

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

"ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Факультет физико-математических и
естественных наук

Кафедра "Общая биология и
биохимия"

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Профиль Биология

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ
ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА»**

Студент Нойкина Нойкина Ольга Владимировна

Руководитель Леонова Леонова Н.А.

Нормоконтролёр Солдатов Солдатов С.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 26.05.16 № 11)

Заведующий кафедрой Карпова Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой хорошо (протокол заседания ГЭК от 7.06.16 № 7)

Секретарь ГЭК Солдатов Солдатов С.А.

Пенза, 2016

Содержание:

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1 Роль природных и синтетических регуляторов роста в формировании морфофизиологических процессов сельскохозяйственных культур.....	5
Глава 2. Объекты и методы исследований.....	17
Глава 3. Результаты исследований.....	22
3.1 Изменение степени набухаемости семян ярового ячменя.....	22
3.2 Активность гидролитических ферментов (α - и β -амилазы) и каталазы при прорастании семян.....	25
3.3 Особенности ростовых процессов проростков ячменя.....	29
3.4 Опыты и наблюдения в курсе "Биология" общеобразовательного учреждения.....	33
Заключение.....	36
Список литературы.....	37

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень – это культурное растение, которое относится к выносливым растениям с гибкой адаптацией к почвам и климату и отличающимся высокими кормовыми качествами, но из-за часто меняющихся погодных условий, ячмень, как и другие злаки, страдает неустойчивостью урожая из года в год.

Из-за повышенных температур и низкой влажности в нашем регионе в период всходов, для регулирования производства ячменя, появилась необходимость изучения физиолого-биохимических процессов при прорастании семян данной культуры

Значимой задачей сельскохозяйственного производства остается увеличение производства зерна, где велика доля ярового ячменя. Для повышения урожая сельскохозяйственных культур, важная роль принадлежит введению эффективных сортов и новой технологии их выращивания. Необходимым запасом повышения урожая данных культур также является улучшение биологической полноценности высеваемых семян.

Метод предпосевной обработки семян химическими соединениями низких концентраций, а также биологически активными веществами (регуляторами роста) следует отнести к числу многообещающих приемов повышения урожая и качества продукции растениеводства.

Рациональное использование запаса ячменя возможна при обработке посевов регуляторами роста, которые играют активную роль в ростовых процессах и повышении продуктивности этой важной продовольственной культуры. В следствии этого, комплексное изучение влияния регуляторов роста на физиолого-биохимические процессы при прорастании ячменя является актуальным.

Целью исследований являлось изучение влияния регуляторов роста на физиолого-биохимические процессы при прорастании данной культуры.

А также были определены следующие задачи:

- ✓ сделать анализ научной литературы по изучаемому нами вопросу;
- ✓ изучить влияние регуляторов роста на процессы водопоглощения в семена ярового ячменя;
- ✓ пронаблюдать возможные закономерности изменений физиолого-биохимических показателей семян ярового ячменя в зависимости от применения регуляторов роста;
- ✓ изучить изменение роста корней и ростков при прорастании.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Роль природных и синтетических регуляторов роста в формировании морфофизиологических процессов сельскохозяйственных культур

Обеспечение пищевыми продуктами населения земли – является значимой задачей современного сельскохозяйственного производства. Эту проблему решают такие технологические науки как, растениеводство и животноводство, опирающиеся на достижениях основных биологических дисциплин, среди которых значимое место занимает физиология растений. Увеличение части качественного продукта в урожай – является одной из главных задач в практике физиологии растений. Применение усиленных технологий, предусматривающих использование регуляторов роста растений является одним из решений данной задачи.

Физиологически активными веществами органогенного происхождения или синтезированные, являются регуляторы роста. Изучая механизмы действия регуляторов роста на растения, их можно поделить на две группы: первая – индукция (активация процесса под действием вещества, который не шел в клетке в отсутствие данного вещества); вторая – стимуляция (увеличение уже происходящих процессов). Но иногда одновременное действие этих механизмов, затрудняет провести границу между их действиями (Кулаева О.Н., 1973, Ковалев В.М., 1992).

Любой фитогормон является фундаментом системы, которая включает в себя ферменты синтеза и освобождения гормона из склеенного состояния, механизмы действия, а также, ферменты и ингибиторы угнетения фитогормона. Системы отдельных классов фитогормонов соединены в одну гормональную систему и эта связь происходит на уровне обмена фитогормонов и на механизме действия фитогормонов (Якушкина Н.И., 2005).

Все фитогормоны влияют на рост и деление клеток, дыхание, транспорт веществ, процессы привыкания, увядания, синтез нуклеиновых кислот и белков и на прочие процессы.

В регулировании физиологических процессов значимую роль играют баланс и взаимодействие разных ростовых веществ, а также способность клеток воспринимать гормональный сигнал, который определяется набором рецепторов фитогормонов. В следствии этого, деление органических и синтетических веществ, которые регулируют рост, на стимуляторы и ингибиторы очень простое и не дает верного представления о действии гормональной системы растений (Ковалев В.М., 1992). Так же, в некоторых случаях, гормоны многофункциональные, они активируют процесс в клетках одного вида, а также они могут и приостанавливать другой процесс и иногда тот же процесс в клетках другого вида (Кефели В.И., 1974).

На внедрение во внутрь клетки через плазматическую мембрану, а потом через цитозоль в ядро основано воздействие иных гормонов, здесь молекула данного гормона образует комплекс с ядерными рецепторами и в результате меняет синтезы матрицы. Так как она взаимосвязана с синтезированием новых молекул, то реакция ответа на регуляторное действие данных гормонов бывает замедленной.

У растений и животных общий принцип действия фитогормонов на клетку похож. Молекулы гормона, которые не могут пройти через плазматическую мембрану, то они не попадают в клетку, а связываются с рецепторным белком на наружной поверхности плазматической мембраны. Молекулы - рецепторы находятся в мембранах клеток-мишеней, а также любой гормон имеет свой личный рецептор (Полевой В.В., 1982; Кулаева О.Н. и др., 1984). Разными молекулами активизируются рецепторы, которые провоцируют трансмембранный поток и действуют при сниженных концентрациях, пример 10^{-13} – 10^{-5} моль/литр. Рецептор, активированный разным способом, передает сигнал к внутриклеточным клеткам - мишеням. Сигнал стимулирует каталитическую продуктивность клетки - мишени или

эффекторного белка, или же стимулирует проводимость ионного канала, которым является эффекторный белок. Результатом этого является изменение действия какой - либо метаболической стадии или цитоплазматической концентрации любого иона и вследствие этого, появление клеточной реакции (Филиппов П.П., 1998;).

По своему физиологическому действию, природные гормоны делятся на группы – ауксины, абсцизовая кислота, цитокинины, гиббереллины и этилен (Муромцев Г.С., 1984; Дерфлинг К., 1985).

