

Костин В.И., Костин О.В.

***ПЕРСПЕКТИВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ФИТОРЕГУЛЯТОРА
«МЕЛАФЕН»
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ***

УЛЬЯНОВСК, 2013

УДК 633/635

ББК 41.2;30.16

К 72

Рецензенты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор Башкирского государственного аграрного университета Хайбуллин М.М.

Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Рязанского государственного агротехнологического университета Левин В.И.

К72 Костин В.И., Костин О. В.

В книге изложены теоретические и практические результаты исследований регулятора роста нового поколения мелафена, для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений, с целью улучшения метаболических процессов, увеличения зимостойкости озимых культур, повышения урожайности и улучшения качества растениеводческой продукции.

Книга представляет интерес для научных работников, аспирантов, руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий, студентов старших курсов сельскохозяйственных и биологических специальностей.

©Издательство «РАЕН»

Ульяновск

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общее представление о фитогормонах и физиолого-биохимическое действие на растения	7
2. Природные фиторегуляторы и их действие на сельскохозяйственные растения	17
3. Синтетические регуляторы роста и их действие на сельскохозяйственные растения	30
4. Некоторые изученные механизмы действия мелафена	38
5. Влияние мелафена на физиологические процессы при прорастании	53
5.1. Изменение степени набухания и прорастания озимой ржи, озимой и яровой пшеницы	53
5.2. Влияние мелафена на посевные качества семян	60
6. Влияние мелафена на закалку и зимостойкость озимых	73
7. Динамика микро- и макроэлементов в онтогенезе озимых при использовании мелафена	85
7.1. Динамика содержания микроэлементов в растениях озимой ржи	85
7.2. Динамика содержания макроэлементов в растениях озимой пшеницы	92
7.3. Вынос макроэлементов урожаем	98
8. Влияние мелафена на фотосинтетическую деятельность, урожайность и качество получаемой продукции	101
Заключение	117
Основная литература	118

ВВЕДЕНИЕ

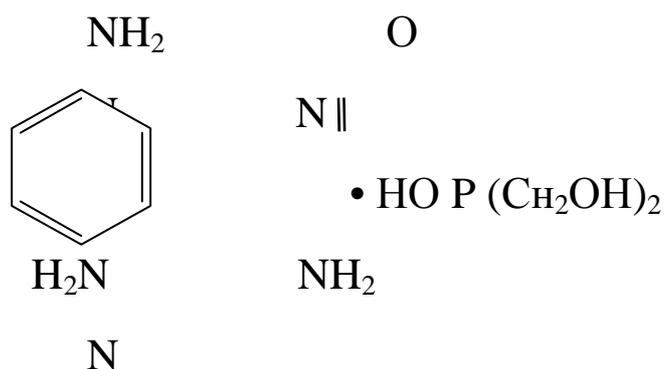
Одним из перспективных направлений в растениеводстве является разработка и внедрение низкоэнергозатратных и эффективных технологий, повышающих урожайность и улучшающих качество растениеводческой продукции. Реализация потенциальной продуктивности различных сортов сельскохозяйственных культур при повышении устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды может быть осуществлена при использовании различных регуляторов роста, особенно полифункциональных.

Особенностью таких соединений является способность усиливать реализацию потенциальных возможностей сельскохозяйственных растений путем активизации и интенсификации физиолого-биохимических процессов растений, особенно, активировать ростовые процессы на начальных этапах онтогенеза и усиливать формообразовательные процессы, повышать устойчивость растений к болезням и абиотическим стрессам.

Физиологически активными веществами являются синтетические регуляторы роста, применяемые в минимальных физиологических концентрациях. Классическим примером таких соединений может служить меламиновая соль бис (оксиметил) фофсиновой кислоты (мелафен).

Мелафен относится к химии гетероциклических и фосфорорганических соединений, а именно к меламиновой соли бис(оксиметил) фосфиновой кислоты. Препарат синтезирован в институте органической и физической химии им. А.Э. Арбузова (г.Казань). Свойства этого соединения в литературе не описаны. Соединения близкие по структуре к мелафену и обладающие тем же видом активности, не известны. Соли ортофосфорной и диалкилфосфористой кислот с меламином изучались как антиперены или их полезные свойства вообще не изучались.

Формула мелафена:



Известно, что бис(оксиметил) фосфиновая кислота является полифункциональным соединением, имеющим в своей структуре кислотную, фосфорильную и оксиметильные группы, способные взаимодействовать с различными биомолекулами. Препарат растворим в воде, и его водные растворы стабильны; мелафен малотоксичен для теплокровных, его $\text{LD}_{50} = 2000$ мг/кг для мышей.

В результате исследований, проведенных в лаборатории генотоксичности Казанского государственного университета О.Н. Ильинской было установлено:

- препарат не проявляет токсических эффектов на штамме *Salmonella typhimurium* TA 100 в исследуемых концентрациях от 0,4 мМ до 0,46мМ;
- ДНК-поврежденная активность не выявлена ни в одной из исследованных концентрациях мелафена;
- В тесте Эймса не показал мутагенных свойств в вариантах опыта с метаболической активацией и без нее (не индуцировал точковые мутации в клетках *Salmonella typhimurium*, микросомная фракция печени крыс практически не модифицировала мутагенный потенциал мелафена.)

На сегодняшний день мелафен как по действующим концентрациям, так и по эффективности, широте действия и по функциональности не имеет аналогов в мире.

1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ФИТОГОРМОНАХ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НА РАСТЕНИЯ

Для многоклеточных организмов характерен такой тип регуляции, который связан с взаимодействием между отдельными клетками, тканями или даже органами. Для осуществления такой регуляции в организме растений вырабатываются вещества - гормоны.

Первое упоминание о гормонах встречается в работе Ч.Дарвина в 1880 г., когда он предположил, что из верхних осевых органов в растения поступает какое-то химическое вещество, стимулирующее рост клеток в зоне растяжения. Через 30 лет в 1938 г. Бойсен-Йенсен подтвердил это предположение. Вент предположил способ выделения ростового гормона (ауксина) в агар-агар. Кегль и сотрудники в 1934 г. исследовали химическую природу ауксинов и нашли, что гетероауксин - это уже известная химикам (3-индолилуксусная кислота (ИУК)).

Гормоны растений, или фитогормоны (слово «гормон» в переводе с греческого означает «возбуждать» или «вызывать»), вырабатываемые растениями органические вещества, отличные от питательных веществ и образующиеся обычно не там, где проявляется их действие, а в других частях растения. Эти вещества в

малых концентрациях регулируют рост растений и их физиологические реакции на различные воздействия.

Серьезное внимание гормоны растений привлекли с 20-30-х годов этого столетия, когда было выяснено строение некоторых выделенных из растений стимулирующих веществ и была показана принципиальная возможность их использования, так же, как синтетических аналогов регуляторов роста и других синтетических веществ для изменения процесса роста растений при экзогенной обработке.

На основании ряда исследований (Thimann K.V., 1934, 1936; Went F.W., 1935; Goodwin R.H., 1937; Skoog F., Schneider C.L., Malan P., 1942) сложилось мнение о том, что нормальное развитие растений контролируется тонко сбалансированным комплексом веществ координирующих, стимулирующих и ингибирующих рост. В конце 30-х годов М.Х.Чайлахяном (1937) была создана гормональная теория цветения растений, согласно которой цветение рассматривается как процесс, управляемый специальным гормональным комплексом -флоригеном, образующимся в листьях и перемещающимся в стеблевые почки.

С 1950 г. начались очень интенсивные исследования в области использования химических веществ для регуляции роста и развития растений. Подобно тому, как использование ингибиторов обмена вещества позволило лучше понять обменные процес-

сы, использование регуляторов роста и развития привело к коренному сдвигу в изучении этой области физиологии (Ракитин Ю.В., Крылов А.В., 1955; Турецкая Р.Х., 1953, 1959; Мельников Н.Н. и др., 1954; Ракитин Ю.В. и др., 1965; Bentley S.T., 1950; Edgerton L., Hoffman M.B., 1951; Burstrom H., 1955; Albersheim P., Bonner J., 1959)

По мере того, как исследователи открывали все новые вещества, влияющие на рост и развитие растений, главнейшие отделы физиологии развития один за другим испытали на себе влияние этого направления. Химические вещества использовались для того, чтобы изменить ассимиляционную активность, а также различные процессы роста и развития и таким образом усилить или, наоборот, ослабить действие на растения факторов внешней среды (Barron E.S.G., Flood V, 1950; Brian P.W., Hemming H.G., Radley M, 1955; Cooke A.R., 1956; Skoog F., Miller C.O., 1957; Plummer T.H., Leopold A.C., 1957; Lochart J.A., 1961).

Поскольку растение не имеет системы кровообращения, применительно к растениям первоначальное определение термина «гормон» не совсем подходит. «Фитогормоны» чаще называют ростовыми веществами, конечное проявление которых наблюдается в изменении ростовых характеристик отдельных органов и тканей растения.

В настоящее время известно большое количество регуляторов роста как природных, в том числе вырабатываемых в растениях, так и синтетических.

Фитогормоны: ауксин, гиббереллин, цитокинин; прочие фитогормоны этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды; другие природные соединения: предшественники фитогормонов, витамины, коферменты; синтетические аналоги фитогормонов и других природных соединений; другие синтетические соединения.

Каждый из перечисленных фитогормонов является основой системы, включающей в себя ферменты синтеза, связывания (конъюгирования) и освобождения гормона из связанного состояния, способы мембранного и дальнего транспорта, механизмы действия, которые определяются наличием рецепторов и их локализацией и, наконец, ферменты, кофакторы и ингибиторы разрушения фитогормона. В свою очередь, системы отдельных классов фитогормонов связаны в единую гормональную систему. Эта связь осуществляется на уровне как метаболизма фитогормонов, так и механизма их действия (Кудоярова и др., 1991; Куратов П.Б. и др., 1996; Полевой В.В., 1997; Pottabhi, 1990).

На современном этапе исследований установлено, что общий принцип действия гормонов на клетку во многом схож у животных и растительных организмов. В обоих случаях молекулы гормона, не способные проникать через плазматическую мем-

брану, в клетку обычно не попадают, а обратимо связываются с рецепторной молекулой (обычно с белком) на наружной поверхности плазмалеммы. Рецепторные молекулы находятся лишь в мембранах клеток-мишеней; каждый гормон имеет свой специфический рецептор (Ленинджер, 1985; Ладыженская Э.П., Кораблева Н.П., 1985; Таран В.Я., Ключева Н.Ю., Оруджев Э.М., 1993; Полевой В.В., 1997; Меняйло Л.Н., 1999; Kulaeva O.N. и др., 1990).

Разнообразные молекулы, инициирующие трансмембранную передачу сигналов, активируют рецепторы, действуя на них обычно при очень низких концентрациях, порядка 10^{-8} М и ниже. Активированный рецептор тем или иным способом передает сигнал к внутриклеточным мишеням. Если мишень или эффекторный белок представлены ферментом, то сигнал модулирует (увеличивает или уменьшает) его каталитическую активность; если эффекторным белком служит ионный канал, то модулируется проводимость этого канала. В обоих случаях результатом будет изменение активности какой-то метаболической стадии (стадий) либо цитоплазматической концентрации того или иного иона и, как следствие, возникновение клеточного ответа (Филиппов П.П., 1998).

Но есть и другой механизм трансдукции гормонального сигнала в клетку, при котором гидрофобный гормон проникает

через плазматическую мембрану, а затем через цитозоль в ядро, где образует комплекс с ядерными рецепторами и в результате изменяет матричные синтезы. Ответная реакция на регуляторное действие этого класса гормонов бывает медленной, поскольку она связана с синтезом новых молекул. (Гудвин Т., Мерсер Э., 1986; Кулин-ский В.И., 1997).

Действие фиторегуляторов можно рассматривать как сигналы для переключения программы физиологических процессов в организме. Сигнальные системы клеток растений воспринимают, умножают и передают на геном первичный внутриклеточный сигнал. Это приводит к экспрессии определенных генов и ответу клеток на первичный сигнал (гормон, элиситор) (Кулаева О.Н., 1982; Полевой В.В., 1982; Кулаева О.Н., 1995; Корочкин Л.И., 1996; Тарчев-ский ИА., 1999)

Количество сигнальных систем в живой клетке исчисляется сотнями (Pardee A.B., 1994; Ковалев В.М., 1999; Дубовская Л.В. и др., 2001). При этом следует учитывать, что каждый такой вертикальный путь (от первичного сигнала до внутриклеточной мишени) вовлекает цепочку, зачастую весьма длинную, белковых компонентов; различные вертикальные пути могут так или иначе взаимодействовать между собой; сходные системы передачи сигналов могут варьировать в зависимости от типа клетки, органа,

ткани, вида организма (Альберте А. и др., 1994; Филиппов П.П., 1998; Nishizuka Y., 1987; Scherer G.F.E., 1995).

Одним из механизмов проведения сигнала в клетку может быть активация нуклеотидил-циклазы, локализованной на внутренней поверхности плазмалеммы, катализирующей образование циклических нуклеотидов (например, 3', 5'-циклического АМФ) в цитоплазме (Страйер, 1985; Викторова Л.В., Мак-сютова Н. Н., 2001; Дубовская Л.В. и др., 2001).

По данным И.А.Тарчевского (1999; 2000) одной из сигнальных систем является липоксигеназная система. Во всех клеточных ответах участвует система простагландинов и подобных им веществ (Тарчевский, 1993; Panossian A.G., 1987; Gardner H.W., 1991); система цитоскелета клеток (Shibaoka H., 1994; Hepler P.K., Hush J.M., 1996), а также фитохромная система растений (Феденко, 1995; Kim Tae In et al., 1993; Reed et al., 1996).

