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:**

"Влияние регуляторов роста на ранние ростовые процессы растений яровой пшеницы"

**Студент** _____ Николенко Кристина Александровна

**Руководитель** _____ Карпова Г.А.

**Нормоконтролёр** _____ Солдатов С.А.

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

**Заведующий кафедрой** _____ Карпова Г.А.

*Работа защищена с отметкой* хорошо (протокол заседания ГЭК от 7.06.16 № 6)

**Секретарь ГЭК** _____ Солдатов С.А.

Пенза, 2016

**СОДЕРЖАНИЕ:**

ВВЕДЕНИЕ..... 3
ГЛАВА 1. Обзор литературы..... 5
1.1 Физиолого-биохимические процессы на ранних этапах прорастания семян..... 5
1.2. Особенности морфофизиологических процессов сельскохозяйственных культур под действием природных и синтетических регуляторов роста..... 9
ГЛАВА 2. Объекты и методы исследований..... 19
ГЛАВА 3. Результаты исследований..... 24
3.1 Динамика ростовых процессов на первых этапах развития растений..... 24
3.2 Посевные качества семян..... 32
3.3 Семена как объект биологических исследований в курсе «Ботаника» общеобразовательной школы..... 36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 39
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 41

# ВВЕДЕНИЕ

Одной из составляющих современных агрономических технологий является использование регуляторов роста растений. Они имеют возможность в небольших порциях воздействовать на процессы метаболизма в растениях, что приводит к изменениям в росте и развитии растений. В современных разработках огромный практический смысл регуляторов роста определяется почти всеми жизненными обстоятельствами: воздействуя на этапы роста и развития растений, они могут существенно усилить рост, либо увеличить урожайность большинства сельскохозяйственных культур. Одновременно с этим регуляторы роста представляют собой экологически чистый и экономически не затратный способ увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, способный полнее осуществлять вероятные возможности растительных организмов.

Таким образом, исследование влияния регуляторов роста последнего поколения на ранние ростовые процессы растений яровой пшеницы является актуальным.

На территории Среднего Поволжья изучения по использованию регуляторов роста для предпосевной обработки семян и растений сельскохозяйственных культур проводились в разных регионах. При этом усиленное исследование предоставленного направления нужно для разработки систем управления продуктивностью и устойчивостью растений, а так же энергосберегающих технологий изготовления экологически безопасной растениеводческой продукции.

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния регуляторов роста на ранние ростовые процессы растений яровой пшеницы.

В соответствии с поставленной целью в задачи исследований входило:

- ✓ провести анализ научной литературы по изучаемому вопросу;
- ✓ изучить влияние регуляторов роста на процессы деления клеток корневых меристем;

- ✓ установить закономерности динамики роста корней и ростков на первых этапах прорастания растений пшеницы в зависимости от обработки регуляторами роста;
- ✓ изучить влияние регуляторов роста на показатели энергии прорастания, лабораторной всхожести и силы роста семян пшеницы.

# Глава 1. Обзор литературы

## 1.1 Физиолого-биохимические процессы на ранних этапах прорастания семян

Созревшие семена цветковых растений, как правило, состоят из эндосперма, зародыша и семенной кожуры. Но взаимосвязь между зародышем и эндоспермом возможна в разных вариантах. Иногда зародыш имеет маленький размер, а ткань эндосперма занимает почти весь объем (злаки, лилейные, лютиковые). В других случаях зародыш сильно увеличивается и от эндосперма остается лишь маленький слой клеток под семенной кожурой (яблоня, тыква и др.) или совсем исчезает, а созревшие семена состоят из зародыша и семенной кожуры (многие бобовые). В редких случаях кроме эндосперма в клетке содержится ткань, которая тоже содержит питательные вещества, но развивается она не из триплоидного ядра, а из нуцеллуса - перисперм. В зависимости от содержания тех или иных питательных веществ семена делятся на масличные, крахмалистые и белковые. К примеру, семена клещевины, в которых содержится 64% жира в пересчете на сухое вещество. Самое высокое содержание крахмала содержится в семенах злаков. Например, семена кукурузы содержат до 72% крахмала. Белки содержатся во всех семенах. Они откладываются в виде алейроновых зерен, эластичных волокон или бесформенной массы. Большое содержание белков содержатся в бобовых растениях(семена сои содержат около 40% белка).

Чтобы семя проросло, нужны определенные условия. Главным образом необходима вода. Воздушно-сухие семена находятся в состоянии вынужденного покоя и содержат до 20% воды. Быстрее всего набирают воду и набухают сухие семена. Набухание можно предотвратить: если деление клеток зародыша еще не активизировалось, то семена можно подсушить, и они не потеряют жизнеспособности. Так же для прорастания нужен кислород, который позволяет семени дышать. Для прорастания семян нужна та температура, что характерна для того или иного вида растений. Некоторые семена растений

лучше растут при меняющемся градусе. Для ряда растений требуется пониженная температура. Некоторым растениям, для прорастания семян нужен свет.

При набухании семян питательные вещества, такие как жиры, белки и полисахариды начинают движение. Это все нерастворимые, плохо передвигающиеся сложные органические соединения. В процессе прорастания происходит перевод их в растворимые соединения, легко используемые для питания зародыша, поэтому необходимы соответствующие ферменты. Частично ферменты находятся в эндосперме или зародыше в связанном, неактивном состоянии и под влиянием набухания переходят в активное состояние. (Якушкина, 2005).

Под воздействием определенных ферментов начинается усиленное движение — распад сложных нерастворимых соединений на простые растворимые. Например, крахмал распадается на сахара, белки расщепляются до аминокислот, а аминокислоты до органических кислот и аммиака. Образованный аммиак обезвреживается в виде амидов. В процессах прямого аминирования и переаминирования образуются новые аминокислоты, которые перетекают в осевую часть зародыша, где из них строятся новые специфические белки. Специфичность этих белков закодирована в ДНК клеток зародыша.

Жиры терпят более сложную трансгенерацию. Они по сравнению с углеводами — восстановленные соединения, и при их окислении выделяется больше энергии. Вероятно, из-за этого растения с маленькими семенами чаще всего копят жиры как запасное питательное вещество. Распад жиров начинается с образования жирных кислот и глицерина.

Таким образом, при прорастании семян идет множество взаимосвязанных процессов, таких как распад питательных веществ, их превращение, транспорт и образование из них новых веществ, нужных для построения клеток и органов. Энергия для этих процессов поставляется благодаря дыханию. Уже в первый фазе после намокания средняя мощность поглощения ки-

слорода увеличивается. Сильнее всего возрастает интенсивность гексозомонофосфатного пути, позже гликолиза. Рост интенсивности дыхания сопутствует усилению накопления АТФ, это и является нужным условием для процессов обмена.

Созданные в процессе распада соединения перетекают в осевую часть зародыша и там используются не полностью как дыхательный материал, а частично для построения материалов, важных для роста новых клеток и органов. Вступившие в осевую часть зародыша питательные вещества используются для построения новых белков и нуклеиновых кислот, составная часть клеточных оболочек (целлюлозы, пектиновых веществ)и всевозможных липидов составе мембран.

