

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный аграрный университет»**

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ,
В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

Научно-методические рекомендации

Барнаул 2022

УДК 661.162.6:633.11«321» (083.13)

Рецензенты:

доктор хим. наук, доцент, заведующий кафедрой химической технологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» В.В. Коньшин;

кандидат с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений отдела «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» Г.Г. Садовников.

Применение препаратов, полученных из продуктов переработки растительного сырья, в качестве регуляторов роста яровой пшеницы: научно-методические рекомендации / ***М. И. Мальцев, Е. В. Калюта, В. И. Маркин, Н. Г. Базарнова.*** – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – 51 с. – Текст: непосредственный

В научном издании приведена классификация и дана характеристика наиболее распространенным регуляторам роста растений. Показаны направления решения проблем, связанных с утилизацией отходов сельскохозяйственного производства путем получения препаратов на основе карбоксиметилированных растительных остатков и возможности использования их в качестве регуляторов роста яровой пшеницы в условиях Алтайского края.

Предназначено для руководителей и специалистов предприятий АПК, преподавателей и студентов аграрных вузов.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ (протокол № 4 от 21.12.2020 г.).

Исследования проведены в рамках проекта, реализованного с привлечением средств бюджета Алтайского края – гранта для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий.

© Мальцев М.И., Калюта Е.В.,
Маркин В.И., Базарнова Н.Г., 2022
© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2022

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.....	7
2. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА.....	10
2.1. Наиболее распространенные регуляторы роста растений, применяемые в сельском хозяйстве	19
3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА , ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	29
4. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	36
4.1 Влияние условий хранения на росторегулирующую активность препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач сельского хозяйства является получение стабильно высоких урожаев хорошего качества, повышение эффективности ведения сельского хозяйства. В связи с этим направленное воздействие на рост, продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных растений приобретает особенно важное значение. Рост растения, образование генеративных органов, устойчивость к неблагоприятным факторам среды являются комплексными программами, которые включают в себя большое число метаболических систем. Такие системы регулируются фитогормонами и негормональными веществами. Все эти соединения принято называть регуляторами роста.

Термин регулятор роста растений широк. Он включает природные вещества (ауксины, гиббереллины, цитокинины, ингибиторы роста, витамины и др.) и синтетические соединения различной активности и механизма действия. К настоящему времени достаточно четко определилось, что применение регуляторов роста в сельском хозяйстве является мощным и практически резервом наращивания производства растениеводческой продукции. Применение агроприемов на основе регуляторов роста повсеместно рассматривается как новое и перспективное направление химизации сельского хозяйства.

Регуляторы роста растений — не питательные вещества, а факторы управления ростом и развитием. Регуляторы роста вызывают разнообразные эффекты — усиление или ослабление корнеобразования, закладки почек, пробуждения от покоя или торможения ростовых процессов, образования цветов и завязей или их осыпание и т.п. Это усложняет применение регуляторов роста в растениеводстве. Но это же разнообразие имеет и положительную сторону — регуляторы роста можно широко использовать для получения нужного эффекта.

На кафедре органической химии Алтайского государственного университета вот уже более 30 лет занимаются химическим модифицированием расти-

тельного сырья без предварительного разделения в полимерные композиции, обладающие широким спектром свойств.

Одно из перспективных направлений – карбоксиметилирование растительного сырья без предварительного разделения на отдельные компоненты. Продукты карбоксиметилирования растительного сырья могут найти применение в различных областях жизнедеятельности человека. Одной из возможных областей применения может стать получение росторегулирующих композиций.

Экспериментальная проверка теоретических предпосылок существования росторегулирующей активности у карбоксиметилированного растительного сырья свидетельствует о перспективах практического использования продукта в качестве регулятора роста растений.

Еще один аспект, который показывает перспективность данного направления получения регуляторов роста. Как известно, Алтайский край является крупнейшим производителем продовольствия в России. В крае производят в пределах 55% овсяной крупы, 50% гречневой крупы, около 30% перловой и ячневой. При производстве данной продукции образуются большое количество отходов растительного сырья (например, лузги подсолнечника 14-16% от объема производства, гречихи – 20-22% и т.д.), которые могут быть с успехом использованы при изготовлении препаратов, обладающих росторегулирующей активностью. Многие существующие технологии по утилизации не решают вопросов по нормализации экологической обстановки в местах массовых сбросов и накопления отходов, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Одним из возможных путей решения данной проблемы является использование растительных отходов сельскохозяйственного производства в качестве сырья для производства препаратов, регулирующих рост растений.

Таким образом, разработка технологии производства и применения препаратов на основе карбоксиметилированных растительных отходов решает не только проблему повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур, но способствует решению экологической проблемы – утилизации отходов продукции переработки растениеводства.

Алтайский край является крупным сельскохозяйственным регионом Западной Сибири. Территория Алтайского края весьма разнообразна по природно-климатическим условиям, поэтому при разработке технологии применения регуляторов роста требуется дифференцированный подход. Подбор доз и способов внесения инновационных препаратов, которые бы в полной мере использовали биоклиматический потенциал растений – это комплексная задача. Ее решение связано с разработкой и внедрением технологий, учитывающих зональные почвенно-климатические особенности и материально-технические возможности.

С учетом вышесказанного, в подготовленных рекомендациях освещаются вопросы по влиянию инновационных препаратов полученных из продуктов переработки растительного сырья, на рост и развитие яровой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края.

1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Природные условия Алтайского края весьма многообразны и контрастны, что позволяет отнести его к зоне рискованного земледелия. Их специфической особенностью является засушливость климата. Характерные черты засушливого климата – большая амплитуда колебания температуры воздуха в течение года, недостаток атмосферных осадков, неравномерное распределение их по периодам года, высокая температура воздуха в период вегетации растений, а также сильные ветры, способствующие дефляции почвенного покрова. Перечисленные факторы обуславливают нестабильность производства продукции растениеводства по годам

Лесостепная зона Алтайского Приобья входит в состав территории Приобского плато, представляющего собой одну из крупных геоморфологических областей (Занин, 1958).

Характерным для северо-восточной части Приобского плато является холмисто-увалистый рельеф, наличие склонов большой длины (до 3 км) и крутизны (до 12°). Поверхность плато расчленена густой (0,3-2,0 км/км² и более) сетью долин, балок и оврагов. Глубина донных оврагов достигает 20 и более метров. Много растущих оврагов. Верхние участки плато лежат на высоте 250-280 м над уровнем моря, в то время как базис эрозии (р. Обь) расположен на высоте 120-130 м. Этот перепад высот отмечается местами на расстоянии всего нескольких километров. Следствием такой амплитуды высот является развитие эрозионных процессов (Кравцова, 1959). Грунтовые воды по причине глубокого залегания не оказывают существенного влияния на почвообразовательные процессы. Почвенный покров Приобского плато представлен в основном черноземами обыкновенными и выщелоченными, среднемощными, средне- и малогумусными разной степени эродированности. Они занимают водоразделы, террасовидные склоны и ложбины древнего стока. Черноземы южные, карбонатные и солонцеватые, встречаются, преимущественно, на юго-западной окраине зо-

ны и крутых частях склонов южной экспозиции, занимая около 8% площадей пашни. Серые лесные почвы приурочены, в основном, к березовым колкам и занимают не более 1% территории. Кроме указанных почв встречаются лугово-черноземные, луговые и лугово-степные (Орлов, 1983). Материнскими породами являются лессовидные легкие суглинки, залегание которых соответствует повышенным элементам рельефа (верхним частям склонов, вершинам водоразделов и т.д.).

Климат Приобской сельскохозяйственной зоны характеризуется как резко континентальный с умеренно теплым, чаще засушливым летним периодом и холодной зимой. Средняя температура воздуха в январе по среднегодовому ряду – минус 17,7°С, при этом в отдельные годы морозы могут достигать минус 45-50°С, что обуславливает глубокое промерзание почвы до 2,0-2,5 м (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971). Самый теплый летний месяц – июль, воздух нагревается до плюс 35-38°С. В летний период при наличии высоких температур, сильных ветров и незначительных атмосферных осадков часто наблюдаются атмосферные засухи.

Сумма годовых осадков 450-490 мм, в том числе в мае-сентябре выпадает 250-300 мм (в пределах 60% годовых). Сумма зимних осадков по среднегодовым данным составляет 165 мм или 34,6% от годовой величины. Средняя продолжительность метелей в течение зимы достигает 320 часов. Число дней с метелями в среднем около 40, но в отдельные годы может доходить до 50 - 60 дней. Средняя скорость ветра составляет 9,3 м/с. Число дней со скоростью ветра больше 15 м/с в течение года колеблется в пределах от 26 до 50. Среднегодовая относительная влажность воздуха – 72%. Наименьшая относительная влажность приходится на май-июнь (54-60%) (Барнаульская метеорологическая станция).

Сумма положительных температур увеличивается с севера на юг в среднем с 1900 до 2200°С. Гидротермический коэффициент вегетационного периода почвенно-географической зоны составляет 0,6-0,9, что характеризует условия от засушливых до слабо увлажненных. Продолжительность вегетационного пе-

риода составляет 120-130 дней. Эрозионно-опасный поверхностный сток формируется преимущественно в весенний период в условиях глубокого и сильного промерзания почв, доля его в среднегодовом стоке в отдельные годы составляет 80-90%. Величина весеннего стока талых вод колеблется от 63,3-215,7 на юго-западном до 141-532,4 м³ на северо-западном склонах. В среднегодовом эродированном стоке доля ливневого стока относительно невелика – 10-12%, тем не менее ливневые и продолжительные обложные дожди значительно разрушают почву на склонах, особенно на полях чистого пара и занятых пропашными культурами. Значительное влияние на формирование поверхностного стока талых и ливневых вод и на развитие эрозионных процессов оказывает характер сельскохозяйственного использования земель (Каштанов, 1974). Эрозионные процессы и связанные с ними потери органического вещества и уменьшение процента гумуса в большей степени является результатом нарушения почвозащитной системы земледелия.

