая относится к особому типу фотосинтеза, по сравнению от других злаковых культур, иначе и лучше реагирует на процесс обработки семян ассоциативными диазотрофами. Количество кукурузы будет зависеть от агротехнологии, с помо-

щью которой происходит выращивание, важнейшими условиями будет являться добавление в почву минерального питания [24].

Для того, чтобы получить максимальное количество урожая с одного посева кукурузы необходимо добавить питательные вещества. В роли таких веществ могут выступать ризосферные diaзотрофы, которые в свою очередь будут удовлетворять потребность растений в азоте [14,19].

В полевом опыте на светло-серой лесной почве в Московской обл. с районированным гибридом кукурузы Нарт 150 изучали биопрепараты, изготовленные на основе: *Pseudomonas fluorescent um. 2137*, *Pseudomonas corrudato um. 2184* [38].

Коэффициент полезного действия кукурузы на зеленую массу зависел как от природных условий, так и от специальных добавок (табл. 11). В одном из годов исследований при добавлении азотного удобрения в определенном количестве была заметна тенденция улучшения урожайности зеленой и сухой массы кукурузы по отношению к фону РК-удобрений. На фоне азота от всех изучаемых препаратов было достигнуто достоверное увеличение продуктивности [3].

В последующем году количество кукурузы возросло от 47 до 62,9 т/га зеленой массы и от 9 до 14,4 т/га сухой массы (табл. 11).

За все годы исследований средний показатель сбора зеленой массы кукурузы в период молочно-восковой спелости початков изменился по вариантам опыта с 40,6 до 53,2 т/га, сухой массы соответственно с 7,1 до 11,3 т/га. Добавление удобрения с содержанием азота в дозе N60 уверенно увеличивало сбор зеленой массы с 40,6 до 48,8 т/га, сухой массы с 7,1 до 10,1 т/га, в дальнейшем увеличение дозы до N90 достоверного увеличения роста урожайности зеленой и сухой массы кукурузы не обеспечило [6].

Среднее значение за пару лет при внесении удобрения с азотом в дозе N60 было 10,1 т/га зеленой массы и 3,0 т/га сухой массы. Если рассматривать это в процентах то произошло увеличение к фону РК-удобрений и составило

26% и 42%. Что же касается биопрепаратов, то они своего влияния на растения не оказали.

Семена, которые были предварительно обработаны, оказались более выгодными в последующем сборе урожая кукурузы (табл. 12). Но, не смотря на этот положительный фактор, следует отметить, что биопрепараты замедлили рост початков.

Средний показатель двух опытов показал, что соотношение вегетативной массы и початков не изменили свои показатели. В опыте без удобрений, содержащих азот и обработкой поверхности семян различными биопрепаратами можно наблюдать, что происходит регулярное возрастание в биомассе кукурузы доли початков с 33 до 34-36%. Это в большей мере выражено для препарата на основе штамма 2137.

Количество сырого белка в зеленой массе зависело от условий окружающей среды в период роста и развития растения. В год, когда хватало дождя и влаги в целом при формировании более высокого урожая зеленой массы в результате ростового разбавления в растениях накопилось существенно меньше сырого белка (табл. 13).

И, напротив, в тот год, когда была высокая температура воздуха с минимальными осадками содержание белка в зеленой массе кукурузы, стало существенно выше. И в тот год и в другой минеральные удобрения и биопрепараты играли роль одинаково.

Среди показателей качества зеленой массы кукурузы концентрация нитратов является нормированной величиной, которая составляет 200 мг/кг. Во всех случаях их концентрация в 2 и более раза ниже коэффициента полезного действия. За счет обработки поверхности семян кукурузы биопрепаратами, изготовленными на основе штаммов 2137 и 2184, обеспечили тенденцию снижения концентрации нитратов в зеленой массе кукурузы на фоне P45K60. На фоне N60P45K60 она сохранилась за исключением варианта со штаммом 2137, хотя и не в оба года проведения опыта.

Таблица 11 – Формирование биомассы кукурузы, т/га

Вариант	Сырая масса			Воздушно-сухое вещество		
	1 год	2 год	среднее	1 год	2 год	среднее
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	30,2	47,0	38,6	5,2	9,0	7,1
Фон 1+ <i>Pseudomonas fluorescent um. 2137</i>	39,5	51,1	45,3	6,9	13,1	10,0
Фон 1 + <i>Pseudomonas corrudato um. 2184</i>	37,3	58,3	47,8	7,9	13,2	10,5
Фон 2 (N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀)	39,3	58,2	48,7	7,2	13,0	10,1
Фон 2+ <i>Pseudomonas fluorescent um. 2137</i>	37,7	58,5	48,1	6,4	14,4	10,4
Фон 2 + <i>Pseudomonas corrudato um. 2184</i>	44,3	59,8	52,0	7,4	11,8	9,6
Фон 3 (N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀)	43,4	62,9	53,1	9,2	13,5	11,3
P, %	4,2	5,7	3,55	4,4	7,4	5,04
НСР	4,9	8,8	5,0	0,9	2,7	1,45