На данном этапе прорастания формируются и такие фитогормоны, как ауксины и цитокинины. Согласно гипотезе последовательность создания фитогормонов при прорастании имеет следующий путь. Гиббереллины при набухании переходят в свободную форму и вызывают новообразование ферментов гидролаз в клетках алейронового слоя. Образованные тем самым нуклеазы катализируют распад нуклеиновых кислот, рождаются пуриновые основания, дают начало фитогормону цитокинину. Наравне под влиянием ферментов протеаз белки распадаются до аминокислот, среди которых имеется триптофан. Как известно, триптофан является предшественником фитогормона ауксина. Цитокинины и ауксины регулируют рост зародыша (эмбриогенез). Цитокинины провоцируют деление клеток, ауксины — их растяжение. Созреванию органов зародыша сопутствуют такие ферменты, как пектиназа и целлюлаза. Эндораманназы расщепляют маннаны (полисахариды), соединяющие фибриллы целлюлозы, и таким образом облегчают преодоление зародышевой осью сопротивления эндосперма. АБК ингибирует появление фермента манназы, и это одна из причин тормозящего влияния этого фитогормона на рост семени. Рост длины осевых органов зародыша начинается раньше наблюдаемого процесса проклевывания. Старт ростовых процессов осуществляется благодаря растяжению клеток и начинается в то время когда

матричный потенциал рядом с нулем. Для начала деления ядра (митоз), важна редупликация ДНК. Доказано, что синтез ДНК в прорастающих семенах стартует гораздо позже синтеза РНК и белков. В сухих семенах важные клетки находятся в состоянии $g_1$ (в предсинтетическом периоде). В начале деления клетки перемещаются в период синтетический, после этого наступает период $g_2$ (постсинтетический). Митозы возникают не во всех клетках зародыша одновременно. Видимо, прежде всего, к митозу переходят клетки зародышевого корешка.

В состав зародыша входит зародышевый корешок, почечка и стебелек. Последующее развитие проростков зависит от типа роста, поэтому, немного различается. У однодольных растений прорастание начинается с роста зародышевого корешка, позже при подземном прорастании начинает расти первый свернутый лист. Вскоре свернутый лист (колеоптиль) доходит до поверхности почвы, его увеличение размера останавливается, из почечки начинает прорастать первый настоящий лист, разрывающий колеоптиль. У множества однодольных растений из нижней части стебля образуются придаточные корешки. У однодольных растений при надземном прорастании (чеснок) впоследствии возникновения корешка наступает неравномерное разрастание семядоли, которая, образуя петлю, выходит на плоскость.

У двудольных растений, в случае если семядоли выносятся на плоскость (надземное прорастание), до этого всего растягивается гипокотиль — подсемядольное колено. Гипокотиль увеличивается неравномерно и сформирует петлеобразный изгиб, собственно, что позволяет преодолевать противодействие земли. Под воздействием света синтез этилена тормозится, гипокотиль выпрямляется и выносит семядоли на плоскость. Впоследствии растет почка, которая дает начало основному стеблю, и складываются надземные побеги. При подземном прорастании семядоли на плоскость не выносятся, в данном случае растягивается эпикотиль — надсемядольное колено. При данном условии на плоскость выносится отлично сформированная почечка. Очередность роста частей эмбриона выработалась в процессе эволюции, что

разрешает в 1-ый этап прорастания обеспечить прикрепление растения к субстрату и обеспечить его водой.

Есть большое количество регуляторов, обеспечивающих процесс прорастания, а также барьеров, препятствующих ему, при этом у различных растений эти механизмы и эти препятствия специфичны. Эта система выработалась в процессе эволюции, и придает конкретные качества растительному организму. В разной среде все обстоятельства, нужные для прорастания всех семян, предоставленного вида, не могут быть соблюдены. Это приводит к тому, что прорастание семян растений даже одного вида растягивается на некоторое количество лет. Благодаря этому возможно сохранение значительной части жизнеспособных семян, даже при гибели проросших. Как раз вследствие этого прорастание семян считается критичным рубежом жизни растительного организма, во многом обеспечивающим выживаемость.

## 1.2. Особенности морфофизиологических процессов сельскохозяйственных культур под действием природных и синтетических регуляторов роста

Рост, развитие и формирование растений регулируют гормоны и соединения негормональной природы (некоторые оксибензолы, производные мочевины, витамины и др.). Регуляторами роста считаются еще синтетические вещества, используемые при обработке сельскохозяйственных культур. Гормоны растений, или же фитогормоны (греч. *hormon* — побуждающий, вызывающий), — вещества, возникающие в одной части растения и транспортирующиеся в другую, они вызывают там своеобразную ростовую или формообразовательную реакцию. У растений были выявлены: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды и др. В начале их разделяли на гормоны-стимуляторы и гормоны-ингибиторы роста. Впрочем, последние изучения показали, что один и тот же гормон имеет возможность инициировать один процесс и ингибировать иной. Гормоны по-

лифункциональны и включают (индуцируют) не одну реакцию, а целую систему реакций. После получения ответной реакции, гормон обязан быть разрушен или же инактивирован.

Гормоны, возникающие в клетках растения, называются эндогенными гормонами, а применяемые человеком для обработки растения или его органов — экзогенными.

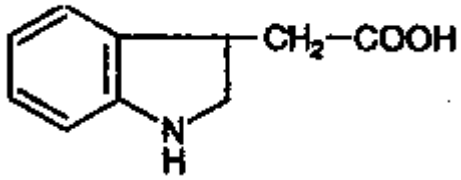


*рис.1*

*Ауксин* — это β-индолилуксусная кислота (ИУК), которая является производным индола (C8H7N). Она синтезируется в растении из аминокислоты триптофана, который дезаминируется, декарбоксилируется, а остаток его окисляется (рис. 1). Три шага синтеза ИУК катализируются 3-мя ферментами: трансаминазой, декарбоксилазойα-кетокислоты и альдегиддегидрогеназой. Сам триптофан имеет возможность образоваться из шикимовой кислоты в итоге ряда реакций или же при распаде белков, в частности, вызванном критериями неблагоприятными для роста.

Ауксины обладают разнообразным физиологическим воздействием и актуальны для роста и развития растений. Ауксины важны для деления и растяжения клеток, для образования проводящих пучков и корней, способствуют разрастанию околоплодника. Ауксины обусловливают появление апикального преобладания, т. е. тормозящее воздействие апикальной почки на рост пазушных почек. Они играют главную роль в ростовых перемещениях: фото- и геотропизме и настиях. Ауксины увеличивают аттрагирующее воздействие органов и тканей (т. е. их возможность притягивать калорийные вещества) и чаще всего тормозят их старение. При воспроизведении множества физиологических программ ауксины ведут взаимодействие с цитокининами и другими фитогормонами. При больших концентрациях ауксины увеличивают содержание собственного антагониста — фитогормона этилена.

Начальное воздействие ауксинов нацелено на перемену энергичности (активацию или же репрессию) конкретного комплекта генов, соответствующего для представленной ткани. ИУК еще активирует АТФазу плазмалеммы, вызывая выход протонов из клетки и закисление клеточной стены. Это приводит к размягчению матрикса стенки, способствует росту клеток растяжением. На практике ауксины и их синтетические аналоги используется для размножения клеток и растений в стерильной культуре и для получения трансгенных растений (совместно с цитокининами). Ими часто пользуются для предотвращения предуборочного опадения плодов древесных культур, для получения бессемянных плодов томатов, огурцов, баклажанов, перца и др., а еще как катализаторы корнеобразования у черенков; в больших дозах — как гербициды и дефолианты (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и др.). Активируя замен препаратов в клеточках, содействует их росту в длину и дифференцировке, определяет тропизмы, притормаживает опадение листьев и др.

Гиббереллины - группа фитогормонов. Инициируют рост стебля, благоприятны для формирования плодов и семян, а еще прорастанию семян, клубней и луковиц. Изучено около ста гиббереллинов, но только немногие из этих известных гиббереллинов биологически активны (ГА1, ГА3, ГА4, ГА7 и др.). Гиббереллины были выявлены японскими учеными при выяснении причины заболевания риса, спровоцированной микроскопичным грибком Gibberellafujikuroi. Гиббереллины образуются из мевалоновой кислоты и геранил гераниола сквозь ряд стадий, которые протекают в клетке и различных органах. Ключевыми местами отдельных фаз считаются меристематические ткани (верх побега и молоденькие листья, краешек корня, проводящие ткани, формирующиеся и прорастающие семена), а еще взрослые листья, где рост гиббереллинов регулируется фотопериодом (длиной дня). Как правило, свет способствует росту гиббереллинов и увеличивает восприимчивость к ним тканей. Инактивация гиббереллинов происходит методом их гидроксилирования или конъюгации с углеводами, карбоновыми кислотами и спирта-

ми. Гиббереллины и предыдущие вещества перемещаются на далекие расстояния инертно с ксилемным и флоэмным током.