Более изученными и найденными первыми среди фитогормонов является природные регуляторы роста – **ауксины**. Изучение феномена Ч.Дарвина последовало открытию ауксинов, а Кегль в 1936 году изучил их химическую структуру. Эти вещества, образуются в молоденьких частях растений в меристеме, почках и листьях, откуда они переходят в часть удлинения клеток, где и оказывают влияние на процесс растяжения. Ауксины – являются фитогормонами индольного происхождения (индолилуксусная кислота и ее производные), которые активизируют образование корней у окончаний растений, а также стимулирующие рост кончиков стеблей, листьев и корней, вызывающие в результате тропические изгибы стебля. Также ауксины действуют на соотносительное взаимодействие между органами произрастающего растения. В зависимости от количества гормона некоторые растительные органы отвечают на его действие активацией или замедлением роста. Ауксины также увеличивают поглощение воды и питательных веществ, вызывают увеличение потока полезных веществ из внешней среды, влияют на перераспределение полезных веществ в растении, порой вызывая их распределение, влияют на продуктивность синтезирующего белок аппарата, процессов дыхания, фотосинтеза, распределение клеток.

Одной из причин увеличения роста является незначительные сдвиги в энергетическом запасе клетки, что приводит к четким изменениям в скорости реакций ферментного обмена, увеличению продвижения полезных веществ и воды.

Абсцизовая кислота (АБК) - образуется в листьях, кумулируется в хлоропластах, в малых количествах в цитоплазме и вакуолях, движение её осуществляется в восходящем и нисходящем направлениях. При неблагоприятных воздействиях содержание АБК повышается. При переходе растений в спокойное состояние в почках содержание АБК увеличивается, а на начальном этапе роста уменьшается. Действие АБК заключается в замедлении процессов роста, в оказании атрофирующего влияния в образующихся плодах, способствующего их созреванию и состоянию покоя семян внутри плода.

Кумулирование абсцизовой кислоты приводит к уменьшению фотосинтетического фосфорилирования, увеличению фотосинтеза, замедляет прорастание семян, тормозит рост пазушных почек, влияет на переход в спящее состояние семян, почек, клубней. Абсцизовая кислота активизирует образование запасных белков, увеличивает образование протекторных белков, которые определяют устойчивость к засухе и другим вредным условиям. Обработка абсцизовой кислотой повышает устойчивость к засухе, перепаду температур, затоплению, холоду и другим вредным условиям. Это объясняется с действием абсцизовой кислоты на фотосинтез, водный баланс растений, дыхание, липидный обмен, изменением проницаемости клеточных мембран, остановкой роста.

Цитокинины или кинины – это фитогормоны, которые относятся к гормонам, активизирующих цитогенез, которые были открыты в 1955 Скутом и Миллером и представляющие собой производные пуринов, образующиеся в корнях, плавно передвигаясь в надземные органы по ксилеме. Известно об образовании цитокининов в семенах развивающихся плодах, побеге (Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю., 2005).

Цитокинины могут управлять растяжением клеток, влиять на направление изменений клеток и тканей, задерживать увядание листьев, оказывать влияние на ультраструктуру хлоропластов (Кулаева О.Н., 1973). Также они повышают насыщенность фосфорилирования, фотосинтеза,

потребление калия замыкающими клетками устьиц, нужными для поддержания их в открытом состоянии, влияют на азотный обмен, активизируя синтез белка-фермента, способствуют выходу из спящего состояния покоящихся почек, семян, клубней. Цитокинины могут активировать клеточное деление и повышать количество митозов, а также провоцировать рост боковых побегов.

В конце 30-х годов впервые были получены из экстракта гриба *Fusarium moniliforme* **Гиббереллины**. Гиббереллины – это группа веществ, которые относятся к дитерпеноидам флуоренового ряда. Они оказывают особое действие на длину стеблей, черешков, жилок, главным образом растяжением клеток (Дерфлинг К., 1985). Растяжение с образованием белка клеточной стенки экстенсина и увеличение возможности ферментов связано с воздействием гиббереллинов, то есть он может увеличивать размеры как стебля, так и листьев, а также изменять форму и количество. Значительно увеличивается содержание гиббереллинов в процессе прорастания семян, что объясняется с неполным перемещением их из связанного состояния в свободное. При поступлении воды в сухие семена растения, семя вырабатывает гиббереллин, который затем проходит в алейроновый слой и активизирует образование ферментов и α -амилазы. При обработке гиббереллином, происходит ускорение процессов прорастания семян многих растений, так как при их выходе из спящего состояния, в семенах кумулируются ростовые вещества. При прорастании семян, чувствительных к свету, данная обработка может заменить влияние красного света, под действием которого содержание гиббереллинов увеличивается (Якушкина Н.И., 2005). Гиббереллин также способствует общему скоплению веществ, так как в большинстве случаев при его действии увеличивается общая масса растения. Гиббереллин способствует увеличению содержанию крахмала, белка в семени ячменя. В темноте гиббереллин действует лишь на растяжение клеток, не вызывая возрастания их деления. Можно подумать, что гиббереллин в темноте влияет непрямо, а через изменение уровня

содержания ауксинов. По мнению Н.И. Якушкиной и Е.Ю. Бахтенко (2005г.), гиббереллины увеличивают действие процесса фотосинтетического фосфорилирования. В онтогенезе растения происходит изменение набора гиббереллинов, так как разные их формы делают различную управляющую роль.

В 1901 г. Д.Н. Нелюбовым было открыто управляющее действие **этилена**. В 1934 г. Р. Гейн доказал, что этилен образуется растениями и он владеет сильным ингибиторным действием, по сравнению с другими газами. Смысл действия этилена заключается в управлении процессов созревания плодов, уменьшении роста в длину стебля и клеток, увеличении толщины стебля. Далее этилен способствует образованию отделительного слоя и опадению листьев и плодов, ускоряет процессы увядания, уменьшает рост почек. Увядание листьев или их частей сопровождается увеличением функционирования других тканей и органов растения даже в плохих условиях.

Пектин впервые был выделен из *A. cruentus* описан Хазиевым Р.Ш. в 1993 г. Действие таких полисахаридов, как пектинов, арабиногалактанов, галактоманнанов, глюкоманнанов, подробно изучено в работах Оводова Ю.С. (1998).

Природное вещество **пектин** - обладает росторегулирующими свойствами, так как олигосахариды из пектиновых веществ регулируют растяжение клеток растений, активированные гормонами роста и вызывают быстрые изменения в ионных потоках.

Среди природных веществ, обладающих росторегулирующими свойствами, сегодня известны соединения **полисахаридной природы**, действие которых основано на особенности углевод-углеводных и углевод-белковых взаимодействий в клетке, действие которых не маловажно. Эти вещества относятся к экзогенным и эндогенным факторам глико-биологической природы. Их участие в процессах разных глико-биологических взаимодействий и умение влиять на процессы

внутриклеточной сигнализации является общим признаком. В цепи не простых сигнальных реакций эндогенные и экзогенные факторы глико-биологической природы могут являться как специфическими, так и не специфическими провокаторами сигнальных реакций, которые связаны с образованием разных вторичных мессенджеров (Офицеров Е.Н., Костин В.И., 2001).