Открыта сигнальная система, связанная с протеинкиназой С - цитозоль-ным ферментом, иногда связанным с мембранами (Nishizuka, 1987; Scherer, 1995). В литературе протеинкиназа С рассматривается как обязательный посредник в формировании ответа клеток на внешние раздражители (Бужурина И.М., Панов М.А., 1986; Селиванкина С.Ю. и др., 1990; Переверзева И.Н., Селиванкина С.Ю., 1991; Танкелюн О.В., Полевой В.В., 1993; Ладыженская Э.П. и др., 1987).

Помимо белковых посредников в передачу сигнала внутри клетки во многих случаях вовлекаются и относительно небольшие молекулы, служащие вторичными сигналами, - это вторичные посредники, или мессенджеры (от англ. messenger - посыльный). Их диффузия обеспечивает быстрое распространение сигнала по всей клетке. Число различных вторичных мессенджеров оказалось удивительно небольшим. Иными словами пути передачи внутриклеточных сигналов универсальны. Известные вторичные мессенджеры способны регулировать огромное множество разнообразных физиологических и биохимических процессов. Самый известный пример такого посыльного - уже указанный выше циклический аденозин-3',5'-монофосфат (циклический АМФ), среди другого наиболее важного вторичного мессенджера следует упомянуть катион кальция, который служит универсальным, причем единственным ионным вторичным посредником при передаче сигналов в клетках растений (Маркова И.В., 1990; Медведев С.С., 1992; Филиппов П.П., 1998; Медведев С.С., 2001; Медведев С.С., 2001; Malho R., Trewavas A.J., 1935; Karimova F., Kortchouganova E., 2000).

Характер взаимодействия сигнальных систем внутри клеток может быть чрезвычайно сложным, поскольку на определенный процесс независимо друг от друга может влиять несколько сигнальных систем (Дмитриев А.П., 2002; Gardner H.W., 1991).

Известно, что активированные и инактивированные гормоном ферменты катализируют лимитирующие скорость этапы метаболических процессов в клетке, включая одни пути метаболизма и выключая другие (Гудвин Т., Мер-серЭ, 1986).

Условно действие фитогормонов на физиологические процессы можно разделить на два типа - индукцию и стимуляцию. Индукция представляет собой включение под действием фитогормона процесса, который не шел в клетке в отсутствии данного фитогормона, тогда как стимуляция сводится к усилению, активации уже идущих процессов (Иванова А.Б., Анцыгина Л.Л., Ярин А.Ю., 1999).

Такое разграничение необходимо проводить при изучении механизма действия фитогормонов, так как молекулярные механизмы индукции и стимуляции должны быть различными. Вместе с тем, в жизни клетки эти механизмы могут, по-видимому, осуществляться одновременно и в ряде случаев трудно провести четкую грань между их проявлениями (Кулаева О.Н., 1998; Ковалев В.М., Янина М.М., 1999).

В последние годы появляется все больше данных о том, что фитогормоны наряду с активацией роста растений обладают трофическим действием, что проявляется в торможении деструктивных процессов, которые являются характерной чертой старе-

ния органов или целых организмов (Полевой В.В., Са-ламатова Т.С. 1977; Кара А.Н., 1993)

Гормоны в некоторых случаях обладают как стимуляторным действием, так и ингибиторным. Стимулируя определенный процесс в клетках одного типа, они могут подавлять другой процесс, а иногда тот же самый процесс в клетках другого типа (Кефели В.И., 1978; Гудвин Т., Мерсер Э., 1986; Yakov-leva V.G., Tarchevsky LA., Maksyutova N.N., 2001)

Направленно воздействуя на комплекс фитогормонов можно регулировать в желаемую сторону процессы жизнедеятельности растений. Такое воздействие обеспечивается введением в растения экзогенных регуляторов, подавляющее большинство которых - либо физиологические аналоги эндогенных фитогормонов, либо их антагонисты, которые изменяют общий гормональный статус растений. Это приводит либо к подавлению их роста (гербициды, ретарданты), либо к стимуляции ростовых и продукционных процессов.

2. ПРИРОДНЫЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРЫ И ИХ ДЕЙСТВИЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Среди природных регуляторов выделяют фитогормоны, образующиеся, как правило, в определенных органах или зонах растения и транспортирующиеся по его организму: ауксины (индол-3-уксусная кислота), цитокинины (зеатин, изопентениладеニン), гиббереллины, абсцизовая кислота, этилен -сравнительно низкомолекулярные органические вещества с высокой физиологической активностью, присутствующие в тканях в очень низких концентрациях (пикограммы и нанограммы на 1 г сырой массы), с помощью которых клетки, ткани и органы взаимодействуют между собой (Калинина Ф.Л., Мережковский Ю.Г., 1965; Виленский Е.Р., Бойко В.В., 1984).

АУКСИНЫ

Вещества, стимулирующие растяжение клеток растений, известны под общим названием «ауксины». Это один из первых природных фитогормонов, обнаруженных и изученных в растении. Ауксины вырабатываются и накапливаются в высоких концентрациях в верхушечных меристемах, т.е. в тех местах, где клетки особенно быстро делятся. Отсюда они перемещаются в другие части растений (Полевой, 1989; Меркис А.И., 1982; Jenes P.J. et.al., 1998).

В настоящее время р-индолилуксусная кислота (ИУК) обнаружена во всех органах растений. Особенно высоко ее содержание в меристемах стебля и корня, в зачатках листьев, в проводящих пучках, в развивающихся семенах и в плодах (Гамбург З., 1976; Полевой В.В., 1982; Дерфлинг К., 1985; Ray P.M., 1974).

Первичным звеном механизма действия ауксинов является их влияние на электрические свойства клеток - изменение функционального состояния мембран. Предполагается, что способность гормона активизировать транспорт ионов водорода из цитоплазмы в клеточную стенку сопряжена с поступлением ионов калия в клетку и лежит в основе действия ауксинов на процесс поглощения (Прусакова Л.Д., 1984; Went F.W., Thimann K.V., 1937; Cleland R., 1976).

В.В.Полевой, Т.С.Саламатова (1977) предположили, что ауксин, индуцируя кислотно-щелочные сдвиги и секреторную активность плазмалеммы, действует преимущественно на клетки эпидермиса. Это приводит к удлинению coleoptily и междоузлий, т.к. слабая пластическая растяжимость кути-кулярно-эпидермального слоя является сдерживающим фактором. Клетки внутри тканей, наоборот, более чувствительны к ионам H^+ . Таким образом, в основе роста растяжением осевых органов высших растений лежит взаимодействие между более примитив-

ным «кислым» и более современным ауксин-зависимым ростом клеток и тканей.

Стимулирующее действие экзогенного ауксина доказано на многих культурах: кукуруза, облепиха, фасоль, соя, ячмень (Хохлова Н.И., Фисенко П.П. 2001; Салмин С.А., 1999; Ловцова Н.М., 1999; Шмелева В.И., 2001, Тара-ховская Е.Р., Полевой В.В., 2001).

Г.И.Кобыльским (2001) доказано, что ИУК подавляет развитие болезни. С.Шомансуров и др. (2001) на примере проростков ячменя показали возможность снятия ингибиторного действия коротковолновых УФ-лучей индолилук-сусной кислотой в концентрации 10 мг/л, однако при увеличении концентрации она не только не способствовала снятию эффекта, а, наоборот, синергически с ультрафиолетовыми лучами подавляла рост. Аналогично гетероауксин в большой концентрации подавляет редуктазу аскорбиновой кислоты, в результате чего накапливается большое количество дегидроаскорбиновой кислоты, тормозящей рост растения (Marr E., Forti G., 1948).

Таким образом, ауксин в зависимости от концентрации может выступать как в качестве активатора, так и ингибитора различных физиологических реакций, происходящих в растениях.

ГИББЕРЕЛЛИНЫ

Гиббереллины представляют собой группу весьма близких по строению тетрациклических карбоновых кислот, производных гипотетического углеводорода энт-гиббереллана, относящихся к классу дитерпенов. Гиббереллины -самые сильные активаторы роста стебля. Они выступают в качестве дерепрес-соров генов, кодирующих гидролитические ферменты. Гибберелловая кислота индуцирует синтез α -амилазы, фермента, который участвует в гидролизе запасного крахмала, который является барьерной системой для поддержания Работы цикла Кребса при снижении освещенности (Поплавская Р.С., 2001; Да- ая Г .В., 1980; Гнатенко З.П., 1984).

Установлено, что стимуляция роста основана как на усилении растяжения клеток, так и на повышении митотической активности (Муромцев Г.С., -останова В.Н., 1973; Муромцев Г.С., Коренева В.М., Герасимова Н.М., ; Mac Millian J-, Bruce R.J., 1968).

Обработка гиббереллином вызывает стимуляцию удлинения гипокотилия, активизацию метаболизма прорастающих семян, физиологическую гибель клеток алейронового слоя, изменение градиента активности фитогормонов, повышение энергии прорастания и стимуляцию перехода клеток меристемы в S-фазу и митоз (Левченко С.И., 1992; Заплатин Б.П., Хрянин В.Н., 1999;

Лихо-лат Т.В., Шишова Т.К., 1999; Щеглов М.А., Тараканов И.Г., 1999; Бисенбаева А.К. и др., 2001).

Под действием гиббереллинов повышается интенсивность дыхания, происходит смещение углеводного обмена в растении, усиливается биосинтез целлюлозы и происходит накопление клетчатки, изменяется активность ферментов и работа хромосомного аппарата (Муромцев Г.С., Агнистинова В.Н., 1973; Безуглова О.С., 2000; Далецкая Г.В., 1980; Гнатенко З.П., 1984; Воробьева В.А., Полевой В.В., 1964).

Гиббереллины самые сильные активаторы роста стебля. Они выступают в качестве депрессоров генов, кодирующих гидролитические ферменты. Гиббереллин индуцирует синтез амилазы - фермента, который участвует в гидролизе запасного крахмала, являющегося буферной системой для поддержания работы цикла Кребса при снижении освещенности (Поплавская Р.С., 2001).

Во многих работах с обработкой растений картофеля растворами гиббереллинов было замечено подавление клубнеобразования (Чайлахян М.Х., 1984). Обработка гиббереллином укороченных листьев картофеля в условиях длинного дня задерживала рост клубней и накопление ассимилятов (Booth A., 1963).

Гиббереллин в малых дозах стимулирует рост риса, пшеницы, ячменя, гороха, кормовых трав (Воробьева В.А., Полевой В.В., 1964; Виленский Е.Р., Бойко В.В., 1984; MacMillian I., Phinney V.O., 1978).

ЦИТОКИНИНЫ

Цитокинины или кинины составляют третью группу фитогормонов и открыты были в 1957 году. Известно, что ряд физиологически активных веществ оказывают воздействие на первую стадию эмбрионального роста клетки и ее деление. Процесс деления клеток в биологии именуется цитокинезом, отсюда и название этой группы - цитокинины (Гамбург К.З., Кулаева О.Н., Муромцев Г.С., 1979; Виленский Е.Р., Бойко В.В., 1984).

Цитокинины стимулируют не растяжение, а деление клеток. Они образуются в корнях и отсюда поступают в побеги. (Архипова Т.Н., 1999),

Одним из важнейших свойств цитокининов является их способность замедлять старение, что особенно ценно для зеленых листовых овощей. Цитокинины способствуют удержанию в клетках ряда веществ, в частности аминокислот, которые могут быть направлены на ресинтез белков, необходимых для роста растений и обновления его тканей. Благодаря этому замедляется старение и пожелтение (ЦовянЖ.В., Котикян Ж.М., 1981; Кали-

нина Ф.Л., 1965; Туркова Н.С., Фролова И.А., 1970, Косогова Г.М., 1986).

В опытах И.И.Иванова и др. (2001) замечено, что снижение ингибирующего действия теплового шока при засухе на растениях табака вызвано повышением содержания цитокининов, что, однако, сопровождается снижением массы корней, а это может снизить и урожайность.

Ю.П.Болякиной (2001) отмечено влияние экзогенных цитокининов на эндомембранную систему клетки и клеточных органелл. Доказано, что цитокинин индуцирует САМ-метаболизм и другие стрессорные реакции, задерживает старение клеток, регулирует синтез белка (Калинин Ф.Л., 1965; Мережин--О.Г., 1965; Турков Н.С., Фролов И.А., 1970; Пустовойтова Т.И., Баврина Т.В. и др., 1997; Круглова А.Г., 2001; Mothes K., 1960).

Известно такое явление, как повышение всхожести долго хранившихся под воздействием экзогенных цитокининов (Курсанов А.Л., Кулаева Коновалов Ю.Б., 1966).

АБСЦИЗОВАЯ КИСЛОТА

Абсцизины (абсцизовая кислота, АБК) – вещества – ингибиторы роста растений. Под их воздействием активно растущие вегетативные почки возвращаются в состояние покоя. Особенность абсцизинов заключается в действии , противоположном действию всех известных фитогормонов. Так, в отличие от ауксинов,

они ускоряют опадание листьев и плодов, по сравнению с гиббереллинами тормозят рост и вызывают покой, в противоположность цитокинину - усиливают старение клеток (Виленский Е.Р., Бойко В.В., 1984; Полевой В.В., 1982; Муромцев Г.С., Чканников Д.И., Кулаева О.Н., 1987).

АБК - медиатор ответа растений на стрессы различного происхождения. В растительном организме содержание абсцизовой кислоты увеличивается в периоды стресса, независимо от его природы - затопление, засуха, переохлаждение, голодание. Повышение уровня абсцизовой кислоты при дефиците влаги вызывает закрывание устьиц, что снижает потери воды за счет транспирации, то есть имеет приспособительное значение (Чайлахян М.Х., 1988; Безуглова О.С., 2000; Веселов АЛ. и др., 2001).