Гиббереллины воздействуют физиологически очень разнообразно, но получены мутанты растений, не образующие функциональные гиббереллины или, же не чувствительные к ним. Гиббереллины инициируют линейный рост стебля, активируя деление клеток меристематических зон и растяжение клеток. Они индуцируют рост цветоносов и цветение у множества розеточных растений. У клубненосных растений гиббереллины инициируют рост столонов, но мешают образованию клубней. Весомую роль гиббереллины играют при образовании плодов и семян; кроме того, они способствуют прорастанию семян, клубней и луковиц. У множества однодомных и двудомных растений гиббереллины содействуют образованию мужских растений. Гиббереллины тормозят старение листьев у ряда растений (одуванчик, щавель) и в том числе активирую тих «омоложение» (цитрусовые, плющ). На биохимическом уровне установлена возможность гиббереллинов индуцировать экспрессию генов амилазы и иных гидролитических ферментов в алейроновом слое эндосперма при росте семян злаков.

*Цитокинины* (от цито... и греч. *kinesis* — движение), группа фитогормонов, производные азотистого образования пурина. Важны для разделения клеток, роста и дифференцировки растений. Натуральные цитокинины — зеатин [6-(4-окси-3-метил-2-бутенил) аминопурин], изопентениладенин, дигидрозеатин, оксибензиладенин и др.; нередко выявляются в виде рибозидов. Рибозиды являются ведущей перемещающей формой цитокининов. Цитокинины образуются в корешках и передвигаются вверх растения по ксилеме; большое количество цитокининов располагается и во флоэме. Цитокинины наподобие изопентениладенина и зеатина обнаружены в составе некоторых тРНК, при этом не только у растений. Цитокинины синтезируются почти всеми фитопатогенными и симбиотическими микробами, собственно это может помочь последним влиять на клетки растения хозяина. Цитокинины обладают разнообразным физиологическим воздействием и актуальны для рос-

та и развития растений. Вместе с ауксинами они возбуждают деление клеток, инициируют становление боковых побегов (снятие апикального доминирования), в культуре клеток содействуют клеточной дифференцировке и формированию побегов. Цитокинины увеличивают возможность клеток притягивать калорийные вещества (аттрагирующий эффект) и тормозят увядание листьев множества растений. Цитокинины возбуждают формирование хлоропластов и увеличивают газообмен растений за счет открывания устьиц. Для большинства растений, цитокинины содействуют росту семян и увеличивают шанс их всхожести. Цитокинины наращивают габариты клеток листа и усиливают рост молоденьких листьев. Цитокинины обладают и определенным защитным действием на растения против неблагоприятных внешних условий. Воздействие цитокининов на семя связанно с переменой активности (активацией или же репрессией) конкретного комплекта компетентных генов, характерно для данной ткани. В некоторых случаях цитокинины активируют аппарат синтеза белка автономно от действия на геном клетки.

*Абсцизовая кислота* была обнаружена в 1963 г. в итоге двух независимых изучений. Первая группа научных работников во главе с Эддикоттом (США) исследовала соединения, которые увеличивают опадение (англ. *abscission*) листьев, а вторая под управлением Уоринга (Англия) покой древесных растений. В итоге обоих опытов было выявлено вещество, индуцирующее листопад и переход к покою. Его нарекли абсцизовой кислотой (АБК). АБК находится в корнях, стеблях, почках, листьях, плодах, во флоэмном и ксилемном соке, в нектаре, но самое большое количество ее в покоящихся почках, семенах, клубнях. Основная масса тканей имеет АБК от 20 до 100 мг/г сырой массы. Численность АБК резко возрастает во время засухи, при условиях засоления и при нехватке азота. Абсцизовая кислота — соединение терпеноидной природы. Как и гиббереллины, она синтезируется из мевалоновой кислоты, а еще из продуктов распада ксантофиллов. Ведущими органами ее синтеза считаются стареющие листья. Она скапливается в хлоропластах, но синтезируется в цитозоле. Абсцизовая кислота имеет воз-

можность синтезироваться и в иных органах, к примеру, в корнях, плодах.Абсцизовая кислота более актуальна для поддержания аква баланса вусл овиях засухи. Недостаток влажности ведет к резкой активации синтеза абсцизовой кислоты и ее выходу из пространств депонирования во внутри- и внеклеточное место.

В устьичных клетках абсцизовая кислота вызывает резкий выход калия, именно это ведет к падению тургора данных клеток и закрытию устьичной щели. В это же время абсцизовая кислота активирует всасывание воды корнями. Во многих физиологических процессах абсцизовая кислота считается антагонистом ауксина, гиббереллина или же цитокинина.

Абсцизовая кислота мешает досрочному проростанию семян при их созревании и увеличивает состояние покоя взрослых семян, спящих почек, клубней и корнеплодов. Она задерживает стимулируемый ауксинами рост колеоптилей. Вместе с этиленом абсцизовая кислота усиливает процессы увядания и опадения, особенно стареющих растений и плодов. На биохимическом уровне разделяют быстрые и медленные эффекты абсцизовой кислоты. Быстрые эффекты происходят за малое количество времени на уровне плазматичной мембраны (устьичных клеток) и связаны асимметричным автотранспортом ионов калия, кальция и анионов сквозь мембрану, в итоге чего замедляется получение воды в устьичные клетки и их тургор падает. Неспешные эффекты абсцизовой кислоты связаны с переменой активности (активацией или же репрессией) конкретного комплекта разбирающихся генов, характерного для данной ткани.

Наблюдая природу фитогормонов — ингибиторов роста растений, научные работники решили синтезировать аналоги искусственного происхождения и назвали их регуляторами роста или же ретарданты (от латинского *retardo* - опаздываю, замедляю).

В группу синтетических регуляторов роста растений включены не только ретарданты, затормаживающие рост стеблей в высоту и стимулирующие их утолщение в поперечнике, но и иные препараты: не соблюдающие

морфогенез (активную дифференциацию клеток и тканей) морфактины, провоцирующие опадение листьев дефолианты, подсушивающие растения на корню десиканты, истребляющие ненужные сорные растения гербициды.

Сейчас в цветоводстве и сельском хозяйстве чаще используют синтетические регуляторы роста растений ретарданты с целью приостановить рост, затормозить цветение, усилить образование плодов или семян, приостановить сроки всходов посевов в не очень благоприятных для культуры природных условиях. Устройство воздействия синтетических регуляторов или же ингибиторов роста ретардантов противопоставлен природным и синтетическим катализаторам — гиббереллинам, ауксинам, кининам.

Важные особенности функционирования фитогормонов — высокая специфика, что обусловливает необходимость их влияния на физические процессы другими способами воздействия на растения или же условиями выкармливания, а еще взаимосвязанность одновременной или же строго поочередной реализации активности стимуляторов и ингибиторов метаболизма в совместной системе гормональной регуляции, обеспечивающей согласованность и функциональное единство растительного организма.

Возникновение синтетических регуляторов роста и развитие растений связано с попытками получить химическим способом структурно аналогичные фитогормоны групп ауксинов, гиббереллинов и иных.

Многие парные компоненты фитогормонов обнаружены и идентифицированы, другие заменены в практике синтетическими регуляторами роста. Большинство синтетических регуляторов, таким образом, либо является физиологическими аналогами эндогенных фитогормонов, либо действует как их антагонисты, изменяя тем самым общий гормональный статус растений.

Согласно механизму действия, основную массу разрабатываемых, испытываемых и используемых синтетических регуляторов роста растений можно разделить на группы: вещества, связанные с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности (аналоги ауксинов, антиауксины, ингибиторы автотранспорта ауксинов); вещества, зависящие от метабо-

лизма и реализацией физиологической активности гиббереллинов (аналоги, ингибиторы биосинтеза); вещества, связанные с обменом этилена (этилен-продуценты и др.);цитокининоподобные регуляторы роста и развития растений; активаторы и ингибиторы метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла и др.). Конечно, это деление для ряда соединений символично, в большей степени это относится к антистрессовым веществам и к последней группе — регуляторам метаболизма, механизм множественного действия которых более сложен в идентификации.