Пектины, активизируют функциональность клеток, увеличивают энергию прорастания семян, в следствии чего делают эти вещества в качестве иммуномодулирующих и росторегулирующих средств. Похожее действие высокомолекулярных соединений разного происхождения, обусловлен сходными физико-химическими свойствами полимеров, углевод-углеводными и углевод-белковыми взаимодействиями на поверхности клеток.

Под действием пектина происходит повышение водоустойчивой способности, объема корней и активно поглощающей поверхности, замечен малый водный дефицит (Костин В.И., Офицеров Е.Н., Исайчев В.А., 1999). Также, под влиянием пектина происходит стимуляция жизнедеятельности на первых этапах онтогенеза, что оказывает хороший эффект на урожай (Костин В.И., Офицеров Е.Н., 1997).

Пектины в высоких концентрациях (0,5% и выше) оказывают ингибирующее действие на семена растений - уменьшают прорастание и замедляют всхожесть (Костин В.И., Офицеров Е.Н., 1997). Свойство пектина (при низких концентрациях) активировать устойчивость и обмен веществ растений, что объясняет его многофункциональность - влияние на стойкость к нехватке влаги, высоким и низким температурам и так далее. (Костин В.И., 1998). Со стабильностью у растений энергетического обмена связано фиторегулирующее действие пектина.

Пектин увеличивает содержание белка, крахмала в зерне ячменя, создает хорошие условия для повышения биологической ценности зерна за счет увеличения аминокислотного обмена (Музурова О.Г., Мударисов Ф.А., 2005; Хованская Е.Л., 2001).

Со временем появилась необходимость получить химическим путем структурно известные эндогенные фитогормоны и в связи с этим, встал вопрос о получении и использовании синтетических регуляторов роста.

Голландский физиолог Кегль Ф.(1936) синтезировал растения ауксина (индолилуксусной кислоты), после чего и возникли синтетические регуляторы роста, а затем был сделан синтез похожих соединений с повышенной биологической активностью.

Наибольшая часть изучаемых, исследуемых и используемых, химически полученными регуляторов роста условно относят к:

1. аналогам ауксина и веществам, связанным с обменом ауксинов и продвижением их физиологической активности;
2. аналогам гиббереллина и веществам, связанным с обменом и продвижением фитогормонального эффекта гиббереллинов;
3. веществам, связанным с метаболизмом этилена;
4. веществам - цитокининам и цитокининоподобным и развития растений;
5. активаторам и ингибиторам обменов (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, хлорофилла и др.).

К синтетическим регуляторам относятся ингибиторы:

1. ретарданты – способные уменьшению длины и увеличению толщины стеблей, расширению пластинки листьев, усилению интенсивность зеленой окраски, увеличению корневой системы);
2. морфактины - образующие аномалии в точке роста и появление уродливых частей у растений.

К ним относят вещества, замедляющие продвижение ИУК и её производных по растению. Гербициды относятся к веществам, способным ингибирующим действием, уничтожающие сорные растения.

Механизм действия веществ синтетического происхождения, которые регулируют рост, связан с влиянием на эндогенные фитогормоны, что позволяет переместить физиолого-биохимические процессы у растений в нужном направлении.

Воздействие веществ их вне, регулирующих рост, можно подразделить на три этапа. Первый - первичное взаимодействие с эндогенными фитогормонами, второй – появление и функционирование ферментных систем растения с измененным гормональным статусом, а третий - вторичные изменения общего обмена веществ растения, которые приводят к изменениям роста, развития и качества урожая (Костин В.И., Офицеров Е.Н., 1997).

На сегодняшний день создаются новые эффективные и экологически безопасные фиторегуляторы, которые положительно влияют на растения в малых дозах - 10-100 мг/га.

Как показал анализ сравнения, проводимый в исследованиях Кашиной О.А. (2004), влияние мелафена и кинетина на рост процессы жизнедеятельности растительных клеток, что направленность действия и величины морфофизиологических значений были в целом схожими, находясь в интервале ошибки опытов. Это сходство ответных реакций разрешает рассмотреть синтетический регулятор роста мелафен, как физиологический аналог фитогормонов, похожий по спектру действия с кинетином.

Поэтому, природные и синтетические регуляторы роста и развития растений являются сильным средством управления онтогенезом растений (Кефели В.И., 1978), поэтому их применение становится успешным направлением современного сельского хозяйства.

Мелафен и пирафен были синтезированы в Институте органической и физической химии им. А.Э. Арбузова Казанского научного центра РАН С.Г. Фаттаховым, Н.Л. Лосевой и др. (Фаттахов С.Г. и др., 2006). Известно о повышенной физиологической активности этих фосфоорганических стимуляторов в низких дозах, в следствии чего, была установлена зависимость концентрации процессов роста при действии данного препарата. В работе Кашиной О.А. (2004) на *Chlorellavulgaris* установлена подходящая концентрация мелафена - от $3 \cdot 10^{-8}$ до $3 \cdot 10^{-9}$ М. Концентрация $3 \cdot 10^{-6}$ М показывала ингибирующее действие на рост суспензии, а при $3 \cdot 10^{-10}$ М

наблюдалось малое повышение скорости роста по сравнению с контрольным образцом.

Физиологический эффект действия регуляторов роста зависит от химического происхождения препарата, его концентрации, фазы развития растений, экологических факторов, что видно по наблюдениям Кумакова В.А. (1988). Синтетические активаторы способны мощнее тормозить ростовые процессы, долго не инактивироваться растительными тканями, характер их действия связан не только с ростом, но и с нарушением морфогенетических процессов. По мнению авторов, (Офицеров Е.Н., Костин В.И., 2001) большая часть регуляторов роста растений относится к токсичным веществам, поэтому к ним предъявляются строгие требования, как и к пестицидам.

Сложности и ограничения широкого использования регуляторов роста связаны с особенностями свойств и проявления их биологической активности. Меньший диапазон концентраций, завышение которых приводит к провоцированию процессов роста, гибели растений (Муромцев Г.С., 1984). Вследствие этого, в производство пускают препараты, которые прошли токсикологическую проверку и оценку генетического риска. Регуляторы роста исследуют только на культурах, для которых они рекомендованы, при обязательном соблюдении мер безопасности. В настоящее время создаются регуляторы нового поколения, действующие на растения в малых дозах, всего несколько миллиграммов на 1 га.

Сейчас важное внимание относят к экологическим моментам применения регуляторов роста растений. Они являются малотоксичными веществами, с незначительной видовой чувствительностью, обширным спектром действия, с мало выраженными накопительными свойствами. У большинства из них физиологическое действие связано с изменением гормонального статуса растений, что определяет возможности как хорошего, так и плохого, мутагенного влияния. Известно влияние эндогенных регуляторов роста и их аналогов на изменение хромосом, митотическую

активность клеток, активность генетического аппарата и белоксинтезирующие системы.