Таблица 12 – Соотношение биомассы кукурузы, % на сухое вещество

Вариант	Надземная биомасса			Початки		
	1 год	2 год	среднее	1 год	2 год	среднее
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	68	65	67	32	35	33
Фон 1+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	65	62	64	34	38	36
Фон 1 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	72	59	66	28	41	34
Фон 2 (N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀)	66	63	65	34	37	35
Фон 2+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	66	61	63	34	39	37
Фон 2 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	63	66	65	37	34	35
Фон 3 (N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀)	65	62	63	35	38	37

Таблица 13 – Содержание сырого белка и нитратов в зеленой массе кукурузы

Вариант	Сырой белок, % на сухое вещество			NO ₃ - мг/кг сырого вещества		
	1 год	2 год	среднее	1 год	2 год	среднее
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	10,6	5,38	8,00	113	95	104
Фон 1+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	9,38	4,38	6,88	85	72	79
Фон 1 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	9,63	4,62	7,12	92	91	92
Фон 2 (N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀)	11,12	3,81	7,46	80	92	86
Фон 2+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	11,88	5,50	8,69	133	88	110
Фон 2 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	10,12	6,62	8,37	50	102	76
Фон 3 (N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀)	10,38	4,94	7,66	92	104	98

Таблица 14 – Биохимический состав вегетативной массы, % на абсолютно-сухое вещество

Вариант	Сырая клетчатка, %	Сырой жир, %,	Сахар, %,	Каротин, мг/кг,
Фон 1 (P ₄₅ K ₆₀)	29,4	1,85	19,1	5,2
Фон 1+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	28,5	1,74	24,9	4,0
Фон 1 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	30,4	1,71	18,1	4,6
Фон 2 (N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀)	28,2	1,65	21,7	4,2
Фон 2+ <i>Pseudomonas fluorescent um.</i> 2137	29,4	1,81	18,4	4,8
Фон 2 + <i>Pseudomonas corrudato um.</i> 2184	27,0	1,97	17,1	4,0
Фон 3 (N ₉₀ P ₄₅ K ₆₀)	27,0	1,76	18,8	3,1

Исследуя зеленую массу кукурузы биохимическим анализом, выяснилось, что минеральные удобрения и биопрепараты не внесли свой вклад в изменение качества и количества урожая (табл. 14). Содержание по вариантам опыта изменялось от 27 до 30 %, какого-либо значимого тренда, в зависимости от внесения NPK и обработки поверхности семян, не выявлено.

В семенах, которые обработали биопрепаратами нахождение сырого белка в зерне в один из годов исследования выявлено уменьшение его нахождения, но как, следовательно, урожай от этого только увеличился.

Замечено небольшое возрастание в этом году содержания сахара в зеленой массе кукурузы при обработке поверхности семян препаратом на основе штамма 2137.

Содержание каротина в зеленой массе изменилась в лучшую сторону, от 3,1 до 5,2 мг/кг сухого вещества. Биопрепараты, которые по своему составу схожи с азотным удобрением, снижали показатели накопления каротина в зеленой массе кукурузы.

В период роста и развития растений было важно наблюдать за условиями окружающей среды и питанием, от этого главным образом зависел минеральный состав зеленой массы кукурузы. Во 2 год исследований при высоком урожае зеленой массы содержание сырой золы, а также отдельных ее составляющих (фосфора, калия, кальция) было меньше, чем в 1 год характеризующимся дефицитом осадков и повышенной температурой воздуха и как результат этого формированием меньшего урожая зеленой массы кукурузы.

В среднем за два года содержание сырой золы изменилось от 4,0 до 4,8%. На фоне без внесения азотного удобрения инокуляция семян кукурузы препаратом ризосферных diaзотрофов либо не изменяла или несколько снижала содержание сырой золы в зеленой массе.

На фоне с внесением полного минерального удобрения (N60P45K60) зольный состав зеленой массы под влиянием штамма 2137 увеличивался,

причем значение этого показателя существенно превышало внесение N90P4SK60.

На фоне с внесением РК-удобрений обработка поверхности семян биопрепаратами не влияла на содержание P_2O_5 в растениях, а на фоне NPK за счет ассоциативных диазотрофов на основе штамма 2137 и 2184 возрастало в растениях содержание этого элемента.