Вызываемое АБК замедление ростовых процессов, которое предшествует переходу растений в стресс-устойчивое состояние, связано с появлением в клетках более стабильных, но малочисленных и функционально менее активных сообществ цитоскелетных структур. Этот механизм действует на начальных этапах низкотемпературного закаливания и наиболее эффективен у маломорозоустойчивых сортов озимой пшеницы (Хохлова Л.П. и др., 2001)

АБК играет важную роль в регуляции физиологических процессов растительного организма: она контролирует развитие

семян и прорастания, вовлечена в индукцию клеточной дифференциации в течение эмбриогенеза, участвует в осуществлении адаптивных реакций на различные стрессы (Бахтенко Е.Ю., 2001; King R.W., 1976; Radley M., 1976; Tietz A., Dingkuhn M., 1981; Rivin C.J., Grudt T., 1991; Le Page-Degivry M.-T., Garello G., 1992; Ingram J., Bartels D., 1996).

Экзогенное использование абсцизовой кислоты стимулирует активность ферментов (гваякол-пероксидазы, каталазы, глутатион пероксидазы) (Бисенба-ев А.К. и др., 2001; Брилкина А.А., Вадов Д.Л., 2001).

Экзогенная АБК увеличивает продуктивность картофеля, ячменя, яровой мягкой пшеницы (Кириллова И.Г. и др., 1999; Козлова А.Ю., Киреева В.В., Тучин С.В., 1999).

Результаты исследований (Киселева И.С., Борзенкова Р.А и др. 2001) выявили стимулирующее действие низких доз АБК на синтез крахмала в зерновках ячменя, а также показано ингибирующее действие этого гормона на синтез целлюлозы и гемицеллюлозы. Абсцизовая кислота на картофеле специфически действовала на утилизацию С-глюкозы, усиливая запасающую функцию клеток (Борзенкова Р.А., 2001). Аналогичные данные получены и при использовании экзогенной АБК на ячмене, происходит стимуляция синтеза крахмала в зерновках, что согласуется с полученными ранее данными о корреляции содержания эндо-

генной АБК и роста зерновок в колосе ячменя (Киселева И.С., 2001).

ЭТИЛЕН

Газ этилен (C_2H_4) справедливо относят к гормонам растений, так как он синтезируется в растениях и в крайне низких концентрациях регулирует их рост, активирует созревание плодов, вызывает старение листьев и цветков, опадение листьев и плодов, участвует в ответе растений на различные стрессовые факторы и в регуляции многих других важных событий в жизни растений (Титова О.В., 1959; Ракитин Ю.В., 1965; Кулаева О.Н., 1995, 1998; Pratt H.K., Goeschi L.D., 1969; Ecker J.R, 1995),

Доказано, что этилен представляет собой один из гормонов растений, который, в отличие от других гормонов, не поступает из одних органов в другие, выполняя роль дистанционного сигнала. Вместо этилена по растению транспортируется его предшественник, который и участвует в передаче сигнала. Сам же этилен, выделяясь из растения в окружающую атмосферу, может обеспечивать сигнализацию между растениями (Кулаева О.Н., 1998).

Этилен, а в настоящее время и этиленпродуценты, способные при распаде выделять этилен, активируют физиолого-биохимические процессы, свойственные для второго этапа развития репродуктивных органов. Они связаны с усилением биосин-

теза запасных веществ, в том числе и белковых компонентов, состоящих из заменимых и незаменимых аминокислот (Титова О.В., Зо-лотько Л.А., 1999).

Характерный эффект действия этилена - пожелтение листьев. Обусловлено это распадом хлорофилла и синтезом белка в присутствии этилена в стареющих листьях. Этилен выполняет роль адаптивного (приспособительного) фактора (Безуглова О.С., 2000).

Г.В.Новиковой, И.Е.Мошковой (2001) доказано, что этилен в физиологических концентрациях (1-10 мкл/л) регулирует фосфорилирование мембранных белков (например, НДФ-киназы), что может играть существенную роль в клеточных событиях. Обработка этиленом увеличивает урожайность, повышает устойчивость к болезням, пролонгирует хранение на различных сельскохозяйственных культурах (Метлицкий А.В., 1976; Воробьев В.Ф., 1978; Чайлахян М.Х., 1988; Муромцев Г.С. и др., 1993; Немченко В.В., 1993; Прусакова Л.Д., Чиждова С. И., 1996).

БРАССИНОСТЕРОИДЫ

Этот класс фитогормонов открыт сравнительно недавно и сейчас активно изучается. Высокой физиологической активностью обладают три представителя группы brassinosteroidов: brassinolid, epibrassinolid, gibberellin. Brassinosteroidы содержатся в каждой растительной клетке, но их природ-

ный уровень часто оказывается недостаточно высоким для поддержания иммунитета и нормального развития в течение всей вегетации. Физиологическое действие brassinosterоидов близко к действию других фитогормонов, но специфической можно считать регуляцию роста семязачатка (Ракитин Ю.В., 1983; Тищенко С.Ю. и др., 2001; Khripach V., Znabinskii, Groot A.De., 2000).

Эпибрассинолид - стероидный гормон с высокой биологической активностью. Может регулировать активность протонных насосов тонопласта и эта регуляция зависит от стадии онтогенеза; наряду с этим, он способен оказывать стимулирующее действие и на транспорт сахарозы в вакуоли (Прадедова Е.В., 2001). Брассинолиды увеличивают общий синтез белка и изменяют спектр синтезированных белков, индуцируя или сильно активизируя синтез ряда полипептидов.

Экзогенный эпибрассинолид увеличивает интенсивность фотосинтеза и продуктивность, а также засухоустойчивость томатов (Лихачева Т.С. и др., 2001; Малинок А.Г., Самоил В., 2001); на ячмене приводит к значительному повышению фенолкарбоновых кислот, увеличению фотосинтетических пигментов и Сахаров, повышению засухоустойчивости (Манжелесова Н.Е., 2001; Калитухов Л.Н. и др., 2001; Санько Н.В., 2001), повышает лабораторную всхожесть, продуктивность, засухоустойчи-

вость огурца (Пустовойтова Т.Н. и др., 2001; Елагина Е.М. и др., 2001; Бердичевец Л.Г. и др., 2001).

Брассиностероиды (брассинолид и 22S, 23S) на картофеле оказали значительное увеличение урожайности (Быховец С.Л., Попова М.П. и др., 1999).

Специфическое действие оказывает эпибрассинолид на однодольные и двудольные растения. При обработке растений большими концентрациями вещества у однодольных наблюдалась тенденция к ингибированию роста корней и увеличению их количества, у двудольных же растений снижался эффект апикального доминирования главного корня, благодаря чему эпибрассинолид может быть легко отличим от других фитогормонов при скрининге биологически активных веществ (Малинок А.Г., Самоил В., 2001).

3. СИНТЕТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА И ИХ ДЕЙСТВИЕ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Для управления продукционными процессами многих растений нашли применение синтетические регуляторы роста. Согласно существующим представлениям, механизм их действия связан с влиянием на эндогенные фитогормоны. Это открывает возможности сдвига физиолого-биохимических процессов у растений в желательном направлении и степени (Титова О.В., 1959; Ра-китин Ю.В., 1965). Физиологический эффект действия регуляторов роста зависит от химической природы препарата, его концентрации, фазы развития растений, экологических факторов (Кумаков В.А., 1980).

Обработка эфиромасличных растений фиторегуляторами ретардантного действия (ССС и 2-ХЭФК) оказывает существенное влияние на увеличение накопления терпеноидов ЭМ- типичных представителей метаболитов. Доказано, что росторегулирующими воздействиями можно не только стимулировать накопление ЭМ у эфиромасличных растений, но и изменять его состав в сторону повышения содержания наиболее ценных компонентов (Шаин С.С., Ма-ланкина и др., 2001); на томатах хлорхолинхлорид повышал урожайность (Шульгина Л.М., 1978).

Стифун - росторегулятор с фунгицидной активностью. На озимой ржи и пшенице стимулировал рост проростков, длину

корней и надземной части, при этом происходило более интенсивное образование хлорофиллов и каротиноидов (Яхин И.А., 2001).

Изучено действие адаптогенных фиторегуляторов на основе эпибрассинолида (эпин), тритерпеновых кислот (силк), фосфорилированных производных дибазола (дифосэт) и хитозана (хитофос) на картофеле, ячмене, яровой пшенице. Показано, что обработка этими веществами стимулировала прорастание, рост корней и столонов, способствовала активному образованию листьев и развитию ассимиляционной поверхности, индуцировала образование клубней картофеля, возрастала активность альдозазы и цитохромоксидазы у

ячменя, повышалась засухоустойчивость пшеницы (Матевосян Г.Л., Кудашов Л.А., 2001; Матевосян Г.Л. и др., 2001; Соловей К.И., 2001; Чижова С.И. и др., 2001).

Предпосевная обработка регуляторами роста (ивин, эмистим С, эней и агростимулин) сои, озимой пшеницы повышала показатели развития растений и формирование их симбиотического аппарата - увеличение листовой поверхности, увеличение количества клубеньков, белка и урожая сои, повышала содержание клейковины, сырого протеина, снижала пораженность болезнями растений пшеницы (Леонова Н.О., 2001; Васицкая М.Н., 2001; Дереча А.А., 2001; Жалиева Л.Д., 2001). Квартазин, эпибрассинолид и эмистим

при обработке семян ячменя повышали продуктивность зерна боковых побегов (Соловей К.И, Деева В.П., 1999).

С.В.Лукьяновой и др. (2001) описано большое количество разнообразных фармакологических эффектов глицирризиновой кислоты (ГзК) из корня солодки. Применение ГзК привело к увеличению всхожести семян пшеницы, образованию корней у листовых черенков фасоли, подобно гиббереллинам, увеличивает массу эксплантов у семядольных листьев хлопчатника. ГзК, подобно ауксину, цитокинину и гиббереллину, увеличивает концентрацию внутриклеточного Ca^{2+} .

Обработка синтетическим аналогом цитокининов 6-БАП оказала стимулирующее действие на интенсивность дыхания листьев пшеницы и яблони разных ярусов (Елагина Е.М., 1999).

Синтетические аналоги фитогормонов (6-БАП и α -НУК) на кукурузе приводили к утолщению стебля (Цвильнюк О. И др., 1999).

Установлено, что биорегуляторы (стифун и ряд его препаративных форм) обладали ростостимулирующей и антистрессовой деятельностью в условиях водного и солевого стресса на широком спектре растительных объектов. Селективность, фитотоксичность не выявлены. (Яхин О.И., Лубянов А.А., 2001).

Кварцетин (действие, схожее с действием флоридзина, ингибитора мута-ротазы) вызывал интенсификацию накопления в плодах томатов углеводов (Стахов Л.Ф., Стахова Л.Н, 1999).

Фитостероид - экостим на томатах способствовал снижению опадания плодов, улучшению их завязывания, повышению урожайности (Балмуш Г.Т., Руаз М.М., Карабаджак И.Г., 1999).

Эпин на сое усиливал адаптивные возможности (Белова Т.А., 1999); на моркови - повышал устойчивость к грибной инфекции (Талиева М.Н. и др., 2001). Фумар (производное дегидроаминокислоты) и флорокрин на сое увеличивали количество плодов и веса (Карпов Е.А., Гладук И.В., Баркалова О.К., 1999; Станко С.А., Костяновский Р.Г., 1993). Эмпакт на озимой пшенице повышал рост растений и формирование продуктивных побегов, что увеличивало урожайность (Безлер Н.В., 2001). Амбиол - антиоксидант, повышающий морозостойкость проростков озимой пшеницы (Астахова Н.В., 2001; Кириллова И.Г. и др., 2001).

Синтезированы производные сим-триазина (вещество-противоядие (антидот) против 2,4Д). Обработка эффективно снижает вероятность гибели от воздействия 2,4Д (Чеснюк А.А., 2001).

Бисолы - соли тетраметилметиленамина. Эти химические регуляторы роста и развития влияют на возбудителя болезни через обмен веществ растения путем изменения физиологических процессов, обладают быстрой проникающей способностью через лист,

значительно изменяют активность ферментов и ингибиторов в тканях растений (Ямалеева А.А., Ямалеев А.М., 1999).

Проведены широкие исследования по непредельным пятичленным лак-тонам, при которых выяснено их сильное бактерицидное действие (Galbraith M.N., Horn D.N., Sasse I.M., 1972) и фунгицидная активность (Попова Н.М., 1968). Б.А.Захаровым, Н.И.Ненько и др. (1980) исследовалось влияние кротонолактона на кукурузе и озимой пшенице и выяснено его высокоэффективное стимулирующее действие в малых дозах (0,1 мг/кг семян), проявляющееся в повышении лабораторной и полевой всхожести, энергии прорастания, интенсификации роста корневой системы, снижении полегания, повышении урожайности растений; и ингибирующее - в больших (0,15 мг и выше).

Регуляторы роста и развития растений достаточно сложные и дорогие органические соединения и организация их производства требует серьезной технологической проработки и высокой культуры производства. Однако химическая промышленность накопила большой опыт производства весьма сложных органических веществ, а, кроме того, требуемые количества фиторегуляторов относительно невелики. Но в значительно большей мере сложности и ограничения широкого применения регуляторов роста растений связаны с особенностями их свойств и проявления их биологической активности. Так большинство регулято-

ров проявляют стимулирующую активность в достаточно узком диапазоне концентраций, превышение которых приводит к ингибированию и даже гибели растений (фитотоксичность, гербицидный эффект). Поэтому при обработке растительного организма нельзя использовать запасные количества препарата, рассчитанные на длительное его действие, если даже оно и желательно. Многие регуляторы в природных условиях подвергаются вымыванию, улетучиванию, биологическому разрушению. В некоторых случаях регуляторы роста растений в используемых дозах токсичны для человека и животных. Многие эффективные росторегуляторы плохо растворимы, что затрудняет их применение, например, в малых дозах, когда требуется распределение небольшого количества регулятора по большому числу биологических объектов (Муромцев Г.С. и др., 1987; Штильман М.И., 1998).