Из вышесказанного можно отметить, что природно-климатические условия Приобской зоны Алтая отличаются многообразием, характеризуемым прежде всего расчлененностью рельефа, большим стоком талых вод, вызывающих эрозионные процессы, и частыми засухами в летний период. Поэтому успешное ведение земледелия в Приобской зоне во многом определяется в умении накапливать и рационально использовать влагу в почве при одновременном осуществлении мероприятий по сокращению эрозионных процессов.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Регуляторы роста (фитогормоны) – это соединения, участвующие в регуляции ростовых процессов в растениях. Они синтезируются в одном из органов растения: в молодых листьях, точках роста корней и побегов, и перемещаются в места, где они стимулируют процессы онтогенеза и роста (Вильдфлуш и др., 2015). Синтезируются и функционируют они в очень малых количествах, но и потребность в них низкая. Так, содержание ауксина не превышает 1 мг на 1 кг сырой массы растений. Однако роль фитогормонов настолько специфична, что заменить их какими-либо другими веществами невозможно. Они управляют жизнью растений с момента прорастания семян и до их гибели. От их наличия и количества зависит интенсивность процессов роста и формирования новых органов, цветение, плодоношение, старение и переход в состояние покоя и затем выход из него. К регуляторам роста растений относят природные и синтетические органические соединения, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ растений, что приводит к видимым изменениям в росте и развитии. К природным регуляторам роста растений принадлежат, прежде всего, фитогормоны – вещества, образующиеся в самом растении и участвующие в регуляции обмена веществ на всех этапах его жизни (Муромцев, 1979).

Гормоны являются посредниками в физиологических процессах, преобразуют специфические сигналы окружающей среды в биохимическую информацию. Гормоны, образующиеся в растениях, называют эндогенными, применяемые человеком для обработки растений — экзогенными (Дерфлинг Карл, 1985).

Установлено, что потребность растения в гормонах составляет $10-13 \cdot 10^{-5}$ моль/л, в большинстве случаев синтезируются в достаточных количествах самим растением (Ткачук, и др., 2013). Синтезируются в отдельных частях растения, но распространяются по всему организму. Под их действием происходит регулирование обмена веществ. Гормоны проявляют физиологическое действие на:

- 1) ферменты и ферментные системы;

- 2) обмен белков, липидов, нуклеиновых кислот;
- 3) информационные и транспортные рибонуклеиновые кислоты;
- 4) дезоксирибонуклеиновую кислоту.

Эффект действия гормонов в одних случаях сводится к временному изменению интенсивности биохимических реакций, в других — проявляется в устойчивом отклонении процессов, в-третьих — в морфологических изменениях, затрагивающих соматическую сферу организма, в-четвёртых — в наследственных морфологических изменениях (Shimazu, 2000).

В отличие от животных в растениях отсутствуют железы, секретирующие гормоны.

Действие гормонов на обмен веществ растительного организма, отмечают (Ishikawa, 1993), специфично: гиббереллины участвуют в транскрипции, то есть переносе информации о нуклеотидной последовательности ДНК на информационную РНК при синтеза белков, цитокинины — в трансляции, то есть процессе перевода последовательности нуклеотидов информационной РНК в последовательность аминокислот синтезируемого полипептида, ауксины — в изменении проницаемости мембран, абсцизины ингибируют ионный транспорт и связанные с ним процессы роста клеток, этилен выступает в качестве “разрешающего” фактора роста, контролирует баланс в системе стимуляторы-ингибиторы.

По характеру действия на растительные ткани регуляторы роста делят на стимуляторы и ингибиторы.

К числу наиболее активным и изученным соединениям гормонального действия растительного происхождения относятся ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды, абсцизовая кислота и этилен. Ауксины стимулируют корнеобразование (ризогенез), синтезируются в верхушках корней и надземных побегах; гиббереллины стимулируют рост стеблей, синтезируются в листьях и иногда в корнях; цитокинины стимулируют заложение почек, синтезируются преимущественно в корнях; абсцизовая кислота (АБК) и этилен — тормозят ростовые процессы, они являются ингибиторами роста и отвечают за

созревание плодов (семян) и переход в стадию покоя; brassинолиды — регулируют работу всех гормонов, синтезируется в цитоплазме клеток всех органов растений (Никляев, 2000) .

Ауксины, или соединения индолилуксусной кислоты (ИУК), образуются в зонах с высокой меристематической активностью: в апексах стеблей, в формирующихся семенах, откуда они перемещаются в базипетальном направлении, попадая в боковые побеги и листья (Цыганкова, и др., 2005).

Ауксины инициируют деление клеток и влияют на скорость их растяжения, регулируют формирование проводящих пучков, обуславливают явления фото- и геотропизма растений, связанные с несимметричностью их распределения. Активация растяжения клеток происходит при стимулировании ауксином секреции протонов в клеточную стенку. Возникающая при этом повышенная концентрация ионов водорода приводит к более активному ферментативному расщеплению поперечных связей, соединяющих между собой целлюлозные микрофибриллы.

Другими свойствами ауксинов являются способность вызывать партенокарпию, задерживать опадание листьев и завязей, активировать корнеобразование у черенков. Ткани, обогащенные ауксином, обладают аттрагирующим действием, то есть способны притягивать питательные вещества. Ауксин обеспечивает корреляционное взаимодействие между органами растущего растения (Katayama, 2008).

Гиббереллины — фитогормоны, производные флуоренового ряда. Стимулируют деление и растяжение клеток апикальных и интеркалярных меристем. Под действием гиббереллинов удлиняются листья, цветки и соцветия. Гиббереллины усиливают рост стеблей сильнее, чем ауксины. В то же время гиббереллины практически не влияют на рост корней. Участвуют в процессах прорастания семян и перехода длиннодневных растений к цветению. Способствуют образованию партенокарпических плодов.

Гиббереллины способны смещать пол растений в мужскую сторону. Влияние на метаболизм растения связано с их участием в нуклеиновом обмене: под

их действием индуцируется синтез матричных РНК, которые кодируют образование гидролитических ферментов, прежде всего амилаз.

Гиббереллины синтезируются в основном в листьях и оттуда перемещаются вверх и вниз по стеблю (Дерфлинг Карл, 1985).

Цитокинины — фитогормоны, производные пуринов, стимулируют цитогенез, прорастание семян, способствуют дифференциации почек. Обладают способностью задерживать процессы старения растительных организмов и поддерживать нормальный обмен веществ у пожелтевших листьев, вызывать их вторичное позеленение.

Цитокинины участвуют в мобилизации-притягивании питательных веществ к местам локализации: плодам, семенам, клубням. Освобождают боковые почки от апикального доминирования, вызываемого ауксином, стимулируют их рост. На молекулярном уровне цитокинины в комплексе со специфическим белковым рецептором увеличивают активность РНК-полимеразы и матричную активность хроматина, при этом повышается количество полирибосом и синтез белков. Цитокинины участвуют в синтезе фермента нитратредуктазы и транспорте ионов H^+ , K^+ , Ca^{2+} .

Образуются в корнях, откуда передвигаются вверх по стеблю в акропетальном направлении (Кулаева, 1979).

Абсцизины — естественные ингибиторы терпеноидной природы. Задерживают рост в фазе деления и растяжения клеток, не проявляют токсического действия даже в высоких концентрациях. Индуцируют наступление состояния покоя у растений, ускоряют опадание листьев и плодов (абсцизия), тормозят рост coleoptилей, задерживают прорастание семян.

Сдерживая избыточный рост стебля, абсцизины направляют метаболиты на формирование фотосинтетического аппарата, то есть координируют ростовой процесс. Участвуют в механизмах стресса, регулируя устьичные движения.

Абсцизовая кислота быстро накапливается в тканях при действии на растения неблагоприятных факторов внешней среды, прежде всего при водном дефиците, вызывая закрытие устьиц, снижая транспирацию и сокращая энерги-

тические затраты. На молекулярном уровне абсцизины ингибируют синтез ДНК, РНК и белков. Могут снижать функциональную активность H^+ -помпы.

Абсцизовая кислота синтезируется в листьях, транспортируется вверх и вниз по стеблю. Кроме того, образуется в корневом чехлике (Муромцев, 1979).

Этилен — специфический гормон, синтезируется во всех органах растения из метионина. Вносит вклад в регуляцию роста и развития растений. Участвует в поддержании апикального изгиба у выращенных в темноте проростков, вызывает эпинастию, то есть быстрый рост верхней стороны органа, в результате которого лист или лепесток изгибается книзу. По этой причине его используют для ускорения раскрывания цветков. Опускание листьев под действием этилена сокращает транспирацию.

Этилен отвечает за контролируемое ауксином подавление роста латеральных почек, обнаруживающих апикальное доминирование. Тормозит деление клеток и удлинение проростков, изменяет направление роста клеток с продольного на поперечное, уменьшая длину и утолщая стебель. Способствуя старению тканей, этилен ускоряет опадание листьев, увядание цветков и ускоряет созревание плодов.