Поскольку регуляторы роста сложные и дорогостоящие органические вещества, их производство требует серьезной технологической проработки и высокой культуры производства.

При использовании каждого препарата регулятора роста, нужно опираться на конкретные исследования всех сторон его использования, а также изучении его действия на клеточном уровне и в условиях производства, так как в зависимости от многих факторов (культуры, способов обработки, срока действия, концентрации вещества) одно и то же вещество может оказывать и стимулирующее и ингибирующее действие в растениях.

При огромном разнообразии природных и синтетических регуляторов роста, механизм действия до конца не изучен и требует проведения дальнейших исследований с целью увеличения продуктивности сельскохозяйственных растений.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения действия регуляторов роста на физиолого – биохимические процессы проростков ячменя, мы проводили лабораторные опыты в 2015-2016 гг. в лаборатории кафедры «Общая биология и биохимия» ФГБОУ ВО «Пензенский Государственный Университет».

Объектом для нашего исследования был яровой ячмень, сорт Нутанс 642.

Яровой ячмень проходит определенные фазы роста, а именно: прораствание семян, всходы, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, формирование и созревание зерна.

Прораствание. Для данного этапа требуется 48-70% воды от массы сухих семян. В хороших условиях фаза прораствания длится 2-5 дней, именно в этот период ячмень особо чувствительный к плохим факторам среды, например, недостаток влаги, низкие температуры, излишнее увлажнение почвы и другие.

Всходы. Длительность данного периода может варьироваться от 5 дней до 2-3 недель. При прораствании ярового ячменя, сначала появляются зародышевые корни, потом первый зародышевый лист, защищенный бесцветным колеоптилем. На дружность прораствания семян огромное влияние оказывает качество посевного материала. Глубокая заделка семян и почвенная корка плохо сказываются на всхожести растения, когда в почве мало кислорода, семена могут погибнуть.

Кущение. Это появление новых побегов из узла. Главный узел кущения расположен в зависимости от типа и влажности почвы на глубине 1-3 см.

Первый этап кущения обычно совпадает с появлением третьего листа. Кущение ярового ячменя зависит от глубины проникновения узла кущения, света, влажности и полезных веществ. Необходимо избегать как слишком глубокой, так и слишком мелкой заделки семян. В период кущения (через 8-12 дней после всходов) завершается формирование зачаточного колоса.

Выход в трубку. Эта фаза наступает через 3-4 недели после появления полных всходов. У основания главного стебля образуется малая выпуклость – бугорок первого стеблевого узла. В данный период заканчивается формирование колоса, колосков и цветков. Недостаток влаги и света приводит к частичной стерильности и уменьшению числа зёрен в колосе.

Колошение. Данная фаза наступает с появлением колоса из влагалища листа. К началу колошения ячмень полностью сформировывает генеративные органы – это пыльники и пестик с рыльцами. Во время формирования колоса условия внешней среды влияют на длину колоса, число колосков и продуктивность.

Цветение и оплодотворение. Цветение ячменя чаще всего совпадает с началом колошения и реже (через 1-3 дня) после него. Ячмень относится к самоопыляющимся растениям, но иногда опыляется перекрестно. В каждом сформированном цветке находится мужские и женские органы.

Созревание. В процесс созревания зерна у ячменя различают три фазы: спелости, молочную, восковую и полную. Влажность спелого зерна не должна превышать 14-16%.

Вегетативный период. Длина вегетативного периода ячменя (от всходов до созревания) зависит от сорта и условий выращивания. Из злаковых культур ячмень созревает раньше всех. Раннеспелые сорта ярового ячменя созревают в течение 53-60 дней, а позднеспелые за 100-120 дней.

Схема опыта:

- 1 – контрольная обработка семян водой;
- 2 – препарат мелафен – $1 \cdot 10^{-7}$ %;
- 3 – препарат пирафен – $1 \cdot 10^{-7}$ %;

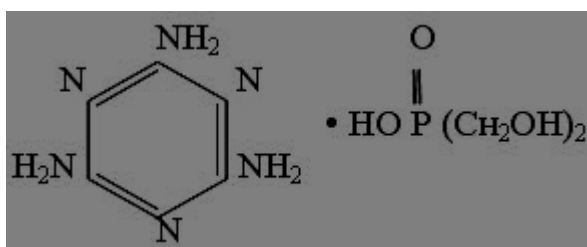
4 – вещество пектин – $5 \cdot 10^{-2} \%$;

В проведении лабораторных экспериментов, целью которых было действие регуляторов роста на первые этапы развития, семена ячменя замачивали в растворах нужных концентраций в течение 16-18 часов.

Использовались регуляторы роста - синтетические нового поколения мелафен, пирафен, а также вещество природного происхождения - пектин.

Мелафен является меламиновой солью бис(оксиметил)фосфиновой кислоты. Этот препарат был синтезирован в Институте органической и физической химии им. А.Э. Арбузова Казанского научного центра РАН С.Г. Фаттаховым, Н.Л. Лосевой и др.

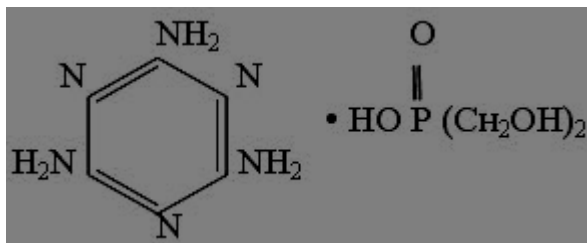
Формула мелафена:



Производство мелафена простое, исходные вещества являются легко доступными в промышленности. Данный препарат хорошо растворим в воде и его водные растворы стабильны при хранении многие годы, он обладает повышенной эффективностью и длинным спектром действия при низких концентрациях. Данное вещество мало токсично и не обладает мутагенной активностью в широком интервале концентраций (Фаттахов С.Г. и др., 2006). Мелафен разрешен к применению и не имеет аналогов.

Пирафен также является меламиновой солью бис(оксиметил)-фосфиновой кислоты, он был синтезирован в Институте органической и физической химии им. А.Э. Арбузова Казанского научного центра РАН С.Г. Фаттаховым, Н.Л. Лосевой и др.

Химическая формула пирафена:



Пектин впервые был выделен из Амаранта, Хазиевым Р.Ш. (1993). Он представляет собой частично или полностью метоксилированную полигалактуроновую кислоту. Кроме D-галактуроновой кислоты в свободной или этерифицированной форме в состав пектиновых молекул входят нейтральные сахара: галактоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, фруктоза и ряд других. Пектиновые вещества состоят из гомогалактуронановой части и малого рамногалактурона, которые содержат боковые цепи нейтральных сахаров. Пектин – разрешен к применению, это полисахарид, построенный из галактуронопиранозильных остатков, соединенных 1→4-гликозидной связью.

Все определения проводились в трёх кратной биологической и пяти кратной аналитической повторностях (Воробьев Л.Н. и др., 1989), а также все наблюдения, учеты и анализы проводились по общепринятым методикам.