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что, несмотря на получившее в последнее время распространение использования синтетических регуляторов роста, действие многих из них на сельскохозяйственные растения до конца не изучено и требует проведения дальнейших исследований. В зависимости от культуры, способов обработки, срока действия, а главное от концентрации вещества, один и тот же препарат может оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее жизненно-

важные процессы в растениях действие. Применение каждого конкретного препарата должно основываться на тщательном исследовании всех сторон его применения, изучении его действия, как на клеточном уровне, так и в производственных условиях. Понимание механизмов действия конкретного вещества помогает в дальнейшем выявлять оптимальные условия для применения, чтобы использование его было максимально эффективным.

Что касается нового препарата мелафена, то в условиях лесостепи Поволжья его использование в качестве регулятора роста проводится впервые.

В последние годы уделяется большое внимание изучению механизмов действия природных фитогормонов и их синтетических аналогов, поскольку им принадлежит основная роль в регуляции ростовых процессов на всех стадиях индивидуального развития.

В настоящее время получено и изучено несколько тысяч соединений химического и растительного происхождения, обладающих регуляторным действием на растение. Достигнуты большие успехи в понимании обмена фитогормонов и в выяснении молекулярного механизма их регуляторного действия. Использование регуляторов роста является одним из наиболее эффективных путей повышения урожайности, качества, а также их устойчивости к воздействию неблагоприятных условий.

Изучение механизмов действия фитогормонов крайне важно не только для понимания их роли в осуществлении регуляции физиологических процессов в растительном организме на протяжении всего онтогенеза, но и с точки зрения их практического использования в растениеводстве.

Использование соединений подобных фитогормонам в качестве регуляторов роста привела к массовому поиску синтетических соединений аналогичного действия, использование которых в сверхмалых концентрациях активировало бы запуск физиолого-биохимических программ, приводящих к интенсификации важнейших физиолого-биохимических процессов и, как результат, обеспечивало бы повышение урожайности, улучшение технологических и хлебопекарных качеств продукции. Эти физиологически активные вещества должны быть безопасными для окружающей среды и здоровья человека. Поэтому поиск высокоэффективных нетоксичных соединений и исследование их действия исключительно актуальны. Таким соединением является мелafen, препарат не обладающий раздражающим и сенсibiliзирующим действием, острой ингаляционной токсичностью, гепатогенным и эмбриотоксическим действием. Препарат в широком диапазоне концентраций не обладает мутагенной и ДНК-повреждающей активностью.

4. НЕКОТОРЫЕ ИЗУЧЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ МЕЛАФЕНА

Одним из наиболее чувствительных процессов в интегральном ответе растительных организмов на любые воздействия является рост. На одноклеточной водоросле хлорелле испытывали действие мелафена в широком диапазоне концентраций от $3 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-10}$. Одноклеточная водоросль хлорелла была взята в качестве теста – объекта для изучения росторегулирующих свойств мелафена (Ничипорович, 1961).

Интересен тот факт, что ростостимулирующая активность мелафена была сравнима с действием АТФ в концентрации $3 \cdot 10^{-9}$. Как видно из рисунка 1 скорости роста клеток хлореллы были близки в вариантах с мелафеном $3 \cdot 10^{-8}$ и $3 \cdot 10^{-9}$ и АТФ ($3 \cdot 10^{-9}$). Это дает основание предположить, что фосфиновая группа молекулы мелафена действует подобно фосфатной группе АТФ, используемого в регуляторной концентрации ($3 \cdot 10^{-9}$ М) при контакте с внешней мембраной растительной клетки и усиливает сигналы к росту и делению.

Одной из причин стимулирующего действия препарата на интенсивность фотосинтеза, возможно, является влияние его на биосинтез пигментов фотосинтетического аппарата. Данные приведены в таблице 1.

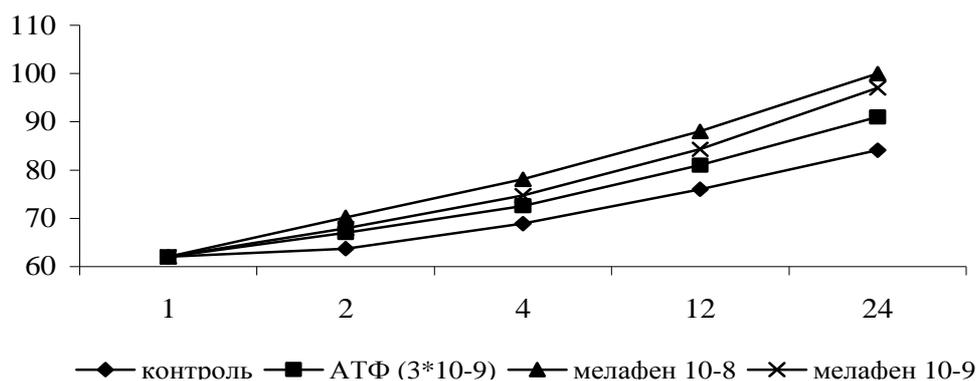


Рис.1 Скорость роста клеток хлореллы при действии мелафена и АТФ, млн. клеток/мл.

Таблица 1 – Содержание основных пигментов в клетках хлореллы, мг/г сухого веса

Вариант	Хлорофилл «а»	Хлорофилл «в»	Хлорофилл «а» + «в»
Контроль	0,2540	0,0589	0,3139
Мелафен $3 \cdot 10^{-7}$	0,2992	0,0681	0,3673
% к контролю	117,7	115,6	117,0

Пока сложно ответить на вопрос, каким образом данный препарат реализует выявленные эффекты на клетки хлореллы. Множественность эффектов мелафена схематично можно представить следующим образом (рис.2).

Безусловно, исследование характера изменения микровязкости липидной компоненты мембраны, идентификация рецепторов

на её поверхности, изучение сигнальных систем, задействованных в передаче «мелафенового» сигнала к геному, помогут в выяснении молекулярных механизмов действия этого перспективного регулятора роста нового поколения, не только на клетки водоросли хлореллы, но и высших растений.

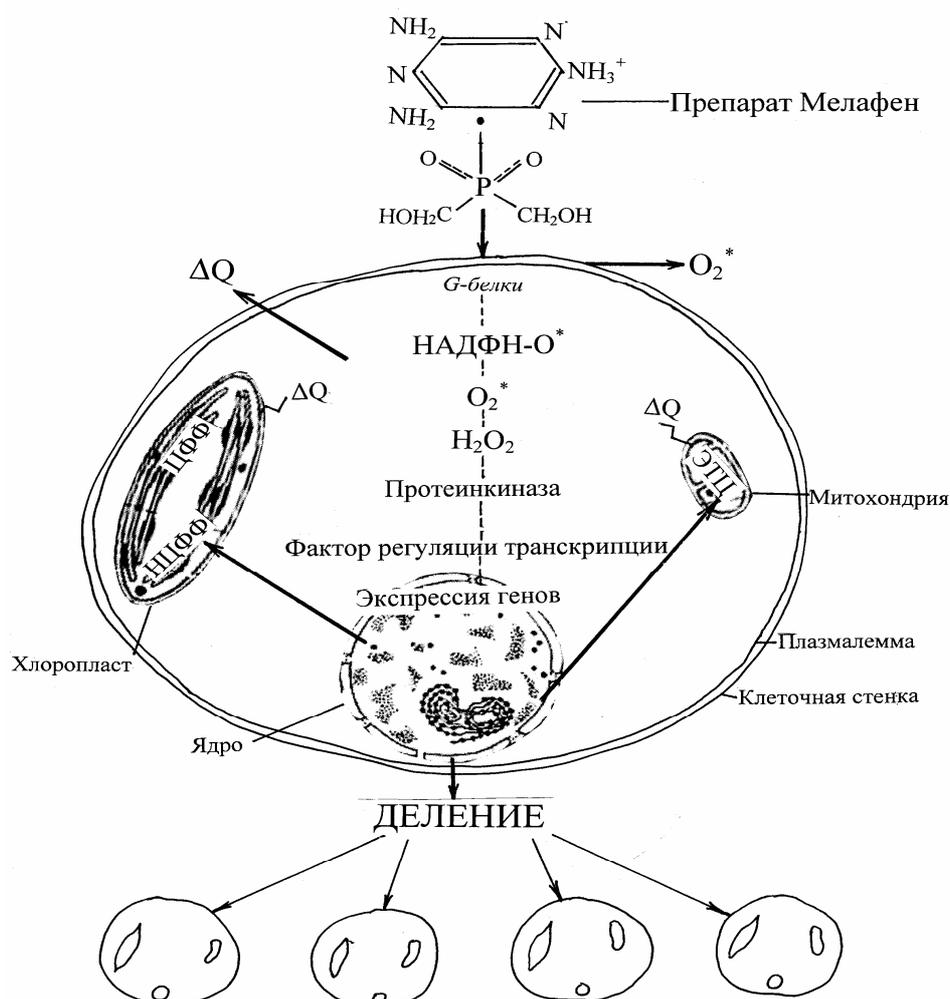


Рис. 2. Схема действия препарата мелафен на клетку хлореллы (Кашина, 2009)

Вероятнее всего, иницирующая роль принадлежит активной фосфиновой группе препарата мелафен, которая при контак-

те с внешней мембраной клетки может оказывать влияние на функциональное состояние мембран, о чем можно судить по влиянию препарата на увеличение образования супероксид анион радикала, поскольку активная система генерации O_2^* локализована в плазматической мембране и клеточной стенке. Изменение функционального состояния мембран может являться триггером запуска физиолого-генетических программ. В результате инициируется сигнальный каскад реакций фосфорилирования белков или липидов посредством протеинкиназ, в чем и заключается, вероятно, «смысл» триггерного влияния препарата мелафен в сверхнизких концентрациях, приводящего к активизации энергетических и метаболических процессов клеток (Кашина, 2009).

Полученные экспериментальные данные по культуре хлореллы позволяют сделать вывод, что мелафен имеет широкий спектр действия и обладает высокой физиологической активностью, сравнимой с природными регуляторами роста, с действием АТФ в низких концентрациях.

Нарушение полупроницаемости мембран приводит к «высвобождению ферментов», переходу из латентного состояния в активное, что вызывает активацию гидролитических (α - и β -амилаз) и окислительно-восстановительных (каталаза, пероксидаза) ферментов. Активность пероксидазы при прорастании возрастает, достигая своего максимума на 4 – 9 сутки. Близкое распре-

деление активности фермента наблюдается в обработанных семенах на протяжении 24 часов.

Далее на опытных вариантах отмечается рост активности пероксидазы (табл. 2).

Результаты исследований показывают, что активность пероксидазы имеет тенденцию к повышению на всех вариантах. За 12 часов после замачивания под влиянием мелафена происходит увеличение её активности, пик приходится на 3-ти сутки, тогда как у контрольных растений на 3-ти сутки всего 0,4 ед, а у опытных растений эти показатели составляют 186-273%.

Таблица 2 – Активность пероксидазы при прорастании семян яровой пшеницы, изменение оптической плотности за 1 / г сырой массы.

Вариант	12 ч	1 сутки	3 сутки	4 сутки	6 сутки	7 сутки	9 сутки
Контроль	0,08	0,16	0,20	0,26	0,24	0,36	0,40
Мелафен $3 \cdot 10^{-7}$	0,09	0,20	0,30	0,56	0,31	0,38	0,35
Мелафен $3 \cdot 10^{-8}$	0,13	0,23	0,55	0,71	0,35	0,43	0,39

Это указывает на то, что на опытных вариантах более интенсивно протекают окислительно-восстановительные процессы. Наши исследования показывают, что суммарная активность амилаз при прорастании семян повышается к 96 часам. Мелафен час-

тично повышает амилазную активность, на 3-4 сутки она достигает своего максимума (табл. 3).

Повышение активности амилазы приводит к более высокой мобилизации питательных веществ и способствует интенсивному росту проростков. Обработка семян мелафеном способствовала перераспределению фонда моно- и дисахаридов.

Таблица 3 – Активность амилазы, мг гидролизованного крахмала за 1 ч/ г сырой массы

Вариант	48 часов	72 часа	96 часов
Контроль	4,87±0,033	10,1±0,058	40,7±0,7
Мелафен $3 \cdot 10^{-7}$	4,49±0,058	10,23±0,033	41,27±0,83
Мелафен $3 \cdot 10^{-8}$	4,91±0,06	10,23±0,071	42,17±0,94

Результаты исследований показывают, что под действием мелафена в обеих концентрациях на начальном этапе онтогенеза происходит усиление образования редуцирующих сахаров до 10,5-11,0%, при этом содержание сахарозы на опытных вариантах повышается до 50% по отношению к контролю. Этот процесс связан прежде всего с усилением «атакуемости» крахмала фер-

ментом амилаза. Аналогичные данные получены и на озимой ржи.

Таблица 4 – Суммарная активность α - и β -амилаз в семенах озимой ржи при прорастании, мг гидролизованного крахмала за 1 ч/ г сухой массы зерновки

Вариант	12 часов	24 часа	36 часов	48 часов	72 часа	96 часов
Контроль	19,96±0,19	34,21±0,17	67,42±0,52	79,43±0,19	184,61±0,34	206,13±0,32
Мелафен $3 \cdot 10^{-7}$	23,90±0,21	41,02±0,70	79,95±0,33	122,02±0,34	306,11±0,26	212,52±0,35
Мелафен $3 \cdot 10^{-8}$	24,06±0,17	43,69±0,21	85,09±0,32	122,5±0,23	308,63±0,36	217,55±0,32

Наши исследования согласуются с данными И.Г. Строна (1966), К.Е. Овчарова (1976), Т.Б. Дарканбаева, О.В. Фурсова (1982), которые аналогично указывают, что в непроросших семенах злаков содержится только β -амилаза. Этот фермент связан с белками клейковины и не проявляет свои каталитические свойства. Возрастание активности β -амилазы в процессе набухания связано с деятельностью протеолитических ферментов. Проявление же активности α -амилазы связано с новообразованием ее в щитке. Следовательно, мелафен активизирует данные процессы.