В большинстве случаев увеличивает период покоя семян и клубней, способствует смещению пола растений в женскую сторону, играет роль медиатора гормонального комплекса в процессах корреляционных взаимодействий в растении. Тормозит полярный транспорт ауксина и способствует образованию его конъюгатов. Этилен регулирует реакцию стресса в растениях. На молекулярном уровне повышает проницаемость клеточных мембран и скорость синтеза белка (Князева, 2013).

Брассиностероиды — гормоны, поддерживающие работу иммунной системы растения, прежде всего в стрессовых ситуациях. Стероиды, также как гиббереллины и абсцизовая кислота, входят в класс терпеноидов.

Брассиностероиды содержатся в каждой растительной клетке, однако их естественный уровень в изменившейся экологической ситуации оказывается

недостаточным для поддержания иммунитета и нормального развития в течение всей вегетации.

Верхняя часть стебля растений представляет собой ростовой центр, насыщенный фитогормонами. Вниз по стеблю к корням вместе с метаболитами перемещаются ауксины, гиббереллины, АБК, а вверх по сосудам ксилемы поднимаются цитокинины, гиббереллины, АБК, гормон цветения-антезин.

Как правило, в ростовых процессах одновременно участвуют два гормона, например, ауксин и гиббереллин, один отвечает за растяжение клеток, другой за их деление. АБК может выступать не только как ингибитор роста, но и как стимулятор ростовых процессов (Князева, 2013).



Рисунок 1 – Принципиальная схема действия регуляторов роста на растения

Уровень природных гормонов не всегда бывает достаточным для обеспечения активного роста, цветения, плодоношения и других процессов в жизни растений, в связи с этим их надо периодически восполнять для чего и были созданы синтетические аналоги природных гормонов.

Для эффективного применения регуляторов роста растений, по мнению (Вакуленко и др., 2010), необходимо соблюдать условия:

1) положительный эффект может достигаться только в случае, если в растении или в отдельных органах не хватает эндогенных фитогормонов;

2) клетки, ткани и органы должны быть восприимчивы к фитогормонам;

3) действие всех регуляторов роста зависит от концентрации, передозировка приводит к ингибирующему эффекту;

4) оптимальное обеспечение растений водой и питательными веществами.

Из регуляторов роста ауксиновой природы получили применение в сельском хозяйстве 1-нафтилуксусная кислота (1-НУК), индометил-3-масляная кислота (ИМК), 2,4-дихлорфеноксиксусная кислота (2,4-Д), 2,4,5-трихлорфеноксиксусная кислота (2,4,5-Т), 2-нафтоксиксусная кислота (2-НОУК), 4-хлорфеноксиксусная кислота (4Х), гидразид малеиновая кислота (ГМК), 2-метил-4-хлорфеноксиксусная кислота (2М 4Х) и 2,4-дихлорфеноксимасляная кислота (2,4-ДМ). 1-НУК и ИМК успешно применяются в садоводстве для укоренения черенков, повышения приживаемости саженцев и восстановления корневой системы у пересаженных кустарников и деревьев (Князева, 2013).

По наблюдениям Шерер и др. (1991), практическое применение имеют гиббереллины. Так, опрыскивание виноградных растений во время цветения водным раствором, содержащим 30-35 г/га гибберелловой кислоты, повышает урожайность бессемянных (кишмишных) сортов на 10-15%. Применяется также при выращивании цитрусовых.

Установлено (Прусакова, 1984), что цитокинины нашли применение в культуре ткани. Они являются фактором, необходимым для получения культуры дедифференцированной каллусной ткани, а также для индукции затем органогенеза и соматического эмбриогенеза. Цитокинин необходим также для поддержания функциональной активности изолированных тканей и органов.

Этилен используется в качестве стимулятора созревания плодов и овощей (Муромцев, 1979).

Множество препаратов в настоящее время нашли широкое применение «Эпин-Экстра», «Циркон», «Энерген», «Корневин», «Плодостим», «Этамон», «Регги», «Атлет», «Силк», «Завязь», «Гетероауксин» и др. Стимулирующее действие на процессы роста оказывают и некоторые удобрения, например, «ЭкоФус», «Силиплант» и др.

Неотъемлемым элементом современной интенсивной технологии выращивания зерновых культур является применение регуляторов роста с ретардантным действием (Никляева, 2000). Их еще довольно часто называют морфо-регуляторами.

Ретарданты — синтетические вещества, тормозящие синтез гиббереллинов, подавляющие рост стебля и вегетативных побегов, придающие растению устойчивость к полеганию.

Ретарданты избирательно тормозят рост стебля, не оказывают при этом отрицательного действия на физиолого-биохимические процессы. Действие основано на торможении деления клеток срединной и подверхушечной зон меристемы конуса нарастания, образующих стебель. На верхушечную зону меристемы, из которой развиваются листья и генеративные органы, ретарданты не оказывают влияния. Эти регуляторы тормозят рост клеток стебля в длину и усиливают их деление в поперечном направлении, за счет чего стебель становится более коротким и толстым. Одновременно усиливается развитие механических тканей: утолщаются клеточные стенки, увеличивается число сосудисто-волоконистых пучков. Одновременно ретарданты способствуют росту корней, увеличивают площадь ассимиляционной поверхности листьев и содержания пластидных пигментов, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (Князева, 2013).

Как отмечает Минеев и др. (2017) «В настоящее время изучено более тысячи химических соединений с ретардантными свойствами. Большинство относятся к четырем группам веществ»:

- 1) четвертичнымиевые соединения;
- 2) производным гидразина;
- 3) производные триазола;
- 4) этиленпродуцирующие.

По механизму воздействия на растение действующие вещества, которые входят в состав ретардантов условно можно разделить на две группы. Одни активно влияют на эндогенные (синтезированные растением) регуляторы роста

путем ингибирования биосинтеза гиббереллина, изменяя при этом активность ауксина и параллельно увеличивая активность абсцизовой кислоты и цитокинина. Другие меняют ауксин-этиленовый баланс в сторону усиления синтеза этилена, который задерживает дифференциацию тканей, активизирует процессы разрушения клеточных структур и ускоряет старение клеток.

По этому принципу ретарданты, применяемые в сельском хозяйстве, можно классифицировать следующим образом (Князева, 2013):

1) *те, которые тормозят синтез гиббереллинов* – препараты на основе хлормекват-хлорида (Chlormequat-Chlorid 750, тринексапак-этила, мепикватхлорида и прогексадиона кальция (Medax® Top) и производных триазола;

2) *те, которые производят фитогормон этилен*, присутствие которого в тканях растения обуславливает снижение активности гиббереллинов, а также регулирует процесс старения растения, опадения листьев и созревания плодов. К ним относятся регуляторы роста на основе действующего вещества – этефон.

3) *те, которые тормозят синтез гиббереллинов и стимулируют производство фитогормона этилен* – комбинированный препарат на основе мепикватхлорида и этефона (Terpal) .

Среди ретардантов на основе четвертичных ониевых солей распространены хлорхолинхлорид (ССС), морфол и пике. Характерный ретардантный эффект этих препаратов обусловлен их способностью прерывать биосинтез гиббереллинов. Их введение блокирует образование геранилгеранилпирофосфата и последующую его циклизацию в энткаурен, который является промежуточным звеном в синтезе гиббереллинов.

Производные триазола блокируют биосинтез гиббереллинов, препятствуя окислению энткаурена в кауреновую кислоту.

Установлено, что этиленпродуцирующие препараты не прерывают биосинтез гиббереллина, их действие связано с антигиббереллиновым эффектом, который проявляется при образовании гормон-рецепторного комплекса или на последующих этапах реализации гормональной активности гиббереллинов (Третьяков, 2005). Механизм действия производных гидразина также не связан

с ингибированием синтеза гиббереллинов, а обусловлен подавлением их гормональной активности.

Из всех известных ретардантов наибольшее практическое значение, по мнению Князева (2013), имеет хлорхолинхлорид (ССС), более известный под названием Тур. Этот ретардант дает хорошие результаты в посевах зерновых культур. Для повышения устойчивости к полеганию хлорхолинхлорид вносят в период кущения — начала трубкования в расчете 3-12 кг/га. Не снижает качество зерна, увеличивает урожай, уменьшает экономические затраты на уборку.

2.1. Наиболее распространенные регуляторы роста растений, применяемые в сельском хозяйстве

В «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (2020 г.), включено 94 торговых наименования регуляторов роста растений (РРР) Дадим краткую характеристику наиболее распространенным из них.

В группу синтетических аналогов фитогормонов входят:

- аналоги ауксинов – (индолил-3) уксусная кислота, на ее основе разработан препарат гетероауксин;

- 4(индол-3ил) масляная кислота, в настоящее время на ее основе выпускаются препараты корневин и укоренить;

- 4-хлорфеноксиуксусная кислота – действующее вещество препарата томатон;

- аналоги гиббереллинов – гиббереллиновых кислот натриевые соли, в настоящее время на их основе созданы препараты гиббор-М, гибберросс, гибберсиб, а также завязь, бутон, цветень, которые помимо гиббереллинов содержат комплекс макро- и микроэлементов;

- аналоги цитокининов – N-(1,2,4-триазол-4-ил)-N-фенилмочевина. Это соединение является основой препарата цитодеф;

- аналоги brassinостероидов – эпибрассинолид. На его основе производится препарат эпин-экстра.