Регуляторы роста и развития растений используются в сельском хозяйстве более 70 лет. Каждый год пополняется перечень данных веществ. В мире синтезировано больше 8 тыс. всевозможных физиологически интенсивных соединений, но на практике используется не более 4 % из них. В мировой практике они благополучно применяются для борьбы с полеганием зерновых и технических культур, с целью задержки роста плодовых деревьев, уничтожения периодичности их плодоношения, ускорения или же сдерживания цветения, созревания плодов, предотвращения прорастания корне- и клубнеплодов при долгом хранении, увеличения стойкости культур к негативным условиям окружающей среды (морозо-, засухоустойчивость), увеличения продуктивности, свойства урожая и др. Почти все регуляторы роста и развития растений считаются смесевыми продуктами, применяются вместе с удобрениями гербицидами, фунгицидами. В конце 50-х годов в физиологических исследовательских работах было выявлено мощное замедляющее рост воздействие хлористого 2-хлорэтил-триметиламмония и некоторых подобных соединений. А в начале 60-х годов были выявлены сведения о практическом применении данных препаратов на больших агрофонах для предотвращения полегания пшеницы и ржи. С данного этапа стартовало более активное практическое внедрение препаратов, названных ретардантами, в сельскохозяйственном производстве. В развитых государствах ими обрабатывалось до 80 % посевных площадей, занятых зерновыми культурами. Обширное практиче-

ское использование ретардантов способствовало расширению изучений и с другими группами регуляторов роста и развития растений.

В настоящее время существуют высокоэффективные и экологически безвредные фиторегуляторы, эффективно действующие на растения в небольших дозах – 10-100 мг/га (Ковалев, 1992).

Среди синтетических регуляторов роста следует выделить ***мелафен*** и ***пирафен***.

При исследовании воздействия мелафена на прорастание семян озимой пшеницы (Антонова Т.А., 2004), высокие характеристики замечены при применении его в концентрации 1•10-7–1•10-8 %. Концентрация 1•10-9 % не имела достаточной силы для стимуляции физиолого-биохимических процессов, а концентрация 1•10-6 % оказывала ингибирующее воздействие.

Мелафен малотоксичен и не обладает ДНК – повреждающей и мутагенной активностью в широком диапазоне концентраций.

Пирафен структурный аналог мелафена.

Из природных веществ, владеющих росторегуляторными качествами, стоит отметить соединения полисахаридной природы и вещества – экстракты растительного происхождения.

Полисахариды растений, в первую очередь пектины, выступают в качестве иммуномоделирующих и росторегулирующих средств. При исследовании структуры выделенного кислотным гидролизом из травы амаранта пектина выявлено, что пектин – полисахарид, состоящий по большей части из D-галактуроно-пиранозильных остатков, объединенных 1 – 4-гликозидной связью, их полимерные цепи этерифицированы этанолом (В.И. Костин, Е.Н. Офицеров, В.А. Исайчев, 2000).

Для действия физиолого-биохимических процессов и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур используют пектиновые препараты с молекулярной массой 20000 у.е. из *Amaranthuscruentus*, оказывающие как активирующее, так и ингибирующее воздействие.

Под влиянием предпосевной обработки семян пектином растения лучше приспосабливаются к негативным последствиям окружающей среды. Выживаемость яровых культур впоследствии перезимовки выше по сравнению с контролем, происходит увеличение содержания связанной воды и редуцирующих сахаров в узлах кущения. Исходные стартовые процессы оказали позитивное воздействие и на развитие ассимиляционного аппарата яровых культур (В.А. Исайчев, Е.Л. Хованская, 2000).

Высокая эффективность экзогенных факторов воздействия влияния природного или синтетического происхождения является обязательным условием для проявления стимуляции и обеспечивается при соблюдении соответствующей агротехники.

Впрочем, при большом многообразии природных и синтетических регуляторов роста механизм воздействия множества из них до конца не исследован и требует проведения последующих изучений с целью конфигурации ростовых характеристик и запуска физиологических процессов.

## ГЛАВА 2 . Объекты и методы исследований

Для изучения воздействия регуляторов роста на ранние ростовые процессы проростков яровой пшеницы лабораторные опыты проводились в 2015-2016 гг. в лаборатории кафедры «Общая биология и биохимия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Объектом исследования являлась яровая мягкая пшеница, сортов Прохоровка и Нива 2 и яровая твердая пшеница сорта Омский рубин.

Домен: Эукариоты

Царство: Растения

Отдел: Цветковые

Класс: Однодольные

Порядок: Злакоцветные

Семейство: Злаки

Род: Пшеница

Однолетнее травянистое растение 30—150 см высотой. Стебли прямостоячие, полые или выполненные. Влагалища расщепленные вплоть до основания, на верхушке с ланцетными ушками; язычки 0,5—2 (3) мм длиной, голые, перепончатые. Листья 3—15 (20) мм шириной, плоские, широколинейные или линейные, волосистые или голые, шероховатые. Мочковатая корневая система

Общее соцветие — линейный, прямой, яйцевидный или продолговатый, сложный колос длиной от 3 до 15 см, с не распадающейся или распадающейся при плодах на членики осью. Одиночные колоски, располагаются на оси колосьев двумя правильными продольными рядами, сидячие, все одинаковые, 9—17 мм длины, с (2) 3—5 близко расположенными цветками, из которых верхний часто недоразвит; ось колоска очень коротко-волосистая, без сочленений, с короткими нижними члениками и более длинным самым верхним члеником.

Колосковые чешуи часто 6—15 (редко 25—32) мм длиной, яйцевидные или продолговатые, кожистые, реже перепончатые, вздутые, неравносторон-

ние, вверху неравнобоко усечённые, коротко-волосистые или голые, с (3) 5—11 (13) жилками, из которых 1—2 жилки больше развиты и выступают в виде более-менее крылатых килей, на верхушке с 1—2 зубцами, из которых более крупный иногда переходит в прямую ость до 5 см длиной.

Нижние цветковые чешуи 7—14 (реже 15—20) мм длиной, от яйцевидных до продолговатых, кожистые, гладкие, коротко-волосистые или шороховатые, с 7—11 (15) жилками, без киля, на верхушке переходящие в зубец или ость до 18 см длиной; каллус очень короткий, тупой.

Верхние цветковые чешуи часто немного короче нижних, по крылатым килям очень коротко-реснитчатые; цветковые плёнки в числе 2, обычно цельные, по краю реснитчатые.

Тычинок 3, с пыльниками 2—4,5 мм длиной. Зерновки 5—10 мм длиной, свободные, толстые, наверху слегка волосистые, овальные или продолговатые, глубоко желобчатые. Крахмальные зёрна простые.

В качестве регуляторов роста испытывали следующие препараты: силк, крезацин, мелафен, пирафен и пектин.

Схема опыта 1 (мягкая пшеница Прохоровка):

1 – контроль (обработка семян водой);

2 – силк – 2,5 мл/л;

3 – крезацин – 5 мг/л

Схема опыта 2 (твердая пшеница Омский рубин):

1 – контроль (обработка семян водой);

2 – силк – 2,5 мл/л;

3 – крезацин – 5 мг/л

Схема опыта 3 (мягкая пшеница Нива 2):

1 – контроль (обработка семян водой);

2 – мелафен – 1·10-7 %;

3 – пирафен – 1·10-7 %;

4 – пектин – 5·10-2 %;

При проведении лабораторных исследований с целью изучения влияния регуляторов роста на ранние этапы онтогенеза семена пшеницы замачивали в растворах указанных концентраций в течение 16-18 часов.

Препарат силк, является природным стимулятором роста растений, полученным из древесной зелени пихты сибирской (Abiessibirica L.). Он включен в список препаратов, разрешенных для применения на сельскохозяйственных культурах.

Силк – экстракт тритерпеновых кислот влияет на морфофизиологические процессы в растениях подобно ауксину: повышается содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях, увеличивается длина и масса корней, повышается засухо - и стрессоустойчивость культуры. Он проявляет фунгицидную активность.