Интенсивность каталазы многими авторами рассматривается в качестве меры интенсивности и продуктивности общего обмена. Каталаза играет ведущую роль в окислительно-восстановительных процессах, регулируя окислительный режим в организме. Этот фермент защищает живые организмы от повреждения перекисью водорода, образующейся в окислительно-восстановительных реакциях, и его активность отражает общий уровень метаболических процессов.

По мере набухания семян нами было обнаружено усиление активности фермента каталазы (табл. 5)

В наших исследованиях установлено, что наибольшая активность данного фермента наблюдается через 48 часов после замачивания, а затем происходит инактивация данного фермента. Анализ таблицы показывает, что в среднем за 72 часа замачивания у проростков озимой пшеницы в вариантах с применением мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7} \%$ активность данного фермента повысилась на 16,25 мкмоль/мин/г, в концентрации $1 \cdot 10^{-8} \%$ – на 21,75 мкмоль/мин/г.

Повышение интенсивности дыхания, которое объясняется усилением реакции окисления, образованием физиологически активных соединений, можно рассматривать как показатель активизации физиологических процессов в зародыше и в растительном

организме в целом, поэтому показатель интенсивности дыхания может характеризовать биологическую полноценность семян.

Таблица 5 – Активность каталазы в семенах озимой ржи при прорастании, мкмоль разложившейся H_2O_2 за 1 мин/1 г сухого вещества зерновки

Вариант	1 час	12 часов	24 часа	36 часов	48 часа	72 часа
Контроль	58,08±0,31	90,08±0,36	101,29±0,42	167,53±0,20	181,27±0,45	165,74±0,34
Мелафен $3 \cdot 10^{-7}$	61,94±0,20	103,49±0,75	114,19±0,28	180,08±0,37	207,55±0,36	194,20±0,22
Мелафен $3 \cdot 10^{-8}$	62,41±0,28	108,8±0,22	118,49±0,31	184,92±0,35	215,82±0,27	204,05±0,41

Под влиянием мелафена происходит увеличение содержания аскорбиновой кислоты на 0,5-3,7%, глутатиона на 23,8-79,7%. Общая редуцирующая активность тканей увеличивается соответственно на 6,1-23,1%.

Вероятно, предпосевная обработка мелафеном рассматривается как стрессовая нагрузка, стимулирующая окислительно-восстановительные процессы, протекающие при набухании и прорастании сельскохозяйственных растений, в том числе и яровой пшеницы.

Результаты наших и других исследований показывают на вероятность того, что мелафен относится к тем специфическим химическим факторам, способных в сверхнизких концентрациях

регулировать рост растительной клетки и действует подобно АТФ при контакте с внешней мембраной растительных клеток и вызывает усиление роста и деления.

В исследованиях показано влияние мелафена на скорость дыхания клеток хлореллы. Наблюдалось стимуляция скорости дыхания хлореллы при действии мелафена по сравнению с контролем. Степень стимуляции поглощения кислорода зависела от концентрации мелафена. Так, при концентрации мелафена $3 \cdot 10^{-8}$ М интенсивность дыхания увеличивалась на 4%, а при концентрации $3 \cdot 10^{-9}$ М – на 18% к 4-м часам воздействия через 12 часов разница была больше на 14 и 21% соответственно.

Повышение интенсивности дыхания можно рассматривать как источник повышения уровня АТФ и фонда метаболитов, зависящего от развития митохондрий. Изменение интенсивности дыхания прорастающих семян, обусловленное воздействием мелафена позволяет определить специфичность ответной реакции растений. Результаты наших исследований на проростках яровой пшеницы представлены в таблице 6.

Потребление кислорода на 1-ый час может рассматриваться как реакция на стрессовые условия. На 2-ой час набухания обводненность семени имеет максимальный уровень на опытных вариантах и не позволяет происходить процессам гидролиза

крахмала, дыхание в этот период осуществляется в основном гликолизом.

Таблица 6 – Влияние мелафена на потребление кислорода проростками яровой пшеницы, мкл O₂ в час/1 г сырой массы.

Вариант	1 сутки		2 сутки		3 сутки	
	1 час	2 час	1 час	2 час	1 час	2 час
Контроль	137,6±3,4	149,3±4,3	375,5±6,3	308,4±13,6	408,3±2,3	134,6±8,8
Мелафен 3·10 ⁻⁷	154,8±2,1	157,9±2,9	250,4±5,7	352,4±12,1	123,7±11,2	375,2±9,1
Мелафен 3·10 ⁻⁸	152,9±3,7	154,0±3,8	261,0±6,3	351,0±9,8	451,3±10,1	382,3±8,9

Вторые и третьи сутки прорастания характеризуются повышением обводненности от 36,5% и более, что позволяет протекать активным процессам метаболизма. В данный период дыхание увеличивается более чем в два раза. Опытные варианты имеют более высокую интенсивность дыхания, чем контрольный вариант. Аналогичные данные получены и по озимой ржи.

Интенсивность дыхания семян в результате предпосевной обработки мелафеном представлена в табл.7.

Активация дыхания под влиянием изучаемых нами факторов была отмечена через двое суток с момента намачивания семян и далее сохранялась на протяжении всего периода прораста-

ния. Наилучший эффект наблюдается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, здесь интенсивность расхода запасного вещества зерновки была на 15,6% выше контроля, на варианте $1 \cdot 10^{-7}$ % на 15,6%.

Таблица 7. Интенсивность дыхания прорастающих семян озимой ржи, в % убыли запасного вещества зерновки

Вариант	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки
Контроль	2,64±0,13	3,31±0,088	5,98±0,12	8,03±0,17	10,11±0,42
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	2,68±0,10	3,65±0,14	6,88±0,20	9,97±0,42	11,56±0,19
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$	2,69±0,088	3,74±0,22	7,12±0,16	10,04±0,11	11,78±0,27

Полученные данные по интенсивности дыхания показывают, что мелафен регулирует энергетический обмен при прорастании семян озимой ржи, создавая благоприятный энергетический баланс, что повышает биологическую полноценность семян данной культуры.

Выяснение механизмов ростостимулирующего эффекта мелафена показало, что он обусловлен активацией энергетических процессов, в частности, дыхания и фотосинтеза, при чем препарат в большей степени оказывает влияние на циклическое фотофосфорилирование. При этом увеличивается и общая скорость теплопродукции, характеризующая эффективность использова-

ния энергии клеткой. Установлено, что при действии разных концентраций препарата происходит повышение микровязкости в приобелковой области липидного бислоя мембран. Этот эффект с генерацией активных форм кислорода в результате активации переноса электронов в дыхательной и микросомальной цепях. Обнаружено, что изменения в энергетике митохондрий, вызванные мелафеном, зависят от их функционального состояния. Активация мелафеном метаболических процессов в растительной клетке обусловлена его влиянием на физико-химические свойства биомембран, и, следовательно, на активность связанных с ними ферментов.

Стимулируя рост активности NAD-зависимых дегидрогеназ, мелафен, по-видимому, способствует активации энергетических процессов в клетке и обеспечивает высокую энергию прорастания семян. Существенное влияние на активацию энергетических процессов в клетке препарат оказывает и на скорость переноса электронов на конечном цитохромоксидазном участке дыхательной цепи митохондрий.

Н.П. Кораблевой и др. на клубнях картофеля показано, что мелафен в зависимости от концентрации и физиологического состояния клубней может оказывать как ростостимулирующий, так и ростиингибирующий эффект. Одним из проявлений действия мелафена является, по-видимому, его влияние на процессы деле-

ния, растяжения и активации гранулярного эндоплазматического ретикула (ГЭР) клеток апикальных меристем. В препарате плазмалеммы из паренхимных клеток обработанных клубней отмечается возрастание активности мембран-связанной H^+ -АТФазы и увеличение пассивной протонной проницаемости мембран везикул плазмалеммы. Величина и характер действия мелафена (стимуляция или подавление) зависит от физиологического состояния клубней и концентрации мелафена.

Ультраморфометрические измерения площадей клеток в области стержневой меристемы апексов клубней в контроле и под действием мелафена ($10^{-8}M$) показали, что при этой концентрации регулятора наблюдается увеличение площади клеток в 1,3-1,4 раза по сравнению с контролем (табл.8).

Таблица 8 – Действие мелафена на клеточные параметры стержневой зоны апикальных меристем клубней картофеля (по Н.П. Кораблевой и др, 2006)

Вариант	Площадь клеток, $мкм^2$	Число цистерн ГЭР	Площадь структур ГЭР, $мкм^2$
Контроль	123±11	3,2±0,1	0,49±0,02
Мелафен $10^{-8}M$	160±12	4,5±0,2	0,87±0,03

Эти данные свидетельствуют о стимуляции процесса растяжения клеток меристемы под действием мелафена.

Ф.Г. Каримова и др. вопросы стимуляции повышения урожайности и качества продукции под действием мелафена рассматривают с точки зрения тирозинового фосфорилирования белков растений. Ими выявлены некоторые фосфотирозиновые белки-мишени действия мелафена. Ими оказались альфа-субъединицы РУБИСКО-связывающего белка и изоформы фермента –1,6-бисфосфатаальдозлазы. РУБИСКО-связывающий белок принимает участие в образовании активного комплекса РУБИСКО, который является ключевым ферментом цикла Кальвина и катализирует реакцию акцепции углекислого газа фруктозо-1,6-дифосфат-альдолаза обратимо катализирует образование фруктозо-1,6-дифосфата из дигидроксиацетонфосфата и глицальдегид-3-фосфата, принимая участие в реакциях регенерации субстрата РУБИСКО. Возможно, что тирозиновое фосфорилирование белков РУБИСКО способствует образованию и активации мультиферментного комплекса, в состав которого входит субъединица РУБИСКО-связывающего белка. Белок-белковые взаимодействия через различные домены и другие типы высоконсервативными последовательностями принимает участие в регуляции многих клеточных процессов, при этом важную роль выполняют различные посттрансляционные модификации белков (фосфорилирова-

ние, метилирование, ацетилирование, гидроксилирование различных остатков аминокислот), находящиеся в конкурентных отношениях. Эти данные свидетельствуют о важной роли тирозинного фосфолирования белков в регуляции метаболических путей клеток растений мелафена, в частности, в реакциях фотосинтетической ассимиляции углерода в хлоропластах.

Таким образом, исследования по механизму действия показывают, что мелафен обладает высокой полифункциональнофизиологической активностью, широким спектром действия на сельскохозяйственные растения (для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений).

5. ВЛИЯНИЕ МЕЛАФЕНА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН

5.1. Изменение степени набухания и прорастания озимой ржи, озимой и яровой пшеницы.

Изучение посевных качеств семян, а также процессов физиологии и биохимии имеют большое значение для понятия метаболизма. Особенностью первичной меристемы прорастающих семян является пластичность биохимических, физиологических и энергетических процессов. С помощью различного рода воздействий можно направленно изменять метаболизм и связанные с ним физиологические функции - рост, развитие, продуктивность и качество продукции сельскохозяйственных растений.

Отдаленный эффект предпосевной обработки семян обычно принято оценивать по конечной урожайности сельскохозяйственной продукции, что, хотя и оправдано практикой, однако, не всегда дает точное представление о механизме действия конкретного препарата. Влияние природно-климатических условий накладывает определенный отпечаток на реакцию растений, определяемую предпосевной обработкой, и не всегда можно с уверенностью сказать, какой фактор сыграл определяющую роль в получении конечного продукта. Тем более необходимо выяснение принципов действия каждого конкретного фактора, в данном

случае - предпосевной обработки семян ростовыми регуляторами, особенно на начальных этапах роста и развития растения.

Независимо от природы воздействующего фактора, процессы, происходящие в системе, характеризуются сходством эффектов (Батыгин Н.Ф., Потапова С.М., 1978, Костин В.И., 1998). Поэтому увеличение проницаемости оболочек и мембран, вязкость цитоплазмы, активизация деятельности ферментов, которые отмечены А.М.Кузиным (1977) под влиянием радиации, могут быть оценены и с точки зрения эффективности стимуляции прорастания семян регуляторами роста.

Влияние предпосевной обработки фиторегуляторами на процессы прорастания (набухаемость, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, активность ферментов) отмечено многими исследователями (Яхин О.И., Яхин И.А., 2001; Гущина В.А. и др., 2003; Еремина Т.А., 2003; Ермошкин В.В., Китаева М.В., 2003).

Водопоступление и идущее на его фоне набухание семени - это первые процессы, проходящие при прорастании (Майер А.М., 1977). В сложном процессе прорастания выделяются три основных момента - поглощение воды (физическая сторона процесса), превращение запасных питательных веществ из нерастворимых в растворимые (биохимическая сторона) и собственно прорастание - рост зародыша (морфология прорастания) (Гриценко В.В., Калошина З.М., 1972). Семя представляет собой кол-

лоидно-пористое тело и поглощение воды воздушно-сухим семенем - это и есть процесс набухания, который сопровождается появлением воды в жидкой фазе, после чего в семенах в физиологически активное состояние переходят ферменты, витамины, регуляторы роста, что обеспечивает мобилизацию запасных питательных веществ путем их гидролиза и поступление растворимых веществ к точкам роста. Поэтому быстрота и степень набухаемости семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности (Строка И.Г., 1966; Данович Н.Н. и др., 1982; Антипова О.В., Швалева А.Л., 1999).