Степень набухания семян ярового ячменя определяли по У. Руге в изложении Вальтера О.А. и др. (1957).

Активность гидролитических ферментов (амилазы) изучали по Плешкову Б.П. (1985). Метод основан на извлечении амилаз из семян ячменя раствором хлористого натрия и инкубации полученного ферментного раствора со стандартным раствором крахмала в течение заданного промежутка времени. Затем определялось количество не гидролизованного амилазами остаточного крахмала колориметрическим путем на фотоэлектроколориметре (ФЭК) при красном светофильтре. Активность амилазы выражали в миллиграммах гидролизованного крахмала за 1 ч одним миллилитром ферментного раствора.

Активность каталазы методом Баха А.Н. и Опарина А.И. определяли по количеству перекиси водорода, разложившейся под действием фермента.

В реакционную смесь вносили избыток 0,1 н. раствора перекиси водорода. В контрольном образце каталазу инактивировали серной кислотой, а в опытном - часть внесенной перекиси водорода разлагается под действием фермента, количество неразложившейся перекиси водорода определяли титрованием 0,1 н. раствором перманганата калия в кислой среде. По разности между опытным и контрольным титрованием находили количество разложившейся под действием фермента перекиси водорода. Активность каталазы выражали в микромолях перекиси водорода, разложившейся под действием фермента за 1 мин в расчете на 1 г свежего растительного материала.

Длину проростков и корешков ячменя, а также массу и количество определяли в возрасте 5-ти, 7-ми и 9-ти суток.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Изменение степени набухаемости семян ярового ячменя

Семя – это живая, сложная система, с помощью различных воздействий на него можно целенаправленно поменять обмен веществ, а также рост, развитие, продуктивность и качество продукции сельскохозяйственных растений. Изучение способов повышения посевных качеств семян является главным запасом повышения урожая.

При знании и учитывании процессов, происходящих в семени ячменя при прорастании, можно обеспечить повышенную продуктивность и достойную степень устойчивости к плохим факторам, при использовании различной природы препараты и физические действия.

Как правило, обработка семян перед посевом, приводит к повышению начальных окислительных процессов и накоплению в семенах эффектов-триггеров, которые в свою очередь влияют на изменение интенсивности и направленности обменных процессов (Костин В.И., 1998; 2005).

Многими исследователями было отмечено влияние регуляторов роста на такие процессы прорастания, как набухаемость, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, активность ферментов в начальной предпосевной обработке (Яхин О.И., 2001).

В сложном процессе прорастания по Аскочинской Н.А., выделяется три основных этапа: на первом этапе – этапе гидратации – гидрофобные частицы хаотично притягивают воду; на втором этапе начинается разложение сложных веществ (белков, жиров, углеводов) на простые; на третьем этапе – проклёвывание семени, прорастание и рост зародыша.

Набухание – это процесс, который представляет собой поглощение воды сухим семенем и сопровождается появлением воды в жидкой фазе, после чего в семенах в более активное состояние переходят ферменты, витамины, что обеспечивает поступление растворимых веществ к точкам роста. В следствии этого быстрота и степень набухаемости семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности.

В ходе проведенных нами исследований мы увидели, что обработка регуляторами роста семян ярового ячменя увеличивает степень набухаемости (таблица 1).

Самый высокий результат получен при применении мелафена, данный регулятор роста провоцировал быстрому набуханию по сравнению с другими препаратами. В динамике мелафен длительно увеличивал степень набухаемости семян на 23,5-81,5% от сухой массы зерновки. Обработка семян пирафеном увеличивала данный параметр в малой степени (на 23,0-80,0%).

Необходимо отметить, что большое поступление воды в семя замечено в первые 12 часов (увеличение массы семян на 42,0-46,0% от сухой массы зерновки). В дальнейшем поступление воды уменьшалось каждые 12 часов в 2,64-3,97 раза. В периоде 48 часов набухания отмечено увеличение массы семян на 7,0-10,5% относительно 36-часовых, что объясняется проклёвыванием семени. Таким образом, в возрасте 36-48 часов семена

ячменя достигают высокой влажности, в связи с чем, происходит рост растяжением самого гипокотилия, в результате чего кончик корешка проталкивается из семени.

Таблица 1 – Степень набухания семян ячменя при прорастании, % от сырой массы

Время, час	Вариант			
	контроль (обработка семян водой)	мелафен – $1 \cdot 10^{-7} \%$	пирафен – $1 \cdot 10^{-7} \%$	пектин – $2 \cdot 10^{-5} \%$
2	21,0	23,5	23,0	24,0
4	28,5	31,5	31,0	33,5
6	34,5	36,0	35,5	35,5
8	37,0	40,5	39,5	40,0
10	38,5	43,5	41,0	42,0
12	42,0	46,0	44,5	45,5
16	43,0	50,5	46,0	49,5
24	54,5	63,0	60,5	59,5
36	65,0	74,5	71,0	69,0
48	74,5	81,5	80,0	79,5

Мелафен и пирафен влияют на проницаемость покровов семян для воды. Данные регуляторы роста вызывают изменения ферментов, повышение

проницаемости оболочек, улучшение водно-воздушной проницаемости, стабилизирующей все метаболические процессы на клеточном уровне (Офицеров Е.Н., Костин В.И., 2001; Костин В.И., 2005).

Пектин повлиял на семена иначе. В первой половине опыта (2-16 часов) замечено положительное действие на скорость набухаемости (относительное увеличение составило 24,0-49,5%). При этом, в первые 4 часа наблюдений количество поступившей воды в семена, при обработке пектином, превысило остальные варианты на 0,5-2,5%. Во второй половине опыта сила действия данного регулятора роста понизилась.

Так же имеются данные о том, что олигосахариды из пектиновых веществ контролируют процессы морфогенеза, вызывают более быстрые изменения в ионных потоках, в результате чего внутренние пектины обмениваются на внешние. (Костин В.И. и др., 2005; Офицеров Е.Н., Костин В.И., 2001).

В ходе проведенных нами опытов было установлено, что обработка регуляторами роста меняет степень набухаемости семян ярового ячменя. Высокий результат был получен при использовании мелафена, который способствовал быстрому набуханию по сравнению с другими препаратами-пирафеной и пектином.

Полученные данные об изменении степени набухаемости при обработке семян ячменя регуляторами роста совпадают с теорией «высвобождения ферментов», согласно которой появляющиеся в липидах мембран химические явления приводят к изменению проницаемости последних. Нарушение полупроницаемости мембран приводит к «высвобождению ферментов», переходу из латентного состояния в более активное, что вызывает стимуляцию α - и β -амилаз.