Крезацин – триэтаноламиновая соль крезоксиуксусной кислоты, малотоксичен, не обладает канцерогенным, мутагенным действием и кумулятивными свойствами. Его можно рассматривать как препарат с ауксиновой активностью. Он характеризуется широким спектром биологической активности: стимулирует рост и развитие полезных микроорганизмов и повышает устойчивость растений к низким температурам (В.П. Барышок, М.Г.Воронков, 2005).

Мелафен - меламиновая соль 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:

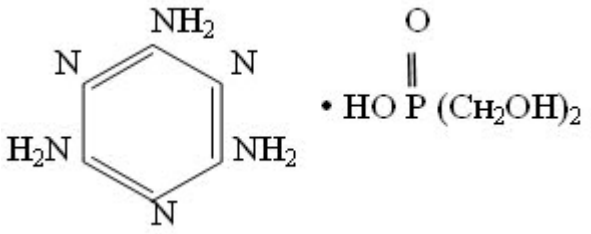

*рис.2*

Мелафен обладает высокой эффективностью и широким спектром действия при очень низких концентрациях. Препарат хорошо растворяется в воде и стабилен при хранении несколько лет. Препарат малотоксичен для теплокровных (LD50 2000 мг/кг на мышах и 6000 мг/кг на крысах) и не обладает ДНК – повреждающей и мутагенной активностью в широком диапазоне концентраций (Фаттахов С.Г. и др., 2006).

Данный препарат не имеет аналогов и разрешен к применению.

Пирафен является аналогом мелафена с измененной фосфатной группой.

Пектин впервые был выделен из *Amaranthuscruentus* Хазиевым Р.Ш. (1993). Пектиновые вещества определяются как группа коллоидных производных углеводов, которые встречаются, или выделяются из растений и содержат большую долю звеньев галактуроновой кислоты в цепи молекул. Также в состав пектиновых молекул входят сахара: галактоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, фруктоза и ряд других. Молярная масса эквивалента пектина А составляет 530, молекулярная зависит от условий выделения и изменяется от 10000 до 180000. Препарат пектин разрешен к применению.

Все определения проводились в 3-х кратной биологической и 5-и кратной аналитической повторностях (Воробьев Л.Н. и др., 1989).

Все наблюдения, учеты и анализы проводились по общепринятым методикам.

Изучение митотической активности корневых меристем, проводили по Н.И. Дегтяревой (1979) на проростках в возрасте 2-х – 3-х и 9-ти суток. Для этой цели использовали давленые препараты кончика корня. Проростки предварительно окрашивали ацетокармином. Объект рассматривали под микроскопом при большом увеличении, определяли число клеток, находящихся в митозе и общее число клеток в поле зрения. Митотический индекс выражали в промилле (‰) отношением среднего числа митозов к среднему числу клеток в одном срезе, умноженном на 1000.

Влияние регуляторов роста на ранние ростовые процессы растений изучали на проростках в динамике на 5-е, 7-е и 9-е сутки. Проростки оценивали по следующим показателям: длина главного зародышевого корешка, количество корешков у одного растения, масса корней 100 растений, длина проростков, масса 100 проростков.

Для определения энергии прорастания и всхожести семян согласно методике ГОСТ 12038-84 отбирали 4 пробы по 100 семян, проращивание проводилось в чашках Петри между слоями увлажненной фильтровальной бумаги. На 3 сутки подсчитывали число проросших семян (энергия прорастания в % от числа заложенных для опыта), на 7 сутки в этой же пробе подсчитывали вновь проросшие семена, суммировали их с проросшими на 3 сутки и в % определяли всхожесть.

Силу роста семян определяли проращиванием семян рулонным методом на свету в течение 10 дней при температуре 18-20°С. Количество всходов определяли в %, а массу срезанных проростков в граммах в пересчете на 100 всходов.

# ГЛАВА 3. Результаты исследований

## 3.1Динамика ростовых процессов на первых этапах развития растений

С момента наклевывания и дальнейшего прорастания семян начинаются ростовые процессы, определяющие в дальнейшем количество вегетативных, генеративных и репродуктивных органов растений. Первые дни после прорастания соответствуют I этапу органогенеза, в течение которого происходит дальнейшая дифференциация конуса нарастания на различные по функциональному значению и строению ткани, усиленно растут в длину зародышевые корни и листья, дифференцируется зачаточный стебель. Предыдущие этапы прорастания протекали с использованием РНК, в том числе и мРНК, запасенных при формировании и созревании зародыша семени. Дальнейший рост, как побега, так и корня обусловлен синтезом ДНК и делением клеток, которые начинаются через 1,5-2 суток после начала набухания (В.В. Полевой, 1982).

Процессы роста, пролиферации и дифференциации клеток строго скоординированы в ходе морфогенеза корня. Конфигурации, вызываемые разными причинами, в ходе любого процесса оказывают воздействие на образование всей системы в целом.

Оценку начального роста корневых систем пшеницы под воздействием регуляторов роста проводили по определению меристематической активности двух, трех и девяти дневных проростков. Оценку клеточных делений рассматривали по среднему значению митотического индекса (МИ) через 48-72 часа.

Апикальная меристема корня считается неоднородной массой клеток, которые отличаются друг от друга объемами и длительностью клеточного деления. Вследствие этого важно было установить синхронность клеточных делений, которую определяли по наращиванию предельного МИ относительно средних значений. В ходе эксперимента были выявлены сильные различия

среднего значения МИ контрольного и опытных вариантов, поэтому оценка синхронности проводилась путем сравнения относительного увеличения митотического индекса в каждом варианте опыта с контролем. Конечные результаты позволили выявить степень синхронизированности митозов и дать характеристику различиям в степени воздействия различных регуляторов роста по отдельным культурам.

Исследование активности клеток апикальной меристемы корней мягкой пшеницы Прохоровка и твердой пшеницы Омский рубин выявило, то, что среднее количество клеточных делений в контрольных образцах составляла 83,8‰ (таблица 1). Самые высокие результаты на этих сортах были выявлены через 48 часов, позже активность немного уменьшалась.

При действии регуляторов роста общая динамика процесса оставалась прежней, но абсолютные значения МИ были выше на протяжении всего времени измерений. Использование силка спровоцировало подъем интенсивности клеточных делений в среднем на 32%. При этом, синхронность процессов митозов клеток корневых меристем мягкой пшеницы Прохоровка возрастала на 11,2%, а твердой пшеницы Омский рубин – на 9,2%. Крезацин спровоцировал незначительные изменения митотической динамики: количество клеточных делений на той и другой культуре повышалась приблизительно на 11%, а синхронность отвечала контрольным данным.

Обработка семян яровой мягкой пшеницы Нива 2 препаратами мелафен и пирафен значительно повлияла на деление клеток зародышевых корней (таблица 2).

*Таблица 1– Митотическая активность клеток апикальной меристемы корней яровой мягкой и твердой пшеницы, ‰*

| Вариант | Время прорастания, часы | | | Среднее значение | 9 суток |
|---|---|---|---|---|---|
| | 48 | 60 | 72 | | |
| Мягкая пшеница Прохоровка | | | | | |
| Контроль (обработка семян водой) | 87,3 | 87,3 | 76,8 | 83,8 | 74,4 |
| Силк | 124,9 | 104,1 | 97,4 | 108,8 | 93,7 |
| Крезацин | 103,7 | 98,1 | 88,4 | 96,73 | 89,01 |
| Твердая пшеница Омский рубин | | | | | |
| Контроль (обработка семян водой) | 87,01 | 82,2 | 77,2 | 82,13 | 73,8 |
| Силк | 122,1 | 103,0 | 90,2 | 105,1 | 90,0 |
| Крезацин | 96,5 | 88,6 | 82,0 | 89,0 | 83,4 |

Митотический индекс при влиянии мелафена повышался на 22,3% в процессе всего времени измерений. При этом превышение средних значений в опытных образцах над контрольными составляло 49,2%, т.е. интенсивность клеточных делений возросла в 1,5 раз. Синхронность делений увеличилась на 15,3% соответственно. Установлено, что мелафен по спектру действия имеет наибольшее сходство с кинетином (группа цитокининов), способным влиять на клеточное деление путем сокращения времени прохождения клеточных циклов при экзогенном применении (О.А. Кашина, 2004).