В наших опытах установлено, что наиболее интенсивное поступление воды в зерновку происходит в течение первых 6 часов намачивания семян (рис. 3).



Рис. 3. Набухаемость семян озимой ржи при обработке мелафеном, %

Из рисунка 1 видно, что набухаемость семян в период 1-6 часов после замачивания превосходила контроль на 76,8-31,2% на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и на 92,8-44,4% - на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, причем на последнем во до-поступление первого часа было такого уровня, которого контрольный вариант достиг только после 4 часов замачивания. В дальнейшем происходило снижение темпов набухаемости.

В.В.Гриценко и З.М.Калошина (1972) отмечают, что на скорость набухания большое влияние оказывают свойства самих семян и, прежде всего, проницаемость их покровов. Исходя из этого утверждения, можно предположить, что изучаемый нами препарат - мелафен, особенно в концентрации $1 \cdot 10^{-8}$ %, увеличивает проницаемость для воды семенной оболочки семян. За счет мелафена происходит улучшение свойств биомембраны, улучшается водно-воздушная проницаемость, стабилизирующая все обменные процессы на клеточном уровне (Гурьянов О.П., 1997; Офицеров Е.Н., Костин В.И., 2001; Dumville and Fry S.C, 2000).

Таким образом, полученные данные об изменении степени набухаемости при обработке семян росторегулятором - мелафеном согласуются с теорией «высвобождения ферментов», согласно которой химические процессы, возникающие в липидах мембран, приводят к изменению проницаемости и сорбционных свойств последних. Нарушение полупроницаемости мембран

приводит к «высвобождению ферментов», переходу из латентного состояния в активное, что вызывает активизацию α - и β -амилаз и, соответственно, «атакуемость» крахмала ферментами.

Аналогичные данные получены и по озимой и яровой пшенице (табл.9,10).

Поглощение воды семенами озимой пшеницы происходит неравномерно, энергичнее всего поступление воды наблюдается в первые четыре часа после намачивания.

Таблица 9 – Набухаемость семян озимой пшеницы, в % к воздушно-сухой массе

Время, час	Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$
1	106,5±1,6	108,7±1,7	108,4±1,4
2	110,3±1,0	113,2±0,8	112,9±1,1
4	119,1±0,6	121,6±1,2	120,9±1,1
6	127,2±1,7	131,2±1,0	130,3±1,7
12	136,0±1,8	139,3±1,5	138,2±1,6
24	141,1±1,4	147,6±1,1	146,2±1,3
48	147,7±1,1	152,8±0,9	151,6±1,9

Установлено, что используемые препараты по-разному оказывают влияние на степень набухаемости семян. Через 48 часов

лучшее набухание семян наблюдалось при обработке их мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$, превысившее контроль на 5,1%.

Исследования показывают, что обработка семян яровой пшеницы повышает темп водопотребления до начала прорастания (24 часа) до 60% по отношению к контролю. Процесс набухания имеет волнообразный характер, имеющий лаг-периоды, возникновение которых связывают с новообразованием клеточных структур и ферментов, подготовкой субстратов для первичного метаболизма.

Таблица 10 – Набухаемость семян яровой пшеницы, в % к воздушно-сухой массе

Время, час	Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$
1	101,7±0,9	102,0±1,0	100,9±0,9
2	113,6±0,65	116,0±1,0	116,2±0,7
3	122,7±1,1	126,1±0,9	125,3±0,3
6	129,7±0,75	137,6±0,5	135,7±0,3
12	136,5±0,45	140,9±0,5	139,0±0,3
24	140,0±0,41	145,8±0,4	144,7±0,6
36	146,2±0,49	151,7±1,0	148,1±0,5
48	156,5±0,65	168,2±0,5	166,2±0,5

Наибольшее количество воды, поступившее в семя, приходится на первые два часа. Первичные этапы водопотребления носят физический характер, благодаря которому обеспечивается набухание зародыша пшеницы до 58%. К 24-48 часам тенденция повышенной оводненности семян опытных вариантов сохраняется: у опытных вариантов имеется достаточный уровень оводненности для прорастания.

Регуляция метаболизма через повышение оводненности способствует использованию зародышем запасных веществ задолго до притока их из эндосперма или у двудольных из их семядолей на семенах пшеницы показано, что биоэлектрическая активность зародыша выше эндосперма. Разность потенциалов зависит от времени набухания, т.е. оводненности, и подвержена изменениям, зависящая от наличия водной фазы в семени. Изменение разности потенциалов совпадают с повышением дыхания и активностью АТФазы. Таким образом, повышение водопоглощения способствует увеличению уровня осмотически-активных веществ необходимых для поступления воды в вакуоль, в начальный период процесса роста-растяжения.

5.2 Влияние мелафена на посевные качества семян

Среди важных задач, выдвигаемых земледельческой практикой перед семеноведением, большое значение имеет разработка научных основ и соответствующих приемов повышения полевой

всхожести высеваемых семян. В процессе выращивания высоких и устойчивых урожаев с хорошим качеством продукции очень важно получить и сохранить своевременные, дружные и полноценные всходы оптимальной густоты. Выполнить эту задачу можно, устанавливая правильную норму посева и повышая качество семян, улучшая агротехнику и условия их прорастания.

В настоящее время существует много рекомендаций для предпосевной обработки семян различными ростовыми веществами и органоминеральными смесями, но они не получили должного распространения из-за экономической нецелесообразности. В этом плане большое значение имеет обработка семян перед посевом росторегуляторами в низких концентрациях, в данном случае - мелафеном.

Представляет интерес определение уровня воздействия препарата нового поколения на посевные качества семян: энергию прорастания, всхожесть, развитие корневой системы и последствия (эффект отдаленного действия).

Наши исследования по применению мелафена для предпосевной обработки семян озимой ржи показывают на увеличение энергии прорастания, лабораторной и полевой всхожести.

Как показывает практика, семена, имеющие высокую энергию прорастания, более устойчивы к неблагоприятным условиям прорастания, которые могут быть в поле, проростки таких семян

быстрее растут и развиваются, меньше заболевают и повреждаются вредителями. Семена первых сроков прорастания обеспечивают лучшую выживаемость растений.

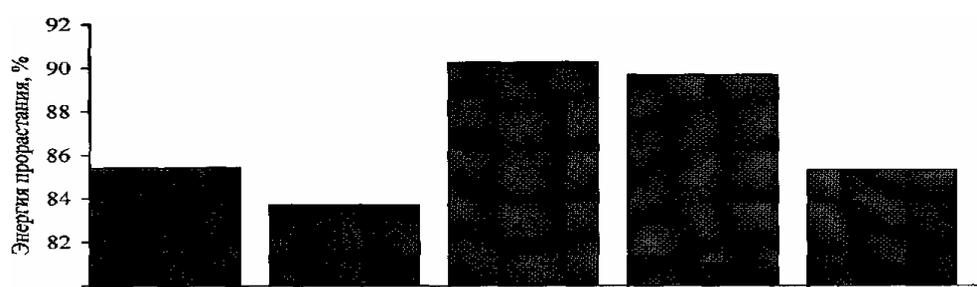
Данные таблицы 11 показывают, что под влиянием мелафена энергия прорастания увеличивается на 3,0-7,5% в зависимости от года исследований и концентрации мелафена, а лабораторная всхожесть соответственно на 0,5-2,0%. Мелафен активизирует стимулирующее влияние на энергию прорастания, не оказывая существенного влияния на лабораторную всхожесть. Данное влияние объясняется смещением течения физиолого-биохимических активируемых предпосевной обработкой семян.

Таблица 11 – Влияние мелафена на энергию прорастания и лабораторную всхожесть яровой пшеницы, %

Годы		Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$
2001	Энергия прорастания	77,0	81,5	80,0
	Лабораторная всхожесть	92,0	93,5	92,5
2002	Энергия прорастания	80,0	87,5	89,0
	Лабораторная всхожесть	94,0	95,0	96,5
2003	Энергия прорастания	78,0	84,5	86,0
	Лабораторная всхожесть	93,0	95,0	96,0
среднее	Энергия прорастания	78,3	84,5	85,0
	Лабораторная всхожесть	93,0	94,5	94,3

Таким образом, мелафен изменяет темп водопоглощение семян озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, способствуя более раннему началу метаболизма в прорастающих семенах, что выражается в повышении энергии прорастания и полевой всхожести.

В наших исследованиях показано, что мелафен оказывает положительное влияние на энергию прорастания семян озимой ржи (рис. 4).



Контроль Мелафен 10⁻⁶% Мелафен 10⁻⁷% Мелафен 10⁻⁸% Мелафен 10⁻⁹%

Рис. 4. Энергия прорастания семян озимой ржи при предпосевной обработке мелафеном, %

Наряду с энергией прорастания в качестве показателя для определения посевных свойств семян применяют лабораторную всхожесть. Лабораторная всхожесть - показатель, который, пре-

жде всего, и в значительной мере определяет полевую всхожесть.

Как показали наши исследования, по показателю лабораторной всхожести наблюдается аналогичная картина, как и по энергии прорастания: на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %. Этот показатель выше контрольного на 4,81% и 4,51% соответственно, тогда как концентрация $1 \cdot 10^{-9}$ % не оказывает существенного влияния на лабораторную всхожесть, а концентрация $1 \cdot 10^{-6}$ % подавляет начальные ростовые процессы в растениях озимой ржи (рис.5).

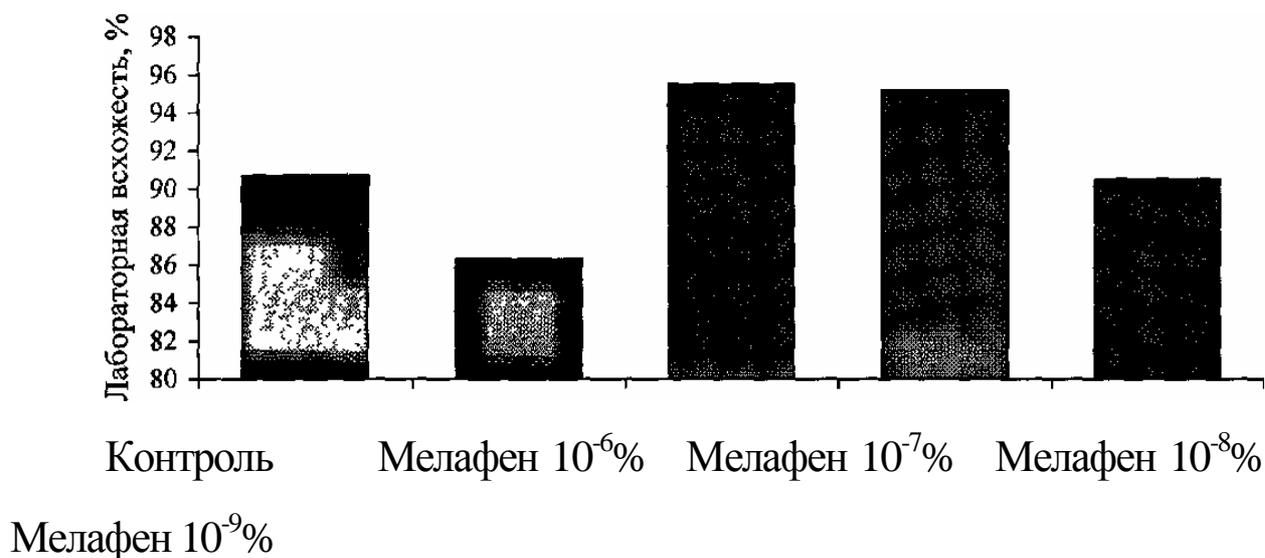


Рис. 5. Лабораторная всхожесть семян озимой ржи

В наших опытах были также использованы опыты с водной культурой, которые позволяют в лабораторных условиях определить направленность физиолого-биохимических процессов под

влиянием предпосевной обработки на начальных этапах роста и развития культуры.

Предпосевная обработка семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$ и $1 \cdot 10^{-8}\%$ оказывает положительное влияние на расход запасных питательных веществ зерновки, что проявляется в уменьшении ее массы на 9,1 и 2,5% и уменьшении объема питательного раствора на 2,7% по сравнению с контролем и, соответственно, увеличении массы надземной (листьев - на 14,0 и 12,5%) и подземной (корешков - на 18,8 и 26,7%) частей растений, а также длины листьев - на 4,3 и 5,5% и зародышевых корешков - на 8,2 и 12,2% соответственно (табл. 12).

Таблица 12 – Морфометрические показатели растений яровой пшеницы. водная культур

Показатели	Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$
Сухая масса надземной части, 100шт/г	0,69±0,06	0,76±0,06	0,73±0,17
Сухая масса подземной части, 100 шт/г	0,33±0,06	0,38±0,12	0,38±0,06
Сырая масса надземной части, 100 шт/г	6,37±0,33	8,07±0,25	7,70±0,22
Длина растения, см	7,58±0,64	10,81±0,92	9,75±0,98
Длина главного корешка, см	5,59	6,80	6,99
Оводненность, %	89,17±0,39	90,56±0,24	90,52±0,51

В результате усиления ростовых процессов происходит более интенсивное накопление сырой и сухой массы проростков и корешков (табл.13). Сухая масса надземной массы увеличивается на 6-10 %, длина растения увеличивается от 7,58-до 10,8 см, что составляет более 40% по отношению к контролю, увеличивается и длина корешка, в результате происходит усиление формирования адсорбирующей поверхности корневой системы.

Таблица 13 – Водная культура озимой ржи, 1998-2000 гг.