Установлено (Исайчев и др. 2011) , что среди применяемых в сельскохозяйственном производстве регуляторов роста большая роль принадлежит препаратам с комплексным воздействием, которые в ряде случаев превосходят эффективность природных гормонов или их синтетических аналогов, что определяет сроки обработки (фазы развития культуры) и нормы расхода. Так, препараты на основе тритерпеновых кислот, примененные для обработки семян, в большей степени проявляют свойства ауксинов, а в фазе цветения – начала образования плодов – гиббереллинов, или амбиол – при обработке семян проявляет свойства цитокининов, а в дальнейшем – ауксинов. В ряде случаев разные свойства препарата работают одновременно, обеспечивая его максимальный эффект (Каспировский, 2013).

В группу регуляторов роста, обладающих комплексным воздействием на растения, по мнению Ярцева и др. (2016), входят препараты содержащие действующее вещество: α -аминоглутаровая и α -аминоуксусная кислота - люрастим, 1-хлорметилсилатран - мивал, 2-(1,3-диоксоланин-2)фуран - фуролан, ацетиленовый спирт - карвитол, меламиновая соль бис(оксиметил) фосфиновой кислоты - мелафен, 2-метил-4-диметиламинометилбензимидазол-5-ол-дигидрохлорид - амбиол, аммоний диметилфосфорнокислыйдиметилди (2-гидроксиэтил) - этамон, арахидоновая кислота - иммуноцитифит, эль-1, проросток, оберегъ, гидроксикоричные кислоты (смесь) - циркон, домоцвет, дигидрокверцетин- лариксин, соли гуминовых кислот - бигус, триэр-универсал, ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль - крезацин, ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + хлорметилсилатран- мивал-агро, поли-бета-гидроксимасляная кислота + магний сернокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид - альбит, тритерпеновые кислоты - новосил, биосил, силк, 4-хлорфеноксиуксусная кислота -томатон, а также продукты жизнедеятельности грибов-эндофитов женьшеня - симбионта, Acremoni-

umlichenicola - эмистим, *Pseudomonasaureofaciens*, *Pseudomonasfluorescens* - агат-25К, *Cylin-drocarponmagnusianum* - агропон С.

Перед применением росторегуляторов в различных регионах, по мнению Павловой и др. (2019), не проводится тщательное изучение их эффективности в лабораторных условиях. Как показывает практика, использование регуляторов вслепую, без предварительного проведения указанных фундаментальных исследований, может привести к получению противоположного ожидаемому результата: несбалансированному развитию под влиянием искусственных регуляторов роста вегетативных и генеративных органов, ухудшению качества семенного материала и, в целом, к вырождению сорта растения. Показана возможность использования в практике растениеводства и биотехнологии растений *in vitro* синтетических соединений вместо фитогормонов. Однако, чтобы понять, тождественно ли биологическое действие синтетических соединений действию фитогормонов, необходима длительная работа по выяснению их действия на генетическом уровне на всех стадиях онтогенеза.

Результаты исследований, показывающие значительные колебания гормонального баланса растения под влиянием экзогенных обработок регуляторами роста растений и приводящие к резким скачкам конечной продуктивности, доказывают возможное проявление этими препаратами мутагенного эффекта. Эти соображения служат существенным препятствием при выборе синтетических регуляторов роста для использования в практике растениеводства.

Мало того, представляется опасным в генетическом отношении резкое нарушение баланса фитогормонов в растениях, в том числе вследствие необоснованного применения синтетических регуляторов роста, многие из которых оказывают физическое действие путем изменения гормонального статуса растений. Следовательно, в зависимости от доз применяемого регулятора роста, возраста растений и клеток, одно и то же вещество может оказать как положительное, так и отрицательное действие.

Регуляторы роста растений природного происхождения представляют собой немногочисленную, но чрезвычайно важную и интересную группу регуляторов роста, применяемых в растениеводстве.

Агат-25К. Во многих литературных источниках достаточно внимания уделено препарату агат-25К, являющегося продуктом метаболизма почвенных бактерий *Pseudomonas fluorescens*. Выявлено, что предпосевная обработка семян препаратом способствует увеличению всхожести семян озимой пшеницы, а также подавлению почвенных патогенов, в том числе корневых гнилей. Результаты проведенных экспериментов в разных регионах показали, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы агатом-25К способствовала увеличению длины и озерненности колоса, а также массы 1000 зерен. Лучшие результаты получены при комплексном применении препарата, как для обработки семян, так и вегетирующих растений в фазе кущения, что обеспечивает прибавку урожая до 3,4 ц/га (Павлова и др., 2019).

Агропон С (эмистим) – высоко эффективный биостимулятор роста растений широкого спектра действия – продукт биотехнологического выращивания грибов-эпифитов из корневой системы женьшеня и облепихи. Прозрачный бесцветный водно-спиртовой раствор. Действующим веществом препарата агропон С является многокомпонентный комплекс ростовых веществ - продуктов метаболизма микромицета *Cylindrocarpum magnusianum*, взятого с корневой системы женьшеня и облепихи: насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты и их эфиры, полисахариды, аминокислоты, фитогормоны цитокининовой и ауксиновой природы, биогенные микроэлементы: борная кислота, сернокислая медь, йодистый калий, марганец хлористый, алюминий молибденовокислый. Состав препарата, содержащий такой сбалансированный комплекс фиторегуляторов, биологически активных веществ и микроэлементов, обуславливает возможность целенаправленного регулирования с его помощью важнейших процессов роста и развития растений, эффективно реализовать потенциальные возможности сорта, заложенные вначале природным или селекционным процессом.

Многолетние производственные опыты показали, что средняя прибавка урожая озимой пшеницы под влиянием агропона С может составлять 4,0-6,5 ц/га, при увеличении содержания сырой клейковины в зерне на 3-4%; подсолнечника – 2,0-3,2 ц/га при увеличении содержания масла в семенах на 0,5-1,0%; сои на 2,3-2,9 ц/га; сахарной свёклы - на 42-50 ц/га с дополнительным выходом сахара до 14,0- 6,5%; картофеля - на 40-53 ц/га и т.д. (Ладатко, 2006).

Из современных регуляторов роста растений лишь несколько являются веществами действительно природного происхождения. Один из них – Агростимулин. Это бесцветная жидкость, включающая N-оксид-2,6, диметилпиридина и комплекс биологически активных веществ. Экологически безопасный комплекс регуляторов роста природного происхождения и синтетического аналога фитогормона ауксиновой природы. Имеет широкий спектр действия. Эффективно стимулирует рост и развитие колосовых зерновых, зернобобовых, гречихи, многолетних бобовых трав и технических культур. Регулятор способствует повышению полевой всхожести семян, формированию мощной корневой системы и листовой поверхности, увеличению устойчивости растений к критическим перепадам температур, засухе, поражению болезнями и вредителями (Баранов и др., 2006).

Агростимулин. Действующее вещество (Дигидрокверцетин) природного происхождения, относится к группе биофлавоноидов, веществ отвечающих за иммунитет, стрессоустойчивость, а также за прорастание семян и ростовые процессы растений. Способствует активации биохимических механизмов, отвечающих за устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, грибным и бактериальным заболеваниям.

Дигидрокверцетин, являясь биологическим элиситором, в малых концентрациях действует на иммунную систему растений и регулирует транспортировку ауксина (гормона роста). По мнению Павловой и др. (2019). дигидрокверцетин легко проникает в устьица растений и по сосудистой системе транспортируется по растению акропетально.

Далее проникает через мембрану клеток в цитоплазму, где он вызывает ряд биохимических процессов, направленных на выработку растительных гормонов. За счет увеличения количества хлорофилла в листьях и площади листовой поверхности усиливается фотосинтез растений. Увеличивается облиственность, и растение интенсивно растет, формируя мощную надземную и подземную части. Препараты на основе дигидрокверцетина также укрепляют сосудисто-проводящую систему, что способствует оттоку ассимилятов в плоды и поступлению минеральных веществ от корней, усиливается корнеобразование, и увеличивается потребление влаги из почвы.

Дигидрокверцетин также связывает свободные радикалы в растениях, которые способны вызвать повреждения клеток. Не секрет, что именно поврежденные и ослабленные растения наиболее уязвимы к инфекциям и неблагоприятным факторам окружающей среды. Уменьшение окисления сахаров также повышает устойчивость растения к низким температурам, засухе, фитотоксическому действию пестицидов. Таким образом, препараты на основе дигидрокверцетина:

- увеличивают урожайность и качество продукции;
- способствуют увеличению энергии прорастания семян и интенсивности развития корневой системы;
- сдерживают развитие некоторых грибковых и бактериальных инфекций;
- способствуют ускорению созревания и наступления биологической и технологической зрелости;
- повышают устойчивость культур к различным стрессам (недостаток влаги, заморозки, механические повреждения, обработка гербицидами и др.)

Альбит. Препарат разработан в Институте биохимии и физиологии микроорганизмов им. Скрябина и является продуктом дальнейшего совершенствования регулятора роста агат-25К. Он содержит полибетагидроксимасляную кислоту, ТПС, магний серноокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид (6,2+29,8+91,1+91,2+181,5 г/кг) - это комплексный биопрепарат, содержащий очищенные действующие вещества из почвенных бактерий

Bacillus megaterium и *Pseudomonas aureofaciens*. В естественных природных условиях данные бактерии обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий внешней среды. В состав препарата также входят хвойный экстракт (терпеновой кислоты), сбалансированный стартовый набор макро- и микроэлементов (N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Na, B, Co, Ni, Cl, C, I, Se, Si). В отличие от биопрепаратов, содержащих живые микроорганизмы, действие альбита стабильнее, менее подвержено влиянию условий внешней среды. Характеризуется низкой стоимостью и экономичностью, в то же время по эффективности и срокам хранения приближается к химическим препаратам. Применяется для предпосевной обработки семян и по вегетации (можно совмещать в баковых смесях с пестицидами) (Зотников, 2008).