По сравнению с названными фонами, те семена кукурузы, которые поддавались обработке биопрепаратами, показали возрастание калия.

Но если говорить об удобрении почвы минералами и биопрепаратами, то в этом случае содержание калия не изменится.

На светло-серой лесной почве обработка поверхности семян кукурузы будет идентична, если так, скажем, внести азотное удобрение в дозе N60. Штаммы 2137 и 2184 не обеспечивают увеличения сбора зерна на чернозёме обыкновенном и зеленой массы на светло-серой лесной почве при посеве семян с обработанной поверхностью, на фоне с внесением азотного удобрения в дозе 60 кг/га. Биопрепараты не принесут вреда качеству товарной продукции кукурузы, а наоборот положительно действуют [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системный анализ источников научной и справочной литературы по изучению влияния разных условий минерального питания на соотношение ростовых и формообразовательных процессов вегетативных и генеративных органов растений озимой ржи, озимого тритикале и кукурузы при формировании урожая данных культур показал следующее:

- разные уровни минерального азота оказывают влияние на формирование вегетативных и генеративных органов и их соотношение;
- доступность биологического азота на разных фонах минерального питания оказывает положительное влияние на формообразовательные процессы в годы с благоприятным режимом увлажнения в период вегетации;
- совместное использование минерального и биологического азота не вызывает эффекта синергизма, но имеет определенный положительный эффект.

Результаты проведенного анализа научной и справочной литературы по вопросам влияния разных условий минерального питания на соотношение ростовых и формообразовательных процессов вегетативных и генеративных органов растений озимой ржи, озимого тритикале и кукурузы при формировании урожая данных культур, возможно использовать в качестве справочных материалов при аудиторной и самостоятельной работе студентов по направлениям подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «Биология» и 44.03.05 Педагогическое образование, профили «Биология. Химия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонова И.Б. Выделение. Рост и развитие растений. Плакат: моногр. / И.Б. Агафонова. М.: Дрофа, 2007. 565с.
2. Азубеков Л.Х. Продуктивность кукурузы при использовании удобрений и флавобактерина на обыкновенном черноземе КБР: Автореф. Дисс... канд. С.-х. наук. С-Пб. Пушкин, 2001. 16с.
3. Азубеков Л.Х. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от удобрений и биопрепарата // Бюллетень ВИУА, № 113. М., 2000. С.103-204.
4. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. Баку: Элло, 1974. 335 с.
5. Андреев Н.Г., Андреев Л.Н. Основы агрономии и ботаники: учеб. пособ. для с/х вузов. М.: Колос, 2004. 487с.
6. Базилинская М.В. Использование биологического азота в земледелии. Обзорная информация. М., 1985. 55с.
7. Брей С.М. Азотный обмен в растениях. М.: Агропромиздат, 1986. 200с.
8. Волков Е.Г. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на урожайность и качество зерна озимой ржи и ячменя на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве. Автореферат дис... канд. с.-х. наук. М.: НИ-ИСХ ЦНРЗ. 2003. 17 с.
9. Герцуский Д.Ф. Анатомо-морфологические признаки и генотипическая отзывчивость растений на азотные удобрения // Труды ВИУА «Физиологические основы действия удобрений на урожай зерна и его качество». М., 1990. С. 93-118.
10. Гужов Ю.Л. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. М.: Колос, 1978. 144с.
11. Данилова М.Ф. Структурные основы поглощения веществ корнем. М.:Наука, 1974. 206с.
12. Дзямба Ш. Урожайность тритикале, ржи и пшеницы в условиях дифференцированного минерального удобрения и применения ретардантов // Междунар. С.-х. журнал. 1984. №6. С. 51-54.

- 13 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. М.: Книга по Требованию, 2012. 352с.
- 14 Завалин А.А. Удобрение сельскохозяйственных культур на осушаемых минеральных почвах. М.:ВИУА,1995. 148с.
- 15 Завалин А.А., Азубеков Л.Х., Шалов Т.Б. Влияние минеральных удобрений и флавобактерина на урожайность кукурузы на чернозёме обыкновенном // Агрохимия. 2002. №4. С. 32-37
- 16 Кефели В.И. Рост растений и природные регуляторы // Физиология растений. 1997. Т.44, № 3. С. 471-480.
- 17 Кирюшин В.И., Южаков А.И., Ткаченко Г.И. и др. Режим азота в почвах Сибири и диагностика обеспеченности им растений // Плодородие почв и питание растений. Новосибирск, 1986. С. 4-25.
- 18 Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 415с.
- 19 Кожемяков А.П., Доросинский Л.М. Эффективность использования препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве // Труды ВНИИСХ микробиологии. Т.59. Л., 1989. С. 5-13.
- 20 Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: учеб. / Л.И. Лотова. Изд. 3-е, испр. М.: КомКнига, 2007. 512с.
- 21 Мосолов И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. М.: Колос, 1979. 255с.
- 22 Муромцев Г.С., Чкаников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. М.: Агропромиздат, 1987. С. 269
- 23 Осипов А.И., Соколов О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 4. Роль азота в плодородии почв и питании растений. СПб., 2001. 360с.
- 24 Павлов А.Н. Повышение содержания белка в зерне. М.: Наука, 1984. 119с.