Вариант	Масса надземной части, г	Масса подземной части, г	Масса зерновки, г	Число растений, шт	Объем питательного раствора, мл	Длина листа, см	Длина корешков, см
Контроль	0,135	0,056	0,122	10	184,0	14,4	11,46
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	0,154	0,0665	0,111	10	179,2	15,02	12,40
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$	0,152	0,071	0,119	10	179,2	15,2	12,89

Адсорбирующая поверхность включает рабочую и недействительную поверхность. Отношение рабочей адсорбирующей поверхности к общей может служить важной характеристикой роста корневой системы. Увеличение этого отношения обусловлено

как величиной деятельной поверхности корня, так и более быстрым передвижением адсорбированных ионов внутрь корня. Результаты исследований адсорбирующей поверхности 10-дневных растений представлены в табл. 14,15.

Таблица 14 – Адсорбирующая поверхность корней яровой пшеницы

Показатели	Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$
Общая адсорбирующая поверхность, см ²	564,5	678,1	640,9
Рабочая адсорбирующая поверхность, см ²	275,3	337,1	307,7
Недеятельная поверхность, см ²	289,2	341,0	333,2
Отношение адсорбирующей поверхности к общей адсорбирующей поверхности	0,47	0,50	0,48

Данные показывают, что у опытных растений яровой пшеницы происходит увеличение общей адсорбирующей поверхности корней на 13,3-20,0%. Увеличение общей адсорбирующей поверхности, вероятно, связано с ростом корней на их объеме. Площадь рабочей (деятельной) поверхности корней на опытных вариантах превышает контроль от 10,7 до 122,5 %. В исследованиях с озимой пшеницей наибольшее значение отмечается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, где превышает контроль на 6,12%.

Таблица 15 - Влияние регуляторов роста на адсорбирующую поверхность корней озимой пшеницы, см²

Вариант	Удельная адсорбирующая поверхность корней			Отношение рабочей адсорбирующей поверхности корней к общей адсорбирующей поверхности
	общая	рабочая	недеятельная	
Контроль	572,15	282,56	289,59	0,49
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	586,73	306,15	280,58	0,52
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	648,12	326,01	322,11	0,50

Таким образом, мелафен как фиторегулятор увеличивает как общую, так и рабочую адсорбирующую поверхность корней, что создает предпосылки для усиленного минерального питания растений.

Косвенными характеристиками биосинтетических процессов проростков являются уровни биосинтеза белка и включения фосфат-ионов. В связи с этим, нами в опытах с водной культурой на растворе Кноппа было определено содержание белкового азота и фосфора в 10-дневных проростках (табл.16)

Результаты исследований показывают, что мелафен способствует интенсификации синтеза белка (0,41 – 0,62%) и более интенсивному включению соединений фосфора.

Таблица 16 – Содержание белкового азота и фосфора в 10-дневных проростках яровой пшеницы (водная культура)

Вариант	Белковый азот, %	Фосфор, %
Контроль	2,59	0,44
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	3,00	0,45
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$	3,12	0,46

Под влиянием предпосевной обработки мелафеном на ранних этапах роста и развития яровой пшеницы имеют повышенное содержание белка и соединений фосфора, из которого синтезируются макроэргические соединения, характеризуются более усиленным накоплением сухой массы, что может являться энергетической основой для устойчивой выживаемости на ранних этапах онтогенеза.

Анализ внутренних процессов, определяющих рост и развитие растений, а также их изменения в результате предпосевной обработки семян показывает, что в основном эти изменения ин-

терпретируются и фиксируются в процессе прорастания. Изучаемые препараты усиливают первичные ростовые процессы, увеличивают удельную адсорбирующую поверхность корней, способствуют ускоренному переходу растений от гетеротрофного типа питания к автотрофному.

Мелафен оказывает влияние и на полевую всхожесть семян сельскохозяйственных культур. Полевая всхожесть определяет густоту стояния растений, ассимиляционную поверхность листьев. Следует отметить, что на проявление стимулирующего действия фиторегулятора и формирование полевой всхожести оказывают влияние и почвенные условия в период прорастания семян - температура, влажность, механический состав, структурная характеристика почвы и т.д. (табл. 7).

Таблица 17 – Влияние мелафена на полевую всхожесть семян озимой ржи, шт/м

Годы		Варианты			НСР ₀₅
		Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$	
1998	шт./м	325,0	364,3	340,0	34,8
	%	-	112,1	104,6	
1999	шт./м	280,5	333,8	299,3	55,6
	%	-	134,6	106,7	
2000	шт./м	283,0	361,0	351,0	70,4
	%	-	127,6	124,0	

Во все годы исследований полевая всхожесть растений озимой ржи на исследуемых вариантах была выше контроля, однако

существенная разница наблюдается только на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, тогда как на втором опытном варианте разница была в пределах ошибки опыта.

Анализ данных показывает, что изменение полевой всхожести происходит при различных климатических условиях. Из-за недостатка влаги осенью 1998 г. всходы появились позднее, однако на вариантах с мелафеном $1 \cdot 10^{-7}$ % и $1 \cdot 10^{-8}$ % она была выше контроля на 12,1% и 4,6% соответственно; при аналогичных агрометеорологических условиях 1999 года полевая всхожесть была выше контрольного варианта на 19,0% и 6,7%. В 2000 году полевая всхожесть на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % была существенно выше контроля - на 27,6%, как и на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % - на 24,0%. По-видимому, в благоприятных для прорастания условиях наиболее полно реализуется потенциал растений, обработанных мелафеном.

Таким образом, мелафен является веществом, стимулирующим процесс прорастания как в лабораторных, так и в полевых условиях. Эффективность мелафена, как стимулятора прорастания семян озимой ржи, дает высокие показатели при использовании его в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ %. Концентрация $1 \cdot 10^{-9}$ %, по-видимому, не имеет достаточной силы, чтобы приводить в действие физиолого-биохимические процессы, а концентрация $1 \cdot 10^{-6}$ % оказывает подавляющее действие. Нами установлено, что

усиление прорастания под влиянием мелафена происходит вследствие активизации гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. Причем эта активизация вызывается более быстрым поглощением воды обработанными семенами.

6. ВЛИЯНИЕ МЕЛАФЕНА НА ЗАКАЛКУ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ ОЗИМЫХ

Неблагоприятные условия окружающей среды могут быть причиной многочисленных структурных и функциональных изменений, которые изначально направлены на то, чтобы организм адаптировался к условиям существования. Уровень устойчивости к стрессам является генетически контролируемым и наследуемым признаком, который проявляется под действием экстремального фактора (Джавадова Л.Г., Мамедова А.Д. и др., 2001).

Важная роль фитогормонов в условиях стресса проявляется в том, что они не только индуцируют «включение» коадаптивного комплекса морфофизиологических механизмов, но и интенсифицируют адаптивные процессы этих механизмов.

Способность организма переходить на режим адаптации реализуется путем взаимодействия со средой, и ее степень определяется как состоянием организма, так и дозой стрессора (Батыгин Н.Ф., 1986).

Урожай озимых культур в значительной мере зависит от их способности противостоять неблагоприятным условиям зимовки. В естественных условиях устойчивость озимых к неблагоприятным зимним условиям определяется морозостойкостью, устойчивостью к вымоканию, выпреванию, ледяной коре, зимней засухе и т.д.

В процессе эволюции у озимых растений сформировалась способность закаливаться к неблагоприятным условиям. Морозо- и зимостойкость развивается в результате сложной и длительной подготовки растений к зиме.

В нашем регионе одной из главных причин повреждения и гибели озимых является вымерзание растений. Повреждения растений при низких отрицательных температурах часто ослабляют их устойчивость к губительному действию других факторов. В процессах стойкости к низким температурам большинство исследователей отдают предпочтение какой-либо одной стороне метаболизма. Зимостойкость связывают с содержанием связанной воды (Дорошенко А.С., 1970), с накоплением моносахаров (Гаврилова Л.В., 1955; Дорофеев Н.В., 1998), олигосахаров (Марусин В.Н., 1966), небелковых форм азота (Туманов И.И., 1967), тогда как этот показатель необходимо рассматривать в комплексе признаков.

М.И. Безрукова и др. (2001), И.Л. Воловник и др. (2001) указывают на важное значение в проявлении антистрессовой активности способности растений при воздействии стрессовых факторов поддерживать целостность мембранных структур клеток.

По данным Л.П.Хохловой (2001), вызываемое фиторегуляторами замедление ростовых процессов, которое предшествует переходу растений в стресс-устойчивое состояние, связано с по-

явлением в клетках более стабильных, но малочисленных и функционально менее активных сообществ цитоскелетных структур. Этот механизм действует на начальных этапах низкого температурного закаливания и наиболее эффективен у маломорозоустойчивых сортов озимой пшеницы.

Некоторые авторы (Задонцев А.И., 1974; Калининко И.Г., 1976; Туманов И.И., 1979) считают, что наивысшей зимостойкостью отличаются растения, обладающие двумя главными биологическими свойствами – высокой морозостойкостью и замедленным темпом роста и развития осенью. Как указывает А.И.Задонцев (1974), растения, имеющие умеренно развитую вегетативную массу, оказываются более зимостойкими, т.к. при относительно одинаковых повреждениях у нормально раскустившихся растений процессы регенерации протекают более интенсивно. Устойчивость к перенесению неблагоприятных условий у них достигается резким снижением интенсивности роста при пониженных температурах (Туманов И.И., 1979).

В наших исследованиях интенсивность роста мы оценивали по нарастанию листовой поверхности и массы сухого вещества (рис.6, 7).

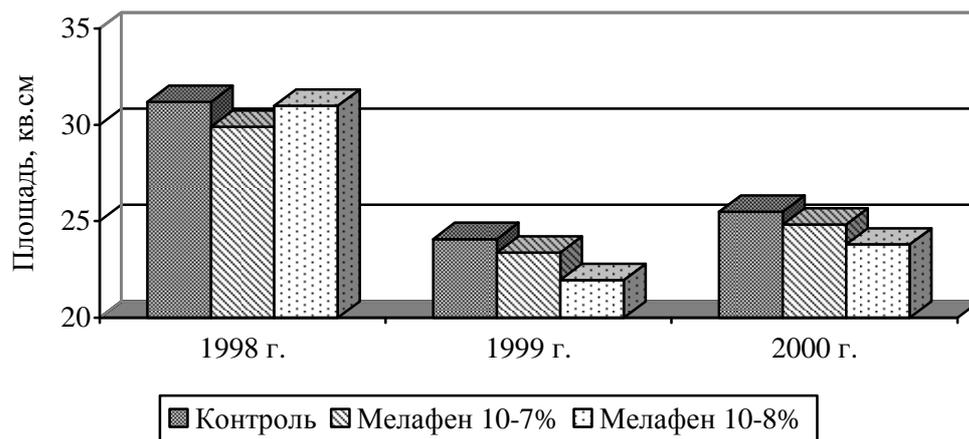


Рис. 6. Влияние мелафена на площадь ассимиляционной поверхности в фенофазу кущения, см²

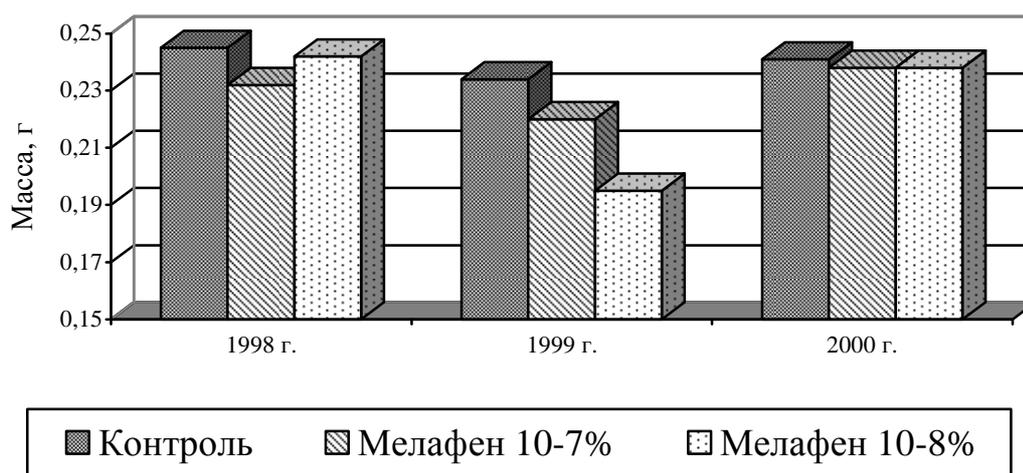


Рис. 7. Влияние мелафена на накопление массы сухого вещества в фенофазу кущения, г

Как показывают результаты наших исследований, предпосевная обработка семян мелафеном оказала влияние на ослабление роста растений озимой ржи в осенний период, что вызвано, вероятно, не столько понижением температуры воздуха, сколько

накоплением в тканях растений углеводов. Отмечено, что на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ масса сухого вещества в 1999 году была ниже контроля на 4,2%, тогда как на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$ она была практически на уровне контроля. В 1999 г. и 2000 г. на обоих вариантах этот показатель ниже контроля. Аналогичные данные получены и по площади ассимиляционной поверхности в предзимний период. Таким образом, на исследуемых вариантах происходит снижение интенсивности процессов роста растений озимой ржи, что подготавливает их к периоду зимнего покоя.

Работы Туманова И.И. (1967) показывают, что снижение активности ростовых процессов и переход в состояние покоя связаны с глубокими изменениями физико-химических свойств протоплазмы, которые выражаются в уменьшении водоудерживающей способности и, как следствие, в снижении оводненности биокolloидов протоплазмы, в их обезвоживании.

Исследованиями Н.А.Максимова (1952) убедительно доказано, что первопричиной гибели растений от низких температур является полное нарушение структуры протоплазмы, обусловленное совместным действием обезвоживания и механическим давлением льда.

Важна также роль сахаров как энергетических веществ, которые поддерживают метаболизм растений во время зимовки.