Выявлена эффективность применения альбита на посевах пшеницы, ячменя, гречихи, капусты, картофеля, сахарной свеклы и других культур. Действие препарата проявляется в стимулировании прорастания семян, а также в усилении роста вегетативной массы и листовой поверхности растений. Альбит стабильно повышает урожай всех основных сельскохозяйственных культур на 10-35% (зерновых, зернобобовых, сахарной свеклы, подсолнечника, овощей, плодовых культур, кормовых трав) (Ярцев и др., 2018). Обладает выраженным ростостимулирующим действием; способствует формированию и успешному росту мощной корневой системы, образованию дополнительных продуктивных стеблей; увеличивает массу 1000 зерен в среднем на 7%, полевую всхожесть на 10-15% (Баранов и др., 2006, Цыбульников, 2009).

Бишофит представляет собой смесь водного хлорида магния $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, раствор солей калия, кальция, натрия и микроэлементов: меди, железа, кремния, титана, молибдена, лития, бора, брома, йода и др.

В растениеводстве, по мнению Баранова и др. (2006), наиболее отработаны такие направления применения бишофита, как инкрустирование семян зерновых, зернобобовых, овощных, масличных; вегетационная (некорневая) подкормка поздних культур; обработка и подкормка садов. Препарат стимулирует мощное развитие корневой системы растений, что подавляет рост близко рас-

положенных семян сорняков и является основой повышения урожайности культуры, микроэлементы комплекса способствуют повышению качества культур. Бишофит обладает антисептическим действием на гнилостные бактерии, повышает продуктивность и устойчивость растений к болезням и вредителям.

Предпосевная обработка семян бишофитом увеличивает всхожесть семян на 2,0-4,6%; количество продуктивных стеблей в агроценозе на 13,8-22,1%; высоту растений на 1,4-11,1%; способствует усиленному разрастанию и ветвлению корней, количества вторичных корней в среднем на одном растении на 32,2-65,6%; снижает пораженность растений болезнями на 23,3-60,2% (лишь немного уступая химическим средствам защиты растений) (Баранов и др., 2006).

Гуматы. Гуматы, как отмечают Безуглова и др. (2016), в сравнении с другими ростовыми веществами, используются на лидирующей по размеру площади посевов в 3-4 млн гектаров. В определенной степени это связано с легкодоступностью и большими природными запасами сырья, используемого для производства гуматов (например, сапропеля). Гуматы представляют собой препараты на основе гуминовых кислот, их биохимическая активность непосредственно связана с химической структурой молекул и наличием радикалов, амидных, гидроксильных и карбоксильных групп, а также микроэлементов. Содержащиеся в гуматах микроэлементы активируют определенные каталитические ферментативные системы растений. В ряде работ показана эффективность применения гуматов и гуминовых препаратов (лигногумата, гуми, бигус или гумат-Плодородие) на зерновых, зернобобовых, овощных и технических культурах.

В опытах О.А. Шаповал предпосевная обработка семян озимой пшеницы, а также посевов гуматом калия способствовала увеличению всхожести семян, густоты стеблестоя, содержания сахаров в листьях, зимостойкости растений, а также зерновой продуктивности и ее элементов. При этом гумат калия был даже более эффективен, чем такие препараты, как крезацин, силк и Краснодар-1 (Шаповал, 2005).

Препараты гумат натрия, гуми-М, бигус, лигногумат рекомендованы (Вакуленко, 2000) для предпосевной обработки семян озимой пшеницы, а также посевов совместно с гербицидами, также комплекса макро- и микроэлементов. Наряду с нерастворимыми гуминовыми кислотами в Теллура-М имеются водорастворимые соли гуминовых кислот, которые в комплексе с другими соединениями повышают устойчивость к гербицидам и другим стрессовым факторам внешней среды, а гуматы калия и натрия уменьшают количество молекулярных и клеточных патологий, нормализуют интенсивность клеточного деления.

Силк. На основе экстрактов из хвои пихты сибирской был получен препарат Силк (Новосил), обладающий высокой биологической активностью. В условиях Кубани (Вакуленко, 2000) обработка посевов озимой пшеницы и озимого ячменя препаратом Силк за счет одновременного ростостимулирующего и фунгицидного действия его дала достоверные прибавки урожайности от 3,5 до 5,6 ц/га.

Применение силка в фазе колошения на озимой пшенице сортов Дар Зернограда и Купава способствовало увеличению содержания хлорофилла в листьях и их водоудерживающей способности и, как следствие, увеличению зерновой продуктивности на 2,2-3,7 ц/га. Друганов (2000) выявил эффективность силка среди других препаратов при предпосевной обработке семян для подавления на 30-50% фузариозных и фузариозно-гельминтоспорозных гнилей на посевах озимой пшеницы.

Однако в указанных работах не исследовалось действие препарата на развитие корневой системы растений.

Симбионта. Относится к препаратам природного происхождения, он создан на основе продуктов метаболизма грибов-эндофитов. Оказывает влияние на рост и увеличение массы корней, увеличение суммарного количества цитокининов, синтезируемых в корнях, стимуляцию роста побегов кущения, увеличение продуктивности (Бондарев и др., 2018). Опрыскивание посевов озимых культур, протравливание семян с использованием препарата симбиота с целью повышения ускорения роста и развития растений, снижения поражения болезнями, способствует повышению урожайности культур от 10 до 33%.

В настоящее время препаратом, сходным по природе с симбионта, является эμισтим (Ладатко, 2006).

Циркон представляет собой смесь гидроксикоричных кислот и их производных, относящихся к природным полифенолам, выделенным из эхинацеи пурпурной. По мнению Барчукова и др. (2004), его эффективность связана с активацией ауксинов клетки. Антибактериальное и фунгипротекторное действия объясняются стимуляцией иммунитета растений и непосредственным действием на фитопатоген. В условиях засухи препарат способствует восполнению недостающих биологически активных соединений адаптогенного характера, а также снижению испарения влаги с листовой поверхности, за счет регуляции работы устьичного аппарата, и тем самым предотвращает снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

По данным Байрамбекова (2009), применение Циркона на пшенице озимой и яровой обеспечивало повышение полевой всхожести на 4,5%, ускорение созревания, увеличение количества зерен в колосе и их массы, что способствовало повышению урожайности на 11-14% (контроль у озимой пшеницы – 42 ц/га, у яровой пшеницы – 24 ц/га), а также увеличению содержания белка и клейковины на 1-2% и снижению поражаемости корневыми гнилями.

Эпин. Относится к препаратам природного происхождения, он создан на основе брассиностероидов.

По утверждению Малеванной (2007), данные относительно возможности применения эпина для обработки растений пшеницы противоречивы. Результаты лабораторных экспериментов свидетельствуют как о положительном эффекте предпосевной обработки семян яровой пшеницы эпином, способствовавшей увеличению зерновой продуктивности, так и об отрицательном действии препарата, определившим гибель проростков.

В целом возможность использования эпина для обработки производственных посевов сельскохозяйственных культур недостаточно подтверждена экспериментальными данными (Решетник, 2017).

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА , ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

На кафедре органической химии АлтГУ разработан и запатентован способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов. Способ карбоксиметилирования лигноуглеводных материалов заключается в том, что исходный материал обрабатывают раствором гидроксида натрия в изопропиловом спирте в течение 0,5-6,0 ч при 20-150°C, затем монохлоруксусной кислотой в течение 0,5-4,0 ч при 20-60°C. В качестве исходных используют лигноуглеводные материалы, содержащие 35-60% целлюлозы, 20-40% лигнина, 13-35% гемицеллюлозы (Галочкин и др., 1999).

При карбоксиметилировании лигнина в составе растительного сырья могут образовываться фрагменты, имеющие строение, сходное с природными фитогармонами. Отмечено, что для фрагментов карбоксиметилированного лигнина характерны основные особенности строения регуляторов ауксинового типа. Полисахариды при карбоксиметилировании также претерпевают деструкцию, что возможно повышает их биологическую активность, в качестве экзогенных регуляторов (Базарнова и др., 2004).

Таким образом, на основании известных литературных данных и теоретических предпосылок можно ожидать определённую росторегулирующую активность со стороны карбоксиметилированных производных на основе растительного сырья (Narier, 2001; Маркин, Феллер, 2015; Калюта и др., 2013).

Препараты получают в резервуаре РВПЭ-0.2 (ООО «ЮВС», Обнинск) (рис. 2).



Резервуар в работе (вид сверху)



Внешний вид резервуара

Рисунок 2 – Резервуар РВПЭ-0.2

Предлагаемая технология производства регулятора роста растений на основе процесса карбоксиметилирования растительного сырья предполагает следующие основные стадии:

- 1) подготовка исходного сырья;
- 2) химическое модифицирование (щелочная обработка, карбоксиметилирование);
- 3) сушка продукта (упаковка).

Для производства регулятора роста предлагается использовать типовое оборудование, которое выпускается, как отечественной промышленностью, так и зарубежными производителями. Кроме того, в случае необходимости, резервуар можно изготовить под конкретные технологические параметры.