*Таблица 2– Митотическая активность клеток апикальной меристемы корней яровой мягкой пшеницы Нива 2, ‰*

| Вариант | Время прорастания, час. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 48 | 60 | 72 | среднее значение | 9 суток |
| Контроль (обработка семян водой) | 96,7 | 91,1 | 77,5 | 88,4 | 78,5 |
| Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % | 164,0 | 131,9 | 94,5 | 139,1 | 102,1 |
| Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ % | 142,5 | 120,4 | 91,1 | 118,0 | 95,4 |
| Пектин $5 \cdot 10^{-2}$ % | 103,0 | 94,1 | 83,2 | 93,4 | 84,3 |

Средние значения МИ клеток апикальных меристем корней пшеницы в вариантах с внедрением пирафена превосходили контрольные характеристики на 36,4% . Относительное повышение составляло 1,22 против 1,11 в контроле, одновременность усиливалась на 9,9% . Пектин в наименьшей степени воздействовал на изучаемые показатели: напряженность клеточных дроблений в клетках корней пшеницы росла на 7,7% , синхронность оставалась без конфигураций.

Изучение корневых меристем 9-ти суточных проростков пшеницы показало, что деления клеток на данном этапе развития корневой системы становятся асинхронными. В целом значения МИ были ниже по сравнению с

двухсуточными проростками и практически соответствовали значениям, отмеченным в корневых меристемах через 72 часа с начала прорастания. Известно, что меристематическая активность клеток главных зародышевых корней проростков снижается с увеличением их возраста (И.Н. Гудков, 1988). Но в вариантах с внедрением регуляторов роста оставалось превышение контрольных значений на 41,6%.

У многих растений в участке корня, где происходят последние клеточные деления, увеличивается количество клеток с удвоенным набором ДНК, т.е. число клеток, находящихся в $G_2$-фазе, что может иметь значение для быстрого повышения митотической активности при изменении условий роста, а также для последующего роста растяжением (В.В. Полевой,1972).

Исследование активности длины зародышевых корней, длины проростков, их биомассы позволило оценить воздействие ростовых веществ на развитие 5-ти – 9-ти суточных растений.

Развитие пяти зародышевых корней, расположенных в одной плоскости, характерно для подавляющего большинства зерновок кондиционных семян районированных сортов яровой пшеницы поволжской, уральской и сибирской селекции (В.А. Кумаков, 1988).

В фазе третьего листа могут формироваться колеоптильные корни, которые, как и зародышевые, относятся к первичной корневой системе пшеницы. Первичные корни являются гарантийной частью корневой системы яровой пшеницы, так как формируются всегда в отличие от вторичных корней и проникают на большую глубину. Согласно литературным данным, при хорошем развитии первичной корневой системы и удовлетворительном увлажнении почвы можно рассчитывать на урожай зерна 15-20 ц/га.

В ходе проведенных исследований стало понятно, что проростки яровой мягкой пшеницы Прохоровка и твердой пшеницы Омский рубин в возрасте девяти суток имели в среднем 4 шт. развитых зародышевых корня, при этом присутствие 4 корней подмечалось уже на 5-6 день проращивания (таблицы3,4). Обработка семян силком существенно не изменяла изучаемый по-

казатель. В вариантах с крезацином количество корней у девяти дневных проростков увеличивалось на 20%, т.е. в среднем росло на одну штуку.

Динамика длины корней была обратной. Длина основного зародышевого корня при обработке силком у обеих культур увеличивалась на 39,9% в различные сроки измерений, при обработке крезацином – на 31,9% и достигала в возрасте 9 суток 16,7 см и 15,2 см.

На контроле в этот период растения мягкой пшеницы Прохоровка имели длину главного зародышевого корешка 12,74 см, растения твердой пшеницы Омский рубин – 12,24 см. Изменение биомассы корней в вариантах с силком соответствовало росту. В конце измерений масса корней 100 растений была 8,07 г (сорт Прохоровка) и 7,94 г (сорт Омский рубин), что превышало контрольные характеристики на 17% на обеих культурах.

Под действием крезацина проростки пшеницы имели большую массу корней, чем в других вариантах, при наименьшей длине, что связано с большим количеством зародышевых корней.

Длина ростков 5-9 дневных проростков при обработке семян силком увеличивалась по видам пшеницы на 22,1%, биомасса росла на 21,3%. Использование крезацина увеличивало изучаемые показатели на 19,1% и 22,0% соответственно.

*Таблица 3 – Морфометрические показатели проростков мягкой пшеницы Прохоровка под действием регуляторов роста*

| Вариант | Длина главного зародышевого корешка, см | Количество корешков | Масса корней 100 растений, г | Длина ростков, см | Масса 100 ростков, г |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 суток | | | | | |
| Контроль | 6,87 | 2,9 | 3,93 | 3,44 | 5,26 |
| Силк | 6,63 | 5,3 | 3,06 | 6,36 | 4,22 |
| Крезацин | 8,15 | 3,7 | 5,0 | 4,24 | 6,16 |
| 7 суток | | | | | |
| Контроль | 8,51 | 5,3 | 3,61 | 11,11 | 5,82 |
| Силк | 12,4 | 3,7 | 6,53 | 13,14 | 9,9 |
| Крезацин | 9,71 | 4,3 | 6,72 | 10,97 | 8,9 |
| 9 суток | | | | | |
| Контроль | 12,73 | 5,6 | 5,93 | 17,4 | 8,61 |
| Силк | 17,48 | 6,9 | 9,02 | 19,0 | 11,05 |
| Крезацин | 14,52 | 6,6 | 7,52 | 20,17 | 10,22 |

*Таблица 4 – Морфометрические показатели проростков твердой пшеницы Омский рубин под действием регуляторов роста*

| Вариант | Длина главного зародышевого корешка, см | Количество корешков | Масса корней 100 растений, г | Длина ростков, см | Масса 100 ростков, г |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 суток | | | | | |
| Контроль | 6,3 | 3,9 | 3,77 | 3,52 | 5,3 |
| Силк | 6,45 | 5,1 | 2,93 | 6,38 | 4,13 |
| Крезацин | 7,9 | 3,8 | 4,87 | 4,34 | 6,08 |
| 7 суток | | | | | |
| Контроль | 7,98 | 5,2 | 3,32 | 10,21 | 5, 18 |
| Силк | 11,97 | 3,5 | 6,34 | 10,03 | 8,1 |
| Крезацин | 9,55 | 6,2 | 6,4 | 11,88 | 6,08 |
| 9 суток | | | | | |
| Контроль | 14,21 | 3,8 | 7,87 | 14,91 | 9,98 |
| Силк | 14,8 | 5,5 | 6,97 | 19,36 | 9,64 |
| Крезацин | 16,9 | 4,6 | 9,13 | 17,1 | 11,53 |

## 3.2 Посевные качества семян

Качество зёрен является важной причиной повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур. Эффективность действий, описывающих начальные фазы прорастания, в значимой мере описывает состояние формирующихся проростков, что можно увидеть в показателях посевных качеств семян, важными из которых являются энергия прорастания и всхожесть.

Согласно мнению ряда исследователей энергия прорастания выступает как один из немаловажных характеристик жизнеспособности семян и является более чувствительной составляющей их состояния (И.Г. Строна, 1966). Выявили, что энергия прорастания снижается существенно раньше, чем всхожесть и обусловлена при этом понижением интенсивности клеточных дроблений на начальной фазе прорастания. Незначительное снижение энергии прорастания сильно отображается на полевой всхожести.