3.2 Активность гидролитических ферментов (α - и β -амилазы) и каталазы при прорастании семян

В процессе набухания семян осуществляется притягивание полезных веществ – жиров, белков и полисахаридов, а также перевод их в растворимые соединения, которые легко потребляются для питания зародыша (второй этап прорастания по Аскоченской Н.А.). Под влиянием набухания стимулируются ферменты, нужные для данной стадии, частично находящиеся в эндосперме или зародыше в связанном состоянии. Некоторые белки-ферменты появляются в новь, это возможно в результате образования в клетках семени и-РНК в первые часы после намачивания (Якушкина Н.И., 2005).

Фермент α -амилаза образуется в процессе прорастания, β -амилаза находится в сухих семенах в связанном состоянии. Значимая роль в разложении гранул крахмала с образованием декстринов и сахаров относится к α -амилазе, расщепляющей активные гранулы крахмала. Под действием β -амилаз, продукты α -амилазного гидролиза превращаются в простые сахара. При усилении действия ферментов, с повышенной активностью α -амилазы происходят глубокие физиолого-биохимические процессы в семенах проростков (Плешков, 1985).

В следствии этого, при проведении исследований нами было отмечено изменение суммарной активности α - и β -амилаз в семенах ярового ячменя при прорастании под действием регуляторов роста (таблица 2). При этом было установлено повышение активности α - и β -амилаз при обработке семян мелафеном, пирафеном и пектином по сравнению с контролем в течение всего времени наблюдений. Максимальная активность ферментов отмечается на 3 сутки, с превышением контроля на 10,9-24,5%.

Таблица 2 – Суммарная активность α - и β -амилаз в семенах ярового ячменя при прорастании, мг гидролизованного крахмала за 1 час 1 г сухого вещества зерновки

Вариант	Время с момента обработки
---------	---------------------------

	24 часа	48 часов	72 часа
Контроль (обработка семян водой)	37,41	88,25	200,91
Мелафен - $1 \cdot 10^{-7}\%$	57,15	111,08	250,23
Пирафен - $1 \cdot 10^{-7}\%$	50,24	107,63	222,81
Пектин - $5 \cdot 10^{-2}\%$	53,83	109,41	241,35

Результаты, полученные в исследовании, сопоставимы с литературными данными о влиянии физических и химических воздействий на наступление максимальной активности ферментов, которая приходится на 3-6 сутки (Антонова Т.А., 2004).

Под действием регуляторов роста, увеличение активности амилаз направлено на мобилизацию потенциальных возможностей растения, что приводит к повышенному его росту и лучшему усвоению полезных веществ (Антонова Т.А., 2003).

За время наблюдения, мелафен увеличивал активность ферментов на 24,5-52,7%, пирафен на 10,9-34,2%, пектин на 20,1-43,9%, при этом наибольшее увеличение было замечено в начале опыта (24 часа) относительно контроля, затем увеличение снижалось. В следствии чего, по степени действия препараты можно расположить в следующий ряд: мелафен, пектин, пирафен.

В следствии этого, в ходе проведенных экспериментов было выявлено, что обработка регуляторами роста повышает активность α - и β -амилаз в семенах ярового ячменя при прорастании. При наблюдении, максимальный эффект получен при применении мелафена.

Фермент каталаза регулирует окислительный режим в организме растения (Полевой В.В., 1982). Сила данного фермента рассматривается в качестве продуктивности общего обмена. Также фермент каталаза защищает

живые организмы от повреждения перекисью водорода, которая образуется в результате окислительно-восстановительных реакций.

В ходе наших исследований на влияние регуляторов роста на активность каталазы в семенах ярового ячменя при прорастании, было отмечено увеличение данного параметра под действием регуляторов роста (таблица 3).

Таблица 3 – Активность фермента каталазы в семенах ярового ячменя при прорастании в зависимости от обработки регуляторами роста, микромоль разложившейся H_2O_2 за 1 мин/1мл ферментного раствора

Вариант	Время с момента обработки		
	24 часа	48 часов	72 часа
Контроль (обработка семян водой)	11,38	60,51	76,06
Мелафен - $1 \cdot 10^{-7}\%$	18,45	66,53	85,63
Пирафен - $1 \cdot 10^{-7}\%$	15,16	63,38	83,81
Пектин - $5 \cdot 10^{-2}\%$	16,48	62,48	81,38

В проведенных опытах, повышение активности каталазы сопоставимы с литературными данными (Антонова Т.А., Маслова И.А., 2004). Самая

высокая активность данного фермента наблюдалась на 3 сутки и превысила контрольные показатели на 7,0-12,6%. Значительное увеличение активности каталазы под действием регуляторов роста было отмечено в 24 часа и показало 33,2-62,1% по сравнению с контролем. В 48 часов сила действия регуляторов роста снижалась до 3,2-9,9%, затем немного возрастала (7,0-12,6%).

Обработка семян мелафеном оказала более активное действие (превышение контрольных данных на 12,6-62,1%), под действием пирафена активность каталазы изменилась на 10,5-59,2%, при применении пектина наблюдалось увеличение данного параметра на 3,2-53,8%.

В результате наблюдений, было выявлено повышение активности каталазы в проростках ячменя под действием регуляторов роста. В начале наблюдения было установлено наибольшее влияние изучаемых нами веществ на данный параметр, затем действие регуляторов роста постепенно начинало понижаться. Но и при этом, мы наблюдали длительное сохранение превышения над контролем. Самый высокий результат был получен от обработки семян мелафеном.

Выявленная динамика активности каталазы, объясняется повышенным потреблением энергии на активизацию физиолого-биохимических процессов в прорастающем семени. Эта энергия поступает в основном при окислении запасных питательных веществ (углеводов и липидов), сопровождающихся образованием большого количества перекисных соединений, которые ликвидируются ферментом каталазой.

3.3 Особенности ростовых процессов проростков ячменя

Одно из наиболее легко обнаруживаемых явлений растений- это рост, так как при этом увеличиваются размеры растительных органов и тканей, происходящие как за счет деления клеток, так и за счет растяжения. Растения, которые сохраняют повышенную силу ростовых процессов зародышевых

корней, образуют в дальнейшем развитую корневую систему, которая занимает большой объем почвы и оказываются наиболее продуктивными (Шевелуха В.С., 1992).

Для оценки влияния регуляторов роста на морфометрические показатели проростков ячменя, мы проводили изучение динамики роста 5-9-суточных проростков. Нужно отметить, слабое развитие корневой системы у ячменя, как отличительную особенность растения по сравнению с другими злаковыми культурами.

В ходе наших наблюдений отмечено положительное действие регуляторов роста на изменение длины и массы ростков ячменя (табл. 4).

В исследовании наблюдалось, что действие регуляторов роста на длину и массу проростков равномерно снижалось с увеличением их возраста. Самое большое увеличение данных показателей под действием мелафена и пирафена наблюдалось в течение 5 суток (11,2 и 10,7 см соответственно против 9,6 в контрольном образце; 4,1 и 3,8 г соответственно против 3,5 в контроле). В дальнейшем их действие снижалось. Самое большое увеличение длины и массы проростков под действием пектина отмечено также в 5 суток (7,55 см против 5,73 в контроле и 7,02 г против 5,31 г в контрольном образце). От применения мелафена получено наиболее заметное влияние.