Разработанная технологическая схема получения регулятора роста, выгодно отличается от получения других регуляторов роста, которые можно отнести к тому же классу.

Например, при получении гуматов выход конечного продукта редко превышает 50%. При этом образуются продукты, которые требуют дополнитель-

ной утилизации. Процесс получения таких реагентов, как индолилуксусная кислота или индолилмасляная кислота, включает несколько стадий органического синтеза, которые являются достаточно сложными с точки зрения аппаратного оснащения и методических подходов, а также сопровождаются выделением побочных продуктов, для которых необходимы дополнительные пути их утилизации. Возможно выделение индолилуксусной кислоты путем экстракции из растительных тканей, что также имеет определенные трудности с организацией промышленного производства и утилизацией растворителей.

Предлагаемое технологическое решение лишено данных недостатков. Процесс прост с технической точки зрения, происходит в среде воды при температуре 60°C в течение 3 ч (с учетом загрузки/выгрузки и подготовки реактора для работы – 4 ч); не сопровождается образованием побочных продуктов, которые требуют дополнительной утилизации. В качестве конечного препарата может быть использована вся конечная реакционная масса. В зависимости от потребности потребителей конечный товарный продукт можно выпускать не только в виде сухого порошка, но и в виде водной суспензии, растворов разной концентрации, пасты, что позволяет сократить технологический процесс еще на одну стадию, убрав высушивание продукта.

Процесс карбоксиметилирования различных видов растительного сырья с получением регулятора роста растений проводили на действующих мощностях, позволяющих обеспечить выпуск регулятора роста в смену (8 ч) в количестве 44 кг. Расчетная стоимость препарата 1000 руб/кг.

В зависимости от исходного растительного сырья, изготовленные биопрепараты, по внешнему виду, представляют измельченную массу от светло-желтого до черного цвета с растворимостью в воде 47-75% (рис. 3).

Содержание карбоксиметилированной целлюлозы в препаратах находилось на уровне от $19,8 \pm 0,2$ до $28,7 \pm 0,4\%$.

Максимальное содержание карбоксиметилированного лигнина отмечено в лузге гречихи ($17,3 \pm 0,5\%$) и подсолнечника ($17,1 \pm 0,4\%$), в цветковых плёнках овса его содержание находилось существенно ниже $12,4 \pm 0,3$.



Рисунок 3 – Внешний вид препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья

Таблица 1 – Химический состав продуктов карбоксиметилирования различного растительного сырья

Исходное сырье (препарат)	Свойства продуктов карбоксиметилирования, %			
	КМЦ	КМЛ	содержание КМГ	растворимость в воде
Лузга гречихи (NaКМГ)	19,8±0,2	17,3±0,5	17,6±0,5	63,8±0,7
Цветковые пленки овса (NaКМО)	28,7±0,4	12,4±0,3	13,3±0,3	75,2±0,8
Подсолнечная лузга (NaКМП)	21,5±0,7	17,1±0,4	19,0±0,4	59,6±1,3

В итоге процесса карбоксиметилирования отходов растительного сырья получены композиции, содержащие карбоксиметильные группы от 13,3±0,3% до 19,0±0,4%, с растворимостью в воде от 59,6±1,3% до 75,2±0,8%

Препараты изготовлены из растительного сырья (лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса), проявляет следующие основные свойства:

- легко растворяются в воде, способствуют загустению водных растворов;
- сохраняют вязкость в течение длительного времени;
- образуют прозрачную и прочную плёнку при высыхании;
- обладают устойчивыми связывающими и стабилизирующими свойствами;
- не имеют запаха;

Состав препаратов обладает комплексом свойств:

- модифицированный лигнин обладает росторегулирующей биологической активностью на стадии растяжения и утолщения стенок клеток по ауксиновому типу;
- модифицированная целлюлоза обладает прилипающими и пленкообразующими свойствами;
- модифицированные гемицеллюлозы способствуют проникновению препарата в клетку;
- экстрактивные вещества участвуют в процессе синтеза ферментов и повышают ферментативную активность и проницаемость клеточных мембран.

При разработке технологии применения инновационных препаратов в качестве регуляторов роста одной из основных задач было установить оптимальную дозу (концентрацию препаратов при предпосевной обработке семян пшеницы). На первых этапах исследования брали сухие порошки препаратов и делали рабочий водный раствор 7,5%; 15,0%; 22,5%; 30,0% (имитация полусухого способа предпосевной обработки семян протравителями типа ПС-10А, Мобитокс) из расчета 0,75 , 1,50 , 2,25 и 3,0 кг препарата соответственно на 10-20 л воды (в зависимости от растворимости сырья). Интервал концентраций выбирали на основе ранее проведенных исследований с аналоговым препаратом на основе карбоксиметилированных древесных опилок. В качестве контрольного варианта использовали дистиллированную воду. В качестве сравнения действия изучаемых биопрепаратов был взят синтетический аналог природных стимуляторов роста ауксинового типа – индолилмасляная кислота (ИМК) с концентрацией 0,05%. Проводили исследования на активность прорастания семян рулонным способом. Наблюдали за прорастанием семян в течение 8 суток, затем из каждого варианта отбирали по 5 среднестатистических растений. Ростостимулирующую активность препаратов оценивали по всхожести семян и длине первого листочка.

При отработке дозы применения препаратов было установлено, что наибольшее действие на проращение семян яровой пшеницы оказал препарат NaКМГ с концентрацией 15%. При его использовании длина листьев 10 растений увеличилась на 46%, длина корней 10 растений – на 125%. При этой концентрации отмечалось равномерное опережение роста пшеницы по всем препаратам в сравнении с контролем. Увеличение концентрации препаратов в два раза приводило к ингибированию роста пшеницы. Концентрация препаратов в 22,5%, также оказывало ингибирующее действие, как на длину листьев, так и на длину корней практически на всех вариантах опыта.

Таблица 2 – Влияние биологических препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья на активность прораствания яровой мягкой пшеницы

Вариант препарата	Концентрация, %	Количество листьев, шт	Длина листьев 10 растений, мм	Количество корней, шт.	Длина корней 10 растений, мм
Контроль	H ₂ O	1	126	4,6	45,3
NaКМО	7,5	1,1	192	5	67,0
	15,0	1	137	5	17,6
	22,5	1	88	5	10,0
	30,0	1	40	5	7,2
NaКМП	7,5	1	144	5	55,0
	15,0	1	132	5	72,0
	22,5	1	128	5	67,3
	30,0	1	97	5	54,5
NaКМГ	7,5	1	168	4,9	57,0
	15,0	1	184	5	102,0
	2,25	1	167	5	50,0
	30,0	1	128	5	38,1
ИМК	0,100	1	165	5	27,0
	0,050	1	145	5	118,0
	0,025	1	145	4,9	33,5

Полевой опыт (мелкоделяночный). Изучали действие препаратов в виде водного раствора . Семена обрабатывали перед посевом 15% водным раствором (из расчета 1,5 кг биопрепарата на 1 т семян + 10-20 л воды).

Схема опыта:

1. Контроль
2. NaКМО (раствор цветковых плёнок овса)

3. NaКМП (раствор лузги подсолнечника)

4. NaКМГ (раствор лузги гречихи)

5. ИМК (индолилмасляная кислота 0,05%)

Производственные испытания проводили на территории учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ

Изучали действия препарата в виде водного раствора. Семена пшеницы Омская 36 обрабатывали перед посевом 15%-ным водным раствором из расчета 1,50 кг биопрепарата на 1 т семян + 10-20 л воды. В качестве препарата использовали карбоксиметилированную лузгу подсолнечника.

Рабочую суспензию готовят в день обработки семян или заблаговременно, качество препарата от этого не изменится. Для обеспечения однородного рабочего раствора предварительно необходимо приготовить маточный раствор. Для этого берут расчетную массу препарата (1,5 кг на 1 т семян) помещают в емкость, заливают 5 литров воды и тщательно перемешивают, до образования однородной суспензии. Перемешивая раствор в емкости, постепенно добавляют расчетное количество воды (5-15л). Готовый рабочий раствор имеет высокую вязкость, поэтому обработку семян перед посевом рекомендуется проводить вручную или перемешиванием через зернопогрузчик.

4. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ, НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Инновационные биопрепараты, полученные в результате карбоксиметилирования растительных отходов, обладают росторегулирующими свойствами, что подтверждают наши исследования в лабораторных и полевых условиях (Мальцев и др., 2018). Установлено, что в первые фазы роста пшеницы (прорастание семени) биопрепараты усиливают рост и развитие культуры по типу ауксинов. Активизируются ростовые процессы в первые фазы развития пшеницы от момента прорастания зерна (появление зародышевых корней) до прохождения более мощного кущения (рис. 4).



Рисунок 4 – Состояние посевов пшеницы в фазу кущения

В условиях опытного поля Алтайского ГАУ отмечалось увеличение полевой всхожести пшеницы на 5-13%. В фазу 2-3 листьев пшеницы длина зародышевых корней при обработке семян препаратами в зависимости от исходного

сырья и условий года на 11-43% превышала контрольный вариант. При этом естественно наблюдался и более активный рост листьев (превышение высоты варьировало от 8 до 37%).

Данная закономерность отмечалась и в предыдущие годы исследований в условиях АО «Кипринское» Шелаболихинского района (2015, 2016, 2017 гг.), ООО «Агрофирма Нива» Солтонского района (2016 г.).