В итогах изучений зафиксировано, что быстро прорастающие зерна из партий со схожей массой 1000 зерен лучше выживают в полевых критериях и являются наиболее урожайными. Установлено, что чем больше энергия прорастания, тем скорее прорастают зерна и возникают ростки (Т. Гудвин, 1986). Этим свойством отличаются здоровые зерна, выровненные по физическому состоянию, когда процессы послеуборочного дозревания у них прошли привычно.

Согласно литературным данным наименьшее отличие лабораторной и полевой всхожести наблюдается при повышенной энергии прорастания семян.

В агрономической практике показатель лабораторной всхожести служит главным аспектом оценки свойства посевного материала. Результат лабораторных тестов всхожести показывает процент семян, давших проростки, способные сформировать обычное растение при проращивании в стандарт-

ных условиях субстрата, влажности, температуры, для того чтобы обеспечивать воспроизводимость результата.

Высокая степень лабораторной всхожести присуща всем культурам. Однако согласно мнению многих экспертов лабораторная всхожесть не является критерием высококачественной оценки зёрен и прогноза их полевой всхожести, хотя определенная взаимозависимость между ними выслеживается (Е.В. Евдокимов, 2001). Изучения показали, что при посеве зёрнами, имеющими наиболее 87% лабораторной всхожести, возможно, заполучить полевую всхожесть практически на таком же уровне. Но по мере ухудшения характеристик всхожести, приобретенных в лабораторных критериях, возрастает их разрыв с показателями полевой всхожести.

В результате наших исследований на контроле энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян мягкой пшеницы Прохоровка составили 91,7%, твердой пшеницы Омский рубин – 88,1%. Применение препаратов силка и крезацина показало различную чувствительность семян яровой мягкой и твердой пшеницы на обработку. Показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести увеличились в среднем на 4,2% (таблица5).

В исследованиях, проведенных на пшенице при применении мелафена, пирафена и пектина получено повышение посевных качеств семян данных культур. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть достоверно возрастали по сравнению с контролем во всех изучаемых вариантах. Самые большие показатели наблюдались в вариантах с мелафеном (энергия прорастания и всхожесть увеличились на 11,4%).

Прорастание семян может осуществляться ограничено доступом энергии. Мелафен усиливает эффективность окислительно-восстановительных реакций, обусловливая активацию энергетических действий в клетке, что находит свое отображение в показателях прорастания семян.

*Таблица5 -Посевные качества семян яровой мягкой и твердой пшеницы при обработке регуляторами роста*

| Вариант | Энергия прорастания, % | Лабораторная всхожесть, % | Сила роста | |
|---|---|---|---|---|
| | | | длина ростков, см | масса 100 проростков, г |
| Мягкая пшеница Прохоровка | | | | |
| Контроль (обработка семян водой) | 78,2 | 91,7 | 11,6 | 7,2 |
| Силк | 81,6 | 94,0 | 13,3 | 7,5 |
| Крезацин | 80,5 | 91,6 | 12,7 | 7,3 |
| Твердая пшеница Омский рубин | | | | |
| Контроль (обработка семян водой) | 78,2 | 88,1 | 11,6 | 6,7 |
| Силк | 77,2 | 88,6 | 11,8 | 6,8 |
| Крезацин | 78,8 | 91,7 | 10,8 | 7,0 |

Предпосевная переработка зёрен сельскохозяйственных культур мелафеном в очень низких концентрациях (1•10-8-1•10-7%) приводит к сильному увеличению энергии прорастания и всхожести семян (на 5-25%).

В варианте с пирафеном энергия прорастания и лабораторная всхожесть были ниже. Но они превосходили контрольные данные на 3,0% и 3,6%.

Посевные качества семян пшеницы в вариантах с пектином по абсолютным значениям превосходили характеристики, приобретенные при обработке семян пирафеном, но уступали значениям в вариантах с мелафеном. Так энергия прорастания и лабораторная всхожесть одновременно росли на

8,2%. Стимулирующее действие пектина в используемой нами концентрации на посевные качества семян озимой и яровой пшеницы, гороха, сои показано в изучениях В.А. Исайчева и Е.Л. Хованской (2000).

Исходя из того, что результаты лабораторных исследований энергии прорастания и всхожести отличаются обычно от полученных в полевых условиях, определяли также силу роста, позволяющую судить о способности семян давать полноценные всходы в реальных условиях возделывания.

Сила роста рассматривается как свойство семян, которое гарантирует их удовлетворительное формирование. Множество понятий о силе роста семян имеет два параметра – быстроту роста и живучесть в неблагоприятных условиях развития. Сила означает процентное содержание семян, способных образовывать ростки, растущие даже в субоптимальных условиях.

Сила проростка характеризуется его массой после периода роста в данных условиях окружающей среды, количеством имеющихся запасов, скоростью, с которой они мобилизуются, и эффективностью их метаболизма – все это представляет нюансы роста и развития проростков.

Показатели силы роста в процентном соотношении на всех культурах, как при применении регуляторов роста, так и на контроле были немногим меньше энергии прорастания и всхожести. Сила изначального роста в большей степени связана с показателями полевой всхожести. Соответствие итогов, приобретенных в полевых условиях, лабораторным данным наблюдается только при подходящих погодных условиях.

Сила роста семян пшеницы под действием мелафена, пирафена и пектина повышалась на 13,8%, масса проростков при этом росла на 18,6% (рисунок 3). Лучшие значения были отмечены в варианте с мелафеном – 80,8% (67,0% на контроле), масса 100 проростков – 12,11 г при данных на контроле 10,21 г. Сила роста семян, обработанных пектином, в процентном отношении была немногим ниже – 77,8%, масса 100 проростков составила 12,09 г. Пирафен в наименьшей степени действовал на изучаемый показатель. Однако

итоги, приобретенные в предоставленном варианте, превосходили контроль в процентном отношении – на 5,2% и по массе проростков – на 5,5%.

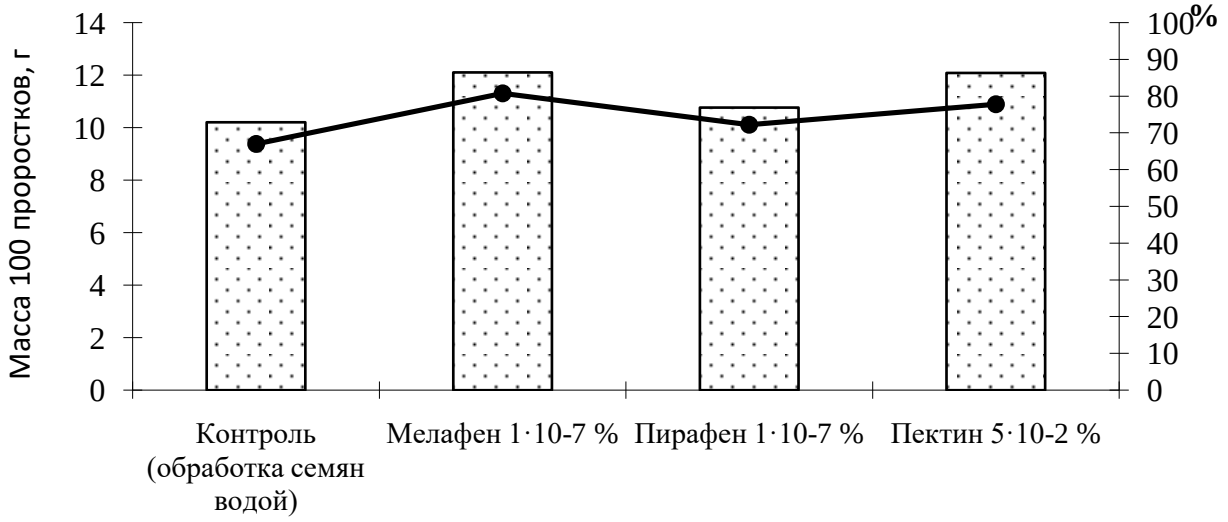


*Рисунок 3 – Показатели силы роста семян пшеницы при использовании регуляторов роста*

Таким образом, предпосевная переработка семян пшеницы разными регуляторами роста оказывает позитивное воздействие на их посевные качества, что содействует в будущем формированию хорошей плотности агроценозов и увеличению продуктивности данных культур.