- 25 Патыка В.Ф., Калиниченко А.В., Колмаз М.В., Кислухина М.В. Роль азот-фиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений // Микробиологический журнал. 1997. Том 59. №4. С. 3-14.
- 26 Плешков А.С., Ягодин Б.А. Способ обеспечения растений минеральными элементами. А.с. № 952168. 1982.
- 27 Посыпанов Г.С. Биологический азот: проблемы экологии и растительного белка. М.: Изд-во МСХА, 1993г. 268с.
- 28 Прусакова Л.Д., Чиждова С.И., Нугуманова Н.И. Ускорение созревания зерновых культур с помощью регуляторов роста // Сельскохозяйственная биология. 1985. №5. С. 115-117.
- 29 Ростова Н. С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. I. Естественные популяции *Leucanthemum vulgare* Lam. // Ботан. журн. 1999. Т.84. №.11. С. 50-66.
- 30 Рутор Т.А. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания и использования биологического азота на выщелоченном черноземе Краснодарского края : Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Краснодар: КубГАУ, 1999. 25с.
- 31 Семенов П.Н. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы и озимой тритикале на агродерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 1997. 20с.
- 32 Семенов П.Н. Влияние ризоагрина и флавобактерина на урожайность и качество зерна озимой пшеницы и тритикале // Бюлл. ВИУА №115. М.:2001. С. 157.
- 33 Скорик В. В. Генетические взаимосвязи признаков при селекции короткостебельной озимой ржи на высокую урожайность//Вестн. сельскохозяйств. науки. 1988. № 4. С. 46-52.
- 34 Станков Н.З., Ладоина Т.П., Таова Т.И. Концентрация минеральных солей в почве и рост растений //Вестн. с.-х. науки. 1969. № 4. С. 39-41.

- 35 Тиунов А.Н. Озимая рожь. М.: «Колос», 1969. 392с.
- 36 Тутаюк В.Х. Анатомия и морфология растений. – М.: Высш. шк., 2006. 317 с.
- 37 Хасан Гарба Контагара. Азотное питание и продуктивность кукурузы на силос при использовании ризосферных diaзотрофов: Автореф. дисс... канд. с.х. наук. М.: МСХА, 2002. 15с.
- 38 Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос, 1992. 594с.
- 39 Шульпина И.Ю. Калийные удобрения в системе комплексного применения средств химизации под зерновые культуры на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. М.:ВИУА, 1998. 18с.
- 40 Якушина Н. И., Бахтенко Е.Ю. «Физиология растений». М.:«Владос», 2005. 464с.
- 41 Ямских И.Е. Ботаника: Анатомия и морфология растений: учеб. пособие / И.Е. Ямских, И.П. Филиппова. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 2004. 86с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки
06.04.01 Биология
Магистерская программа «Ботаника»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
 Г.А. Карпова

«05» 11 2019

Задание

По ВКР студента: Седовой Анастасии Александровны

Тема работы: «Ростовые корреляции растений на разных фонах
минерального питания»

Утверждена приказом по Университету от «04» 10 2019 г. № 2

Срок сдачи студентом законченной работы «28» 05 2021 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки выполнения этапов	Примечания
1.	Определение цели, задач и предмета исследования по теме магистерской диссертации.	Декабрь 2019-январь 2020	выполнено
2.	Анализ учебной, научной, справочной литературы по теме: «Ростовые корреляции растений на разных фонах минерального питания».	Февраль 2019-апрель 2020	выполнено
3.	Изучение методов экспериментального исследования, материалов исследования. Изучение влияния элементов минерального питания на ростовые процессы растений.	Май-август 2020	выполнено
4.	Проведение и аналитических исследований влияния биологического и минерального азота на ростовые процессы сельскохозяйственных растений.	Сентябрь 2020-апрель 2021	выполнено
5.	Оформление результатов исследования.	Май 2021	выполнено

Дата выдачи задания « 05 » 11 2019 г.

Руководитель:  Г.А. Карпова

Задание принял к исполнению 