При изучении эффективности действия карбоксиметилированного растительного сырья в виде предпосевной обработки семян на рост и развитие яровой пшеницы отмечалась активность развития культуры (табл. 3, рис. 5).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая пшеницы Омская 36 при использовании препаратов (учебно-опытная с.-х. станция Алтайского ГАУ)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт.	Длина стеблей, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/м ²
Контроль	1,1	84,6	29,3	117,2
NaKMO,15%	1,2	87,0	29,7	152,8
NaKMII,15%	1,4	88,1	30,0	151,6
NaKMГ,15%	1,3	86,6	33,0	165,2
ИМК 0,05	1,4	90,8	34,0	165,6
НСП ₀₅				21,4

Из таблицы 2 следует, что препараты способствовали увеличению продуктивной кустистости и существенному росту урожайности пшеницы. Увеличение продуктивности пшеницы от применения препаратов варьировала от 29 до 41%. Эффективность действия между препаратами не выходило за пределы существенной разности. Однако, урожайность пшеницы от предпосевной обработки семян препаратом, на основе лузги гречихи, получена на 8-9% выше, нежели с применением препаратов NaKMO и NaKMII.



Рисунок 5 – Действие водных растворов препаратов на рост яровой мягкой пшеницы в условиях мелкоделяночного эксперимента 1

Производственные испытания препарата полученного на основе лозги подсолнечника в условиях учебно-опытной сельскохозяйственной станции показали эффективность препарата, прибавка урожайности составила 13,9% (табл. 4).

Таблица 4 – Элементы структуры урожая пшеницы Омская 36 (опытное поле Алтайского ГАУ, 2017 г.)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/ га
Контроль	1,8	30,0	1,29
NaKMП	1,9	32,0	1,47
НСР ₀₅			0,16

Препарат NaKMП, полученный на основе лозги подсолнечник, в условиях АО «Кипринское» также проявил устойчивую росторегулирующую способ-

ность яровой пшеницы. На варианте с обработкой семян пшеницы препаратом NaКМП получена прибавка по урожайности 0,22 т/га (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность яровой пшеницы, т/га по вариантам опыта (АО «Кипринское», 2017 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га
Контроль	3,56	-
NaКМП	3,78	0,22

При затратах, связанных с покупкой и применением препарата в 300 руб/га, полученная дополнительная продукция существенно окупает понесенные издержки.



Рисунок 6 – Состояние пшеницы на 29.06.2017 г. в АО «Кипринское»

Экономическая эффективность от применения препаратов в качестве регуляторов роста определяться величиной прибавки урожайности пшеницы. Анализ сопоставимых затрат, связанных с производством, применением препаратов и ценой реализации зерна (в годы проведения исследований), показал, что минимальная прибавка зерна яровой пшеницы в пределах 1,0-1,5 ц/га обеспечивала эффективность применения препаратов.



Рисунок 7 – Состояние пшеницы в фазу полной спелости, АО «Кипринское», 2017 г.

Проведение исследований инновационных препаратов, полученных на основе карбоксиметированной лужги гречихи в производственных посевах учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского ГАУ, показало эффективность данных препаратов. Прибавка урожайности от предпосевной обработки семян пшеницы NaKMГ размещенной по пару чистому составила 12,6% (табл. 6).

Препарат оказал влияние на продуктивную кустистость, также способствовал увеличению массы 1000 зерен на 5,4 г и повышению содержания клейковины на 2,1% у пшеницы, размещенной по чистому пару.

Таблица 6 – Влияние препарата NaKMГ на урожайность пшеницы Торридон, размещенной по чистому пару (учебно-опытная сельскохозяйственная станция Алтайского ГАУ, 2020 г.)

Вариант	Продуктивная кустистость, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Натура зерна, г/л	Урожайность, т/га
Контроль	1,1	34,7	13,5	29,0	836,9	1,91
NaKMГ	1,2	40,1	13,8	31,1	836,3	2,15
HCP ₀₅						0,19

У пшеницы, размещенной по рапсу, влияние препарата на элементы структуры урожая (продуктивная кустистость, масса 1000 зёрен) и урожайность сохраняются (табл. 7). Однако отмечается некоторое снижение содержания клейковины в зерне пшеницы. Причиной снижения содержания клейковины в зерне яровой пшеницы в соответствии с повышением урожайности при ее возделывании по рапсу, может являться эффект «ростового разбавления», в силу которого с ростом урожайности и наличия лимитирующего фактора (азота почвы, азота удобрения) содержание химических компонентов в растениях снижается. Иначе говоря, может происходить разбавление накопленного азота в большей органической массе растений, что приводит к относительному снижению содержания белка в зерне.

Таблица 7 – Влияние препарата NaКМГ на урожайность пшеницы Торридон, размещенной по рапсу (учебно-опытная сельскохозяйственная станция Алтайского ГАУ, 2020 г.)

Вариант	Продуктивная кустиность, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Натура зерна, г/л	Урожайность, т/га
Контроль	1,1	29,7	10,8	22,0	817,0	1,44
NaКМГ	1,2	32,8	9,7	19,4	819,0	1,61
НСР ₀₅						0,13



Рисунок 8 – Внешний вид снопов с 1 м² пшеницы по чистому пару: 1 – контроль; 2 – семена обработаны препаратом NaКМГ



Рисунок 9 – Внешний вид растений пшеницы по чистому пару в фазу полной спелости; 1 – контроль; 2 – семена обработаны препаратом NaKMG



Рисунок 10 – Внешний вид растений пшеницы по рапсу в фазу полной спелости; 1 – контроль; 2 – семена обработаны препаратом NaKMG



*Рисунок 11 – Внешний вид снопов пшеницы по рапсу с 1 м²:
1 – контроль; 2 – семена обработаны препаратом NaKMG*

4.1 Влияние условий хранения на росторегулирующую активность препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья

Для производства и практического применения препаратов необходимо установить влияние условий хранения, в частности влияние отрицательных температур (при хранении в растворов в зимний период) на их росторегулирующую активность.

Изучено влияние свежеприготовленных, выдержанных в течение 20 месяцев при $20\pm 5^{\circ}\text{C}$, а также после двукратного замораживания – оттаивания водного раствора препарата NaKMP на прорастание семян мягкой яровой пшени-

цы Омская 36. Установлено, что исследованный препарат сохраняет ростостимулирующую активность при длительном хранении и при хранении в условиях замораживание – оттаивание (табл. 8, рис. 12).

Таблица 8 – Росторегулирующая активность водного раствора препарата NaКМП по отношению к пшенице сорта Омская 36

Вариант	Раствор	Всхожесть, %	Длина корня, см	Длина стебля, см
NaКМП	свежеприготовленный	87	10,3±0,9	11,3±0,6
	через 20 месяцев	84	7,1±0,8	10,6±0,4
	после замораживания – оттаивания	85	7,5±0,5	9,7±0,4
Контроль		67	0,9±0,3	6,4±0,4



Рисунок 12 – Росторегулирующая активность водного раствора препарата NaКМП по отношению к пшенице сорта Омская 36

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Процесс карбоксиметилирования основан на взаимодействии основных компонентов растительного сырья (целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина) с монохлоруксусной кислотой или ее натриевой солью (монохлорацетатом натрия) в щелочной среде с получением водорастворимых полимерных соединений натриевых солей карбоксиметилловых эфиров лигноуглеводных материалов. В процессе проведения исследований по карбоксиметилированию отходов растительного сырья (лузги подсолнечника и гречихи, цветковых плёнок овса) получены композиции, с растворимостью в воде от $59,6 \pm 1,3\%$ до $75,2 \pm 0,8\%$. Содержание карбоксиметилированного лигнина в препаратах составляло от $12,4 \pm 0,3\%$ до $17,3 \pm 0,5\%$, карбоксиметилированной целлюлозы от $19,8 \pm 0,2$ до $28,7 \pm 0,4\%$. Максимальное содержание карбоксиметилированного лигнина было отмечено в лузге гречихи ($17,3 \pm 0,5\%$) и подсолнечника ($17,1 \pm 0,4\%$), в цветковых плёнках овса его содержание находилось существенно ниже $12,4 \pm 0,3$.

2. В результате проведенных исследований по изучению влияния препаратов, полученных из продуктов переработки растительного сырья на рост и развитие яровой пшеницы можно констатировать, что разработанные препараты демонстрируют ростостимулирующую способность, предположительно, основной вклад в ростостимулирующее действие модифицированных растительных остатках (цветковых плёнок овса, лузга подсолнечника и гречихи) вносит карбоксиметилированный лигнин.

3. Исследования по изучению действия биопрепаратов, полученных из карбоксиметилированных продуктов переработки растительного сырья, на рост и развитие яровой пшеницы (предпосевная обработка семян водным раствором из расчета 1,5-1,65 кг сухого препарата на 1000 кг семян + 10-20 л воды, показали, что изучаемые препараты оказывали влияние на ростовые процессы культуры. Прослеживалась активизация роста и развития пшеницы в первые фазы, от прорастания зерна (появление зародышевых корней), до формирования бо-

лее мощного кушения культуры. Изучаемые инновационные препараты способствовали повышению полевой всхожести (на 5-13%), увеличению продуктивной кустистости (до 20%), массы 1000 зёрен (на 2-5 г) и исходя из этого росту урожайности пшеницы.

4. Испытания препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья, в качестве регуляторов роста в условиях Приобской почвенно-климатической зоны Алтайского края показали эффективность инновационных препаратов, прибавка урожайности составляла от 6 до 14%. Отмечалось увеличение содержания клейковины от применения препаратов на 1,5-2%.