Наибольшее повышение длины главного корня вызвала обработка мелафеном (11,11-16,25%) по сравнению с контролем. Наименьшее действие оказал пектин, повышая данные показатели на 10,5-12,5%. Пирафен увеличивал показатели на 9,25-11,25%.

Также выявлено положительное действие регуляторов роста на изменение корневой системы проростков ячменя, точнее повышение количества корешков на растении, длины главного корня, массы корней растения, а также образование корневых волосков.

Была выявлена закономерность для всех регуляторов роста по влиянию на изменение количества корешков на растении. Эффективное повышение

наблюдалось в возрасте растений 5 суток и в дальнейшем их действие приводило к снижению стимулирующего эффекта.

Наиболее существенное влияние имело применение пирафена на 5-суточные проростки, увеличивая количество корешков на растении на 24,5% по сравнению с контрольным образцом. В возрасте проростков 7 суток хороший результат так же был получен от применения пирафена (повышение контрольных данных на 30,6%).

Таблица 4 – Морфометрические показатели проростков ярового ячменя под действием регуляторов роста

Вариант	Количество корешков на растении	Длина главного корня	Масса корней 100 растений	Длина проростка	Масса проростков 100 растений
	шт.	см	г	см	г
5 суток					
Контроль	4,9	8,0	2,4	9,6	3,5
Мелафен	6,2	9,3	3,2	11,2	4,1
Пирафен	6,4	8,9	3,0	10,7	3,8
Пектин	6,1	9,0	3,3	10,9	3,9
7 суток					
Контроль	5,2	9,9	4,0	15,0	5,7
Мелафен	6,4	11,1	5,2	17,4	6,5
Пирафен	6,6	10,9	5,1	16,6	6,1
Пектин	6,5	11,0	5,4	17,0	6,3

9 суток					
Контроль	5,6	10,8	6,5	17,3	8,4
Мелафен	6,8	12,5	7,9	20,0	9,5
Пирафен	7,0	11,8	7,8	18,8	8,8
Пектин	6,9	12,0	8,1	19,6	9,2

На массу корней больше всего проявил себя пектин 24,6-37,5% по отношению к контрольному образцу.

Регуляторы роста также способствовали ускорению образования корневых волосков. Мелафен максимально увеличивал скорость этой специфической дифференциации: в возрасте проростков 7 суток 80% растений имело корневые волоски. При анализе 9-суточных проростков была выявлена сформированность корневых волосков у всех растений ячменя.

При обработке пирафеном, половина 7-суточных проростков имела корневые волоски, а в возрасте 11 суток было отмечено наличие этого показателя уже у всех растений ячменя. Пектин отличался более существенным действием на образование корневых волосков: у 7-суточных проростков наличие этого показателя было отмечено в 55% случаев, у 9-суточных – в 80%, все 11-суточные проростки данного варианта имели корневые волоски.

В следствии этого, в ходе проведенных нами экспериментов было установлено, что внешняя обработка семян ячменя регуляторами роста способствовала прерыванию покоя и стимуляции процессов прорастания. Результаты исследований говорят о положительном активном влиянии регуляторов роста на важные морфометрические показатели, такие, как - длину и массу ростка, длину и массу корешка, увеличение числа зародышевых корешков и ускорение формирования корневых волосков.

Отмеченное изменение степени набухаемости при обработке семян ячменя регуляторами роста приводит к нарушению полупроницаемости мембран и к освобождению ферментов и переходу их из латентного состояния в активное, что вызывает активизацию α - и β -амилаз и,

соответственно, повреждение крахмала ферментами. Увеличение активности амилаз, направлено на мобилизацию потенциальных возможностей организма, что приводит к активному росту растения и хорошему усвоению полезных веществ клетки, повышение активности каталазы говорит об силе синтетических процессов в семенах при прорастании.

3.4 Опыты и наблюдения в курсе "Биология" общеобразовательного учреждения

Изучение динамики роста проростков различных сельскохозяйственных растений, а также поступление воды в семена могут быть использованы на уроках в курсе «Ботаника» 6 класса. Однако, необходимо ознакомить учащихся с правилами постановки эксперимента.

При проведении опытов первоочередной задачей учителя будет обучение учащихся правильной исследовательской технике работ.

Учащиеся должны знать условия постановки опытов. Наряду с подопытными растениями необходимо иметь контрольные, которые по ходу опыта сравниваются. Например, при исследовании действия удобрений на рост и развитие растений одни из них удобряют, другие (такие же растения) не удобряют. Кроме этого фактора, все растения должны находиться в одинаковых условиях. Для большей точности опыт ставят в трёх-пяти повторениях. Из цифровых данных всех повторений выводят средние показатели, выявляют причину отклонений. Повторность необходима как в случае проверки правильности опыта, так и в случае гибели некоторых растений.

Для фиксации результатов опыта и ясного представления об изменении растений измеряют рост растений в каждой фазе развития или через определённые промежутки времени (через 3-5-10 дней). По полученным результатам составляют таблицу или график роста растения.

За растениями следует регулярно наблюдать по заранее составленному плану. У взрослых растений отмечать время появления всходов, образования листьев, цветочного побега (метёлки, колоса), цветения, образования и созревания плодов и семян. Желательно отмечать начало и конец каждой фазы развития.

В школьной практике можно использовать постановку следующих опытов:

Опыт 1. Установление необходимости наличия воды для прорастания семян.

Учащиеся выполняют работу под руководством учителя. В чашку Петри они помещают фильтровальную бумагу и раскладывают в них по одинаковому количеству семян. В первой чашке фильтровальную бумагу слегка смачивают водой, во второй поливают так, чтобы она была всегда влажной, а третья всегда должна покрыта водой. Чашки ставят в тёплое место.

После наблюдений делают выводы. Вода нужна для прорастания семян в определённых количествах. Взятые для опыта семена прорастают только тогда, когда воды достаточно. При избытке воды, семена (в большинстве случаев) не прорастают в связи с прекращением доступа воздуха к ним, при недостатке – прорастание начитается, затем проростки засыхают. Для прорастания различных растений необходимо разное количество воды.

Опыт 2. Определение количества воды, впитываемой прорастающими семенами.

Для опыта берут несколько мерных цилиндров по 250 мл, наполняют их водой по 200 мл, затем отвешивают на весах по 15 грамм семян и помещают их в марлевые мешочки. Мешочки завязывают нитками, так, чтобы остались концы длиной 20-25 см и каждый мешочек опускают в отдельный цилиндр с водой. Цилиндры сверху покрывают бумагой, обработанной маслом, чтобы предотвратить испарение воды. На следующий день, учащиеся снимают бумагу и за нитки вынимают мешочки с набухшими семенами из цилиндров.