## 3.3 Семена как объект биологических исследований в курсе «Ботаника» общеобразовательной школы

Проведенный эксперимент может частично быть использован при изучении раздела "Семя" в курсе "Ботаника" 6 класса общеобразовательной школы.

В разделе о семенах формируется понятие об индивидуальном развитии растения. Наблюдая за прорастающим семенем, ученики отмечают начало жизни растения, последовательное развитие из зародыша вегетативных органов, формирование габитуса растений. Одновременно с понятием об ин-

дивидуальном развитии и росте растения формируется понятие о его физиологических функциях.

Семена разных растений различны по форме и величине, но в любом из них можем отметить ключевую часть- зародыш будущего растения. Известно, что семена (при условии живых эмбрионов) имеют все шансы прорастать при достаточном поступлении тепла, воды и воздуха, при этом в них протекают различные процессы.

В школьной практике могут быть предложены следующие варианты опытов.

*Опыт 1. Понятие всхожести методом окрашивания зародыша.*

Для проведения эксперимента предложенного Н.М. Верзилиным ученики берут определенное количество зёрен пшеницы, помещают в стакан и заливают свекловичным раствором, приготовленным следующим образом:

- свеклу натирают на терке и сок, из приобретенной массы сцеживают без добавления воды,

- зерна пшеницы выдерживают в соке 10-15 часов.

При большей выдержке можно получить ложные итоги, так как красители снижают жизнедеятельность семян.

Позже ученики сливают красители, аккуратно промывают зерна водой и каждое зерно разрезают чрез зародыш острым скальпелем либо бритвой. Мертвый зародыш окрашивается, а здоровый нет. По сумме окрашенных и неокрашенных зёрен определяют процент всхожести.

Для сравнения данного метода одновременно ведут проращивание идентичных зёрен стандартным методом в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге. Это дает возможность ученикам сопоставить полученные результаты.

*Опыт 2. Изменения, происходящие в семени при его прорастании.*

Для того чтобы определить, какие вещества присутствуют в составе семени, ученики замачивают зерна пшеницы, потом бритвой либо острым скальпелем разрезают набухший злак напополам. На срез наносят каплю сла-

бо концентрированного раствора йодной настойки. Срез окрашивается темно-синим цветом. Ученики делают вывод, что в составе семени пшеницы присутствует крахмал- это он синеет в реакции на йодный раствор.

В чашки Петри помещают предварительно приготовленный крахмальный клестер. Затем, скальпелем разрезают несколько семян пшеницы (до этого замоченных), смачивают зерна водой и раскладывают на клейстер срезами вниз. Посуду с клейстером оставляют в теплом месте. Спустя 3-4 часа половинки изымают, и клейстер покрывают небольшим количеством йодного раствора, затем быстро сливают его. Ученики замечают, что йодный раствор окрасил клейстер в синий цвет, кроме тех мест, где лежали семена. Учащиеся делают вывод о том, что прорастающие семена вырабатывают фермент, превращающий крахмал под семенем в сахарозу, которая впоследствии используется для питания образованного проростка.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование регуляторов роста оказывает определенное влияние на ранние ростовые процессы проростков яровой мягкой и твердой пшеницы. Изменяется скорость клеточных делений корневых меристем, что приводит к быстрому росту зародышевых корней и их формированию. Отмечается активное развитие корневых волосков. В целом происходит увеличение линейных и массовых показателей проростков на 5,7,9-е сутки измерений.

Обработка семян регуляторами роста - силк, крезацин, мелафен, пирафен и пектин способствует увеличению их посевных качеств. Энергия прорастания и лабораторная всхожесть возрастают на 2-11%, сила роста - на 3-5%.

Постановка данного эксперимента технологически проста, используемые регуляторы роста общедоступны, что делает возможным использование его в курсе общеобразовательной школы как на уроках так и внеурочной деятельности.

## 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. авторефератдисс. ... канд. сельсхоз. наук / Т.А. Антонова. – 2004. – 19 с.

3. Воробьев, Л.Н. Регулирование ионного транспорта: теоретические и практические аспекты минерального питания растений / Л.Н. Воробьев // Итоги науки и техники/ ВИНИТИ. Сер. Физиология растений. – М., 1988. – Т. 5. – С. 180.

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. Воронков М.Г., Барышок В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве\Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005 г., 258 с.

6. Гудвин, Т. Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986. – 312 с.

7. Гудков, И.Н. Кинетика клеточного цикла на начальных фазах развития растений / И.Н. Гудков // Клеточный цикл растений в онтогенезе: сборник науч. трудов – Киев: Наукова думка, 1988. – С. 5-16.

8. Дегтярева, Н.И. Практикум по генетике / Н.И. Дегтярева. – М., 1979.

9. Евдокимов, Е.В. Синергические эффекты бактериальных препаратов на рост и развитие кукурузы / Е.В. Евдокимов, А.А. Бондаренко, О.М. Минаева // Экология сегодня. – Томский гос. ун-т, 2001. – Вып. 1. – С. 14-16.

10. Исайчев, В.А. Влияние различных концентраций пектина и микроэлементов на посевные качества семян яровой пшеницы сорта Л-503 / В.А.

11. Исайчев, Е.Л. Хованская // Вестник Ульяновской ГСА. Серия агрономия. – 2000. – № 1. – С. 12-17.

12. Использование пектина из Amaranthuscruentus для обработки семян яровой пшеницы и гороха / Е.Н. Офицеров, В.И. Костин, В.А. Исайчев и [др.] // Вестник Ульяновской ГСА. Серия агрономия. – 2000. – № 1. – С. 24-30.

13. Кашина, О.А. Исследования влияния фосфороорганического соединения мелафена на рост и энергетические процессы клеток хлореллы: автореферат канд. биол. наук / О.А. Кашина. – Казань, 2004. – 21 с.

14. Ковалев, В.М. Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур / В.М. Ковалев / ВНИИТЭИагропром. – М., 1992. – 48 с.

15. Кумаков, В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В.А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104

16. Нога Г.С. Опыты и наблюдения над растениями. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1976.-176 с.

17. Полевой, В. В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М: Высшая школа, 1982. – 464 с.

18. Полевой, В.В. Механизмы регуляторных процессов / В.В. Полевой // Труды Петергофского биол. ин-та. – Л.: изд-во ЛГУ, 1972. – № 21. – С. 191-207.

19. Строна, И.Г. Общее семеноводство полевых культур / И.Г. Строна. – М.: Колос, 1966. – 464 с.

20. 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.

21. Хазиев, Р.Ш. Изучение биологически активных веществ растений рода Amaranthus L.: автореферат дисс. ... канд. биол. наук / Р.Ш. Хазиев. – Казань: КГУ, 1993. – 20 с.

22. Якушкина, Н.И., Бахтенко, Е.Ю. Физиология растений / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

23. Якушкина, Н.И. Влияние ингибиторов роста и фитогормонов на рост и некоторые стороны энергетического обмена проростков кукурузы / Н.И. Якушкина, В.Т. Старикова // Метаболизм и механизм действия фитогормонов. – Иркутск, 1979. – С. 210-213.

**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 Николенко Кристины Александровны

Тема работы "Влияние регуляторов роста на ранние ростовые процессы растений яровой пшеницы"

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 регуляции роста и развития растений. Анализ современной научной периодической литературы | Ноябрь - декабрь 2015 | Выполнено |
| 2. | Подготовка первой главы ВКР - обзора литературы. Определение актуальности, цели и задач исследований | Январь-февраль 2016 | Выполнено |
| 3. | Изучение общепринятых экспериментальных методик в соответствии с целями и задачами ВКР | Февраль 2016 | Выполнено |
| 4. | Закладка лабораторных опытов. Проведение эксперимента | Март-апрель 2016 | Выполнено |
| 5. | Анализ и систематизация полученных данных | Апрель 2016 | Выполнено |
| 6. | Оформление ВКР | Май 2016 | Выполнено |

Дата выдачи задания «16» 11 2015г.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)