5. Установлено, что сроки хранения водных раствором карбоксиметилированного растительного сырья и действие отрицательных температур (заморозка растворов) не оказывают влияния на снижение ростостимулирующих характеристик исследованных препаратов.

6. Экономическая эффективность от применения препаратов в качестве регуляторов роста определяется величиной прибавки урожайности пшеницы. Анализ сопоставимых затратах, связанных с производством, применением препаратов и ценой реализации зерна (в годы проведения исследований) показал, что минимальная прибавка зерна яровой пшеницы в пределах 1,0-1,5 ц/га обеспечивала эффективность применения препаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агроклиматические ресурсы Алтайского края. - Л.: Гидрометеоздат, 1971. - 55 с.
2. Агрохимия. Учебник/В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.
3. Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И., Верещагина Т.В., Жилина И.Н., Уткова Е.А., Борисова Г.И., Семенов А.А. Росторегулирующие полимерные композиции на основе химически модифицированного растительного сырья для выращивания овощных культур, производимых тепличными технологиями// Вестник алтайской науки. 2013. № 1. С. 39–42.
4. Базарнова Н.Г., Катраков И.Б., Маркин В.И. Химическое модифицирование древесины // Российский химический журнал. 2004. Т. XLVIII. №3. С. 108–115.
5. Базарнова Н.Г., Маркин В.И., Колосов П.В., Катраков И.Б., Калюта Е.В., Чепрасова М.Ю. Методы получения лигноуглеводных композиций из химически модифицированного растительного сырья // Российский химический журнал. 2011. Т. 55. №1. С. 4–9.
6. Баранов В. Ф., Уго Торо Корреа, Ширинян О. М., Чайка Н. Ф., Ивбор Лоуренс Уче. Влияние стимуляторов роста растений на продуктивность сои // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. №2(135), 2006. С.104-106.
7. Барчукова, А. Я. Циркон - стимулятор продуктивности овощных культур //Применение препарата циркон в сельском хозяйстве: тез. докл. науч.-практ. конф. М., 2004. С. 16.
8. Байрамбеков Ш.Б., Мохамед С.М., Абакумова А.С. Влияние обработки регулятором роста "ЦИРКОН" на урожайность различных культур / Естественные науки. - 2009. С. 43-48
9. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцев А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор)// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №4 (60). 2016. С. 11-14.
10. Бондарев Ю.П., Зубкова Т.А. Регулятор роста СИМБИОНТА как фактор повышения продуктивности сельскохозяйственных растений // Агрохимический вестник. №3, 2018. С. 61-65.
11. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2010. № 2. С. 23–24.
12. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве // Научное обеспечение и совершенствование методологии агрохимического обслуживания земледелия России: сб. ст. М., 2000. С.71-89.
13. Дерфлинг, Карл. Гормоны растений : систем. подход под ред. В. И. Кефели ; пер. с нем Н. С. Гельман. Москва: Мир, 1985. 303 с.

14. Занин Г.В. Геоморфология Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) / В кн.: Природное районирование Алтайского края. М.: АН СССР, 1958. - С. 62 - 99.

15. Зотников, А.К. Сравнительная эффективность и воспроизводимость действия Альбита // Биопрепарат Альбит для повышения урожая и защиты растений: опыты, рекомендации, результаты применения. – ООО «Издательство Агрорус», 2008. 30 с.

16. Исайчев В.А., Провалова Е.В. Влияние синтетических регуляторов роста на динамику макро-и микроэлементов и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии». 2011. №3 (15). С. 18-31

17. Калюта Е.В., Мальцев М.И., Маркин В.И., Катраков И.Б., Базарнова Н.Г. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания яровой мягкой пшеницы // Химия растительного сырья. 2013. № 3. С. 249–253.

18. Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. - М.: Россельхозиздат, 1974. - 206 с.

19. Каспировский А.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья: дисс... кандидата сельскохозяйственных наук. Ульяновск, 2013. 166 с.

20. Кравцова В.И. Строение рельефа и его значение для сельского хозяйства Алтайского края / В кн.: Почвы Алтайского края. - М.: АН СССР, 1959. С. 9 - 23.

21. Кулаева О.Н. Цитокинины // Регуляторы роста растений. М.: Колос, 1979. С. 86-114.

22. Ладатко М.А. Эффективность применения новых регуляторов роста эмистима и экоста на посевах риса: автореф. дисс.... канд. с.-х. наук. ВНИИ риса. Краснодар, 2006. 25 с.

23. Мальцев М.И., Кароннов А.А., Калюта Е.В., Неверова А.М., Панина А.Э. Исследование карбоксиметилированного растительного сырья в качестве регуляторов роста яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2018. -№5. - С. 12-17.

24. Маркин В.И. Карбоксиметилирование растительного сырья. Теория и практика. Барнаул, 2010. 167с.

25. Муромцев, Г.С. Регуляторы роста растений. Москва: Колос, 1979. 246 с.

26. Малеванная Н.Н. Брассиностероиды - новый класс фитогормонов плейотропного действия //Сб. Полифункциональность действия брассиностероидов. М. «НЭСТ М», 2007 с.5-77.

27. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство. Под ред. В.М.Николаева: «Былина», 2000. 555 с.

28. Павлова О.Г., Шукин В.Б., Мишустин А.О., Есикова В.А., Чернова И.В. Продуктивность посевов яровой пшеницы при использовании регуляторов роста АГРОСТИМУЛ, АГАТ-25К и удобрения на основе гуминовых кислот

ГУМИ-30 в технологии ее возделывания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №3 (77). 2019. С. 57-60.

29. Патент РФ 2130947 Способ карбоксиметилирования лигнуглеводных материалов. Галочкин А. И., Маркин В. И., Базарнова Н. Г., №96115827\04 заявление 3.07.96 опубл 27.05.99.

30. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. Горки: БГСХА, 2015. 48 с.

31. Прусакова Л.Д. Регуляторы роста в растениеводстве (Обзор) // С.-х. биология. 1984. № 3. С. 3-11.

32. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография / Т.В. Князева.- Краснодар: ЭДВИ, 2013.- 128 с.

33. Решетник Г. В. Влияние препарата ЭПИН-ЭКСТРА на митотическую активность клеток корневой системы меристемы кукурузы на фоне действия сульфата меди// Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. Том 3 (69). 2017 № 3 С. 122–130.

34. Способ борьбы с грибными болезнями зерновых культур (варианты) RU 2147400: МПК7: А 01 N 37/08, 61/00, 65/00/ А.Г. Друганов, Л.Д. Жалиева, М.И. Зазимко [и др.]; заявитель и патентообладатель Институт цитологии и генетики СО РАН, Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им.П.П.Лукияненко, Новосибирский институт органической химии СО РАН. - № 98101941/04; заявл. 04.02.1998; опубл. 20.04.2000. 7 с.

35. Ткачук О.А., Ефремова Е.В., Орлов А.Н. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Молодой ученый. 2013. № 4 (51). С. 677-679.

36. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / ред. Н. Н. Третьяков. - 2-е изд., перераб. и доп. М. :КолосС, 2005. 656 с.

37.Цыбульников В.А. Продуктивность озимой пшеницы в связи с применением регуляторов роста растений на черноземах типичных Западного Предкавказья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / В.А. Цыбульников; КубГАУ.- Краснодар, 2009. 23 с.

38. Цыганкова В.А., Галкина Л.А., Мусатенко Л.И., Сытник К.М. Генетический и эпигенетический контроль роста и развития растений. Гены биосинтеза ауксинов и ауксин-регулируемые гены, контролирующие деление и растяжение клеток растений // Біополімери і клітина. 2005. Т. 21, №2. С. 107–133.

39. Шаповал О.А. Биологическое обоснование использования регуляторов роста растений в технологии выращивания озимой пшеницы.- М.: ВНИИА, 2005. 350 с.

40. Шерер В. А., Гадиев Р. Ш. Применение регуляторов роста в виноградарстве и питомниководстве. К.: Урожай, 1991.112 с.

41. Ярцев Г.Ф., Байкаменов Р.К., Тулепова С.Н. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян препаратами комплексной защиты и стимуляции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 20–21

42. Ярцев Г.Ф., Байкашенов Р.К. Пряхина Ю.Ю. Влияние жидких азотных удобрений с совместным внесением биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 38–40.

43. Ishikawa, H. Comparative growth and gravitropism studies in auxin response mutants of *Arabidopsis thaliana* / H. Ishikawa, M. Evans // Biological sciences in space. 1993. № 2. P. 133–144.

44. Katayama, M. Synthesis and biological activities of 4-trifluoromethylindole-3-acetic acid: a new fluorinated indoleauxin/ M.Katayama // Biosci. Biotechnol.Biochem.–2008. – №72 (8). – P. 2025–2033.

45. Napier R.M. Models of auxin binding // Journal of Plant Growth Regulation. 2001. V. 20. N3. Pp. 244–254.

46. Shimazu T. Suitable experimental design for determination of auxin polar transport in space using a spacecraft / T. Shimazu// Biological sciences in space. 2000. №1.P. 9–13.

Научное издание

М.И. Мальцев, Е.В. Калюта, В.И. Маркин, Н.Г. Базарнова

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ,
В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

Научно-методические рекомендации

Подписано в печать 30.08.2022 г. Формат 60×84/16.
Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 3,3. Уч.-изд. л. 2,7.
Тираж 50 экз. Заказ № 4.

РИО Алтайского ГАУ
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98
тел. 203-299