Дают стечь воде с мешочка в цилиндр и отмечают, сколько осталось воды в цилиндрах. Разница в объёмах между водой, налитой в начале опыта, и оставшейся водой будет составлять объём воды, поглощённой семенами во время набухания. Это количество воды можно выразить в процентах к первоначальной массе семян.

Таким образом, постановка опытов дает навыки практической работы на уроках ботаники, развивает познавательный интерес у учащихся, формирует логику проведения эксперимента и способность самостоятельно делать выводы на основе полученных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведенных исследованиях экспериментально подтверждено положительное влияние экологически безопасных регуляторов роста (мелафен, пирафен, пектин) на физиолого-биохимические процессы при прорастании ячменя.

Результаты проведенных исследований показали, что на степень набухания наиболее эффективным было действие регулятора роста мелафена (увеличение на 23,5-81,5%). Затем установлено увеличение активности амилазы в прорастающем зерне ячменя под действием регуляторов роста. Результаты исследований так же свидетельствуют о положительном стимулирующем влиянии регулятора роста – мелафена на важнейшие морфометрические показатели, характеризующие процессы роста растений

(длину и массу ростка, длину и массу корешка, увеличение числа зародышевых корешков и ускорение формирования корневых волосков).

Наблюдения за ростом и развитием проростков сельскохозяйственных растений может быть использовано на уроках биологии в курсе 6 класса в качестве лабораторных работ и внеурочной деятельности при организации научно-исследовательской работы школьников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова, Т.А. Влияние мелафена на параметры прорастания растений озимой ржи / Т.А. Антонова, И.А. Маслова // Физиолого-биохимические аспекты обработки семян сельскохозяйственных культур: Межвузовский сборник. – Ульяновск, 2003. – С. 35-39.
2. Антонова, Т.А. Формирование урожая, зимостойкость и качество зерна озимой ржи при использовании мелафена в условиях лесостепи Поволжья. автореферат дисс. ... канд. сельхоз. наук / Т.А. Антонова. – 2004. – 19 с.
3. Вальтер, О.А. Практикум по физиологии растений с основами биохимии / О.А.Вальтер и [др.]. – М., Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1957. – 341 с.
4. Воробьев, Л.Н. Электроаналитический комплекс для массового тестирования растений / Л.Н. Воробьев, Н.Н. Егорова, А.В. Рубин // XXIII Всесоюзная школа по автоматизации научных исследований. – 1989. – С. 43.
5. Дёрфлинг, К. Гормоны растений / К. Дёрфлинг. – М.: Мир, 1985. – 303 с.
6. Использование пектина амаранта для регуляции адаптивных реакций растений озимой пшеницы и гороха к неблагоприятным факторам среды / В.И. Костин, Е.Н. Офицеров, В.А. Исайчев и [др.] // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: материалы III Международного симпозиума. – Пущино. – 1999. – Т. 1. – С.75-77.
7. Кашина, О.А. Исследования влияния фосфоорганического соединения мелафена на рост и энергетические процессы клеток хлореллы: автореферат канд. биол. наук / О.А. Кашина. – Казань, 2004. – 21 с.

8. Кефели, В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В.И. Кефели. – М.: Наука, 1974. – 132 с.
9. Кефели, В.И. Рост растений. Механизм регуляции / В.И. Кефели. – М.: Наука, 1978. – С. 46-47.
10. Ковалев, В.М. Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур / В.М. Ковалев / ВНИИТЭИагропром. – М., 1992. – 48 с.
11. Костин, В.И. Биохимический состав зерна озимого ячменя в зависимости от минеральных удобрений и факторов воздействия на семена / В.И. Костин, О.Г. Музурова, Ю.В. Шуреков // Энергосберегающие технологии в растениеводстве: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 64-66.
12. Костин, В.И. Комплексное действие пектинов *Amaranthuscruentus* и микроэлементов на урожайность сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, Е.Н. Офицеров // Регуляторы роста и развития растений: четвертая международная конференция. – Москва, 1997. – С. 189.
13. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами / В.И. Костин. – Ульяновск, 1998. – 120 с.
14. Кулаева, О.Н. Цитокинин и абсцизовая кислота в регуляции роста и процессов внутриклеточной дифференцировки / О.Н. Кулаева, В.А. Хохлова, Т.А. Фованова // Гормональная регуляция онтогенеза растений. – М.: Наука, 1984. – С. 82-85.
15. Кулаева, О.Н. Цитокинины, их структура и функция / О.Н. Кулаева. – М.: Наука, 1973. – 264 с.
16. Кумаков, В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы

- по интенсивной технологии / В.А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
- 17.Музурова, О.Г. Биологическая ценность зерна озимой пшеницы в зависимости от обработки семян и применения минеральных удобрений / О.Г. Музурова, Ф.А. Мударисов // Энергосберегающие технологии в растениеводстве: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 90-93.
- 18.Муромцев, Г.С. Гиббереллины / Г.С. Муромцев, В.Н. Агнестикова. – М.: Наука, 1984. – 207 с.
- 19.Офицеров, Е.Н. Углеводы амаранта и их практическое использование / Е.Н. Офицеров, В.И. Костин. – Ульяновск, 2001. – 178 с.
- 20.Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
- 21.Полевой, В. В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М: Высшая школа, 1982. – 464 с.
- 22.Фаттахов, С.Г. Мелафен – перспективный регулятор роста растений для сельского хозяйства и биотехнологии / С.Г. Фаттахов, В.С. Резник, А.И. Коновалов // Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: сборник– Казань, 2006. – С.23.
23. Филиппов, П.П. Как внешние сигналы передаются внутрь клетки / П.П. Филиппов // Соросовский образовательный журнал, серия «Биология». – М., 1998. – С. 78-84.
- 24.Хованская, Е.Л. Влияние обработки семян пектином и микроэлементами на урожайность и качество яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья: автореферат дисс. канд. с-х. наук / Е.Л.

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

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки
44.03.01 Педагогическое образование
Профиль подготовки «Биология»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
 Г.А. Карпова
« 17 » 11 2015 г.

Задание

По ВКР студента Нойкиной Ольги Владимировны

Тема работы "Физиолого-биохимические процессы при прорастании семян
ячменя под действием регуляторов роста"

Утверждена приказом по Университету от « 30 » 10 2015 г. № 1167/0

Срок сдачи студентом законченной работы « 5 » 05 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки выполнения этапов	Примечания
1.	Изучение литературных источников по вопросам физиолого-биохимических процессов при прорастании семян. Анализ современной научной периодической литературы	Ноябрь - декабрь 2015	
2.	Подготовка первой главы ВКР - обзора литературы. Определение актуальности, цели и задач исследований	Январь-февраль 2016	
3.	Изучение общепринятых экспериментальных методик в соответствии с целями и задачами ВКР	Февраль 2016	
4.	Закладка лабораторных опытов. Проведение эксперимента	Март-апрель 2016	
5.	Анализ и систематизация полученных данных	Апрель 2016	
6.	Оформление ВКР	Май 2016	

Дата выдачи задания « 16 » 11 2015г.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)