Велика их роль и в ранневесеннее время при возобновлении роста, когда растения восстанавливают утраченные за зиму органы.

Помимо накопления защитных веществ морозостойкость клетки может повышаться путем перевода свободной воды в коллоидно-связанное состояние. Связанная вода не замерзает даже при сильном понижении температуры, поддерживая тем самым коллоидную систему клетки в устойчивом состоянии. Снижение запаса свободной воды и увеличение процента коллоидно-связанной воды отмечалось у ряда сельскохозяйственных растений, подготавливающихся к перезимовке (Раскатов П.Б., 1954). Установлено, что содержание незамерзающей (связанной) воды в тканях зимостойкой пшеницы почти в 3 раза выше по сравнению с незимостойкой (Лебедев С.И., 1988).

В наших работах доказано, что предпосевная обработка мелафеном повышает содержание редуцирующих сахаров и связанной воды в узле кущения озимой ржи (табл. 18). Являясь органом, в котором у злаков сосредоточены функции ветвления, узел кущения представляет собой одновременно единственный орган, способный к образованию новых корней и надземных побегов в случае их гибели, кроме того, он является кладовой энергетических ресурсов в зимний период, поэтому так важна приспособленность функций узла кущения к благоприятному прохождению озимыми злаками зимнего покоя.

Таблица 18 – Содержание редуцирующих сахаров и связанной воды в узле кущения озимой ржи в воздушно-сухом состоянии, %

Варианты	1998-1999 гг.			1999-2000 гг.			2000-2001 гг.		
	но-ябрь	фев-раль	ап-рель	но-ябрь	фев-раль	ап-рель	но-ябрь	фев-раль	ап-рель
Среднемесячная температура									
	-7,6	-6,4	+7,7	-7,7	-5,7	+9,5	-3,1	-9,3	+8,8
Редуцирующие сахара									
Контроль	24,0	15,1	10,8	18,6	14,9	10,05	17,1	16,7	13,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	37,1	22,1	14,3	22,7	20,5	14,6	21,4	20,3	15,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	35,2	18,0	14,2	23,8	21,1	15,1	22,8	21,8	16,9
Связанная вода									
Контроль	39,4	36,8	33,7	44,8	39,4	35,4	41,1	37,3	34,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	42,4	38,8	36,1	46,1	41,3	37,2	43,2	39,5	37,7
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	41,9	38,1	35,6	46,7	41,7	37,5	44,6	40,3	37,8

Как видно из таблицы 18, мелафен оказывает положительное влияние на накопление редуцирующих сахаров и связанной воды в осенне-зимний период во все годы исследований, что сказывается положительным образом на успешной зимовке растений. С понижением температуры в узлах кущения количество уг-

леводов увеличивается. Вероятно это происходит за счет оттока их из листьев и гидролиза олиго- и полисахаридов. Наибольшее содержание редуцирующих сахаров у опытных растений отмечено в 1998 году (превышает контрольный вариант на 13,2% и 11,2%) и объясняется хорошей закалкой растений в осенний период, когда стояла ясная и сухая погода. В 1999-2000 гг. это содержание ниже, однако и здесь на опытных вариантах оно превышает контроль на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % на 4,1% и 5,2% соответственно. 2000-2001 гг. характеризовался экстремальными условиями перезимовки, частыми оттепелями в зимний период, когда среднегодовая температура была выше обычной на $15-17^{\circ}\text{C}$, а также поздним сходом снега. При таких условиях лимитирующим фактором становится способность озимых культур противостоять неблагоприятным воздействиям внешней среды, и в этом случае обработка семян мелафеном, как фактор, повышающий зимостойкость опытной культуры, оказывает решающее влияние. Как показывают исследования, на опытных вариантах содержание редуцирующих сахаров было выше контроля на 4,3% и 5,7%.

Однако хорошая зимостойкость растения зависит не только от способности накапливать криозащитные соединения в осенний период, но и от экономного расходования их в течение зимнего

периода. Во второй половине зимы, вследствие процесса дыхания, происходит снижение углеводов.

В наших исследованиях, на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$ происходило снижение углеводов в течение зимы, но это расходование происходит более экономно на опытных вариантах и выше контроля: в 1999 г. – на 7,0% и 2,9% в феврале и на 3,4% и 3,5% в апреле; в 2000 г. – на 5,6% и 6,2% в феврале и на 4,6% и 5,05% в апреле; в 2001 г. – на 3,6% и 5,1% в феврале и на 2,4% и 3,7% в апреле.

По содержанию связанной воды наблюдается аналогичная картина, что и по содержанию углеводов: на опытных вариантах во все годы исследований этот показатель выше контрольного варианта.

Таким образом, обработка семян озимой ржи мелафеном перед посевом приводит к большему накоплению сахаров в узле кущения и является фактором, усиливающим естественную закалку в осенних условиях. Установлено, что в результате использования мелафена улучшается соотношение свободной и связанной воды. В листьях опытных растений наблюдается более высокая относительная тургесцентность и меньший водный дефицит. Положительные изменения оводненности опытных растений способствовали интенсификации синтетических процессов, лучшей выживаемости (табл. 19,20).

Таблица 19 – Результаты выживаемости и урожайности растений озимой ржи

Варианты	1998-1999 гг.	1999-2000 гг.	2000-2001 гг.
Контроль	56,3	53,7	55,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	64,4	61,4	63,0
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	62,3	61,6	63,3

Таблица 20 – Влияние мелафена на зимостойкость озимой пшеницы

Вариант	Количество перезимовавших растений, %			Среднее
	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.	
Контроль	66,4±1,6	79,7±2,5	74,8±1,8	73,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	85,6±2,4	86,0±1,9	77,6±3,1	83,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	81,5±3,2	84,2±1,6	77,9±1,9	81,2

Гибель озимой ржи в годы исследований (1998-2001) происходила по разным причинам: 1998-1999 гг. – выпревание; 1999-2000 – выпревание; 2000-2001- резкие перепады температур; 2005-2006 – резкие перепады температур зимой, снежная пле-

сень; 2006-2007 – вымерзание, 2007-2008 – выпревание и снежная плесень.

Данные таблиц показывают, что зимостойкость у опытных вариантов была выше по сравнению с контролем. Используемые факторы способствовали увеличению выживаемости озимой ржи на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и $1 \cdot 10^{-8}\%$ этот показатель был выше контроля в 1999 г. на 8,1% и 6,0, в 2000 г. – на 7,7% и 7,9%, в 2001 г. – на 7,8% и 8,1%. В 2000 г. и 2001 г. выживаемость была выше на мелафене в концентрации $1 \cdot 10^{-8}\%$, тогда как в 1999 г. этот показатель был ниже варианта с мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$. Вероятно, это связано с меньшим накоплением редуцирующих сахаров в осенний период 1998 года.

Сохранность озимой пшеницы в 2006-2007 году выше, чем в 2005-2006 гг. и 2007-2008 гг., что связано с резкими перепадами температуры, оттепелью в декабре-январе 2005-2006 году и выпреванием весной 2008 года. В 2005-2006 году выживаемость растений после перезимовки в среднем составляет 82%, наибольшая сохранность отмечена на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$, где составляет 85,6%, что на 19,2% выше контроля. В 2006-2007гг. применение мелафена $1 \cdot 10^{-7}\%$ способствовало повышению сохранности по сравнению с контролем и на 7,0. Сохранность растений 2007-2008 гг. в среднем составила 77,5%. Весной 2006 и 2008 годов растения были повреждены снежной плесенью, в свя-

зи с этим сохранность озимой пшеницы ниже. В среднем за годы исследований лучшую зимостойкость озимой пшеницы 83,1% обеспечивала обработка семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %. Количество перезимовавших растений было на 9,5% больше, чем на контроле.

Таким образом, исходя из наших исследований, можно сказать, что предпосевная обработка семян озимых мелафеном оказывает положительное влияние на зимостойкость растений. Мелафен является фактором, усиливающим закалку, повышающим экологическую пластичность и адаптивные свойства растений на протяжении всего неблагоприятного осенне-зимнего периода. Обработка семян используемым веществом улучшает естественную закалку растений озимых и способствует долгому сохранению такого состояния, что приводит к повышению жизнеспособности данной культуры в неблагоприятных условиях зимнего периода.

7. ДИНАМИКА МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ ОЗИМЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕЛАФЕНА

7.1. Динамика содержания микроэлементов в растениях озимой ржи

Редкие и рассеянные химические элементы (микроэлементы) играют большую роль в жизни растительного организма. Микроэлементы необходимы растениям в относительно малых количествах. Их недостаток в почвах, как и избыток, приводит к снижению урожайности культурных растений, ухудшению качества сельскохозяйственной продукции, а в некоторых случаях является причиной эндемических (местных) заболеваний растений, животных и человека. Поступление микроэлементов в живые организмы в системе почвы → растения → животные → человек. При этом человек получает микроэлементы как с животной, так и с растительной пищей (Каталымов М.В., 1965; Городный Н.М., Сердюк А.Г., 1977).

Микроэлементы требуются для всех организмов лишь в оптимальных количествах. Полное отсутствие микроэлементов в питании, так же, как и избыток их, вызывает заболевания и гибель живых организмов от болезней, связанных с резким нарушением обмена веществ. Микроэлементы участвуют в таких важнейших биохимических процессах, как дыхание (медь, цинк, марганец, кобальт), фотосинтез (марганец, медь), синтез белков

(марганец, кобальт, никель, хром), белковый, углеводный и жировой обмен веществ (молибден, ванадий, кобальт, вольфрам, марганец, цинк), синтез гумуса (медь) (Троицкий Е.П., 1969).

Все элементы минерального питания тесно связаны между собой участием в единых процессах, но роль каждого из них строго специфична. Это сформулировано в законе Либиха (закон минимума): определяющим урожаем и его качеством является элемент, находящийся в минимуме, независимо от того, в каком количестве он требуется растению. Поэтому роль микроэлементов в получении высоких и полноценных урожаев сельскохозяйственных культур столь же велика и не менее значима, сколь и основных элементов минерального питания – азота, фосфора и калия. Однако химический анализ почвы на содержание доступных растениям форм микроэлементов нельзя считать реально отражающим необходимую потребность растений в силу двух причин. Первая: часто при оценке почвенной вытяжки не делают различий между подвижными и доступными растениям формами микроэлементов, тогда как доказано, что растениями используется менее 1% извлекаемых из почвы микроэлементов (Ягодин Б.А., 1980). Поэтому следует проявлять известную осторожность при оценке обеспеченности почв усвояемыми формами микроэлементов. Вторая: даже на почвах с высоким содержанием микроэлементов растения в силу различных причин могут испытывать го-

лодание от недостатка тех или иных элементов. Фактически любые почвенно-климатические условия могут влиять на подвижность и усвояемость микроэлементов растениями.

Поглощение микроэлементов осуществляется как метаболическим, так и неметаболическим путем (Э.В.Рудакова, К.Д.Каракис, 1987). По-видимому, имеется ряд одновременно функционирующих различных механизмов поглощения, действующих в зависимости от внешних и внутренних факторов. По мнению Б.А.Ягодина и др. (1988) поглощение микроэлементов зависит от биологических особенностей растений, в первую очередь от катионообменной емкости корней, биохимического состава и прочности связи ионов с клеточными оболочками.

В зависимости от конкретных условий растение неоднозначно реагирует на недостаток микроэлементов, поэтому и трудно его обнаружить. Находясь в довольно жестких условиях микроэлементного питания, растение стремится поддерживать необходимый ему уровень содержания микроэлементов, отвечая на этот режим снижением общей биомассы и продуктивной части. Однако в некоторых случаях (Трейман А.А., 1984) растение, не снижая урожая, может давать семена с низким содержанием микроэлементов.

Нашими исследованиями (1998-2001 гг.) установлено, что мелафен оказывает влияние на содержание микроэлементов в

растениях опытной культуры - по всем вариантам опыта динамика поступления имеет сходную картину. Содержание железа, марганца, цинка и меди имеет тенденцию к снижению, в то время как содержание кобальта и йода повышается. Содержание молибдена повышается в 1999 г., но в 2000 г. и в 2001 г. оно снижается.

По степени накопления в биомассе с фазы весеннего отрастания до фазы трубкования изучаемые микроэлементы составили ряд $Fe > Mn > Zn > Cu > Mo > J \geq Co$. Начиная с фазы колошения, элементный ряд по содержанию микроэлементов в биомассе и зерне принимает следующий вид $Fe > Mn > Zn > Cu > Mo > Co > J$. По данному элементному ряду можно судить об избирательном накоплении того или иного микроэлемента. Элементы распределились в ряду с точки зрения физиологической значимости их для растений. Под влиянием мелафена общие закономерности данного процесса не изменяются, но наблюдается тенденция более интенсивного накопления практически всех микроэлементов, как на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$, так и на варианте $1 \cdot 10^{-8}\%$. На исследуемых вариантах наблюдается процент повышения содержания микроэлементов и колеблется он в пределах от 1,2 до 92,5 в зависимости от варианта, фазы и микроэлемента. Например, в фазу кущения процент накопления йода по отношению к контролю составляет 9,8% на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и 39,2% на варианте

мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$, на марганце, соответственно, 14,6% и 24,2%. Но уже в фазу колошения процент накопления на йоде на вариантах с мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$ и $1 \cdot 10^{-8}\%$ повышается до 67,5% и 92,5%, тогда как на марганце он снижается до 12,9% и 14,0% соответственно. Т.е., максимум накопления йода под влиянием используемых факторов приходится на фазу колошения, тогда как на марганце этот максимум был в фазе весеннего отрастания и в дальнейшем шел на убыль (табл. 21).

Отмечается стабильно повышенное содержание железа в растениях в течение всего онтогенеза. Атом железа восстанавливается сравнительно легко, поэтому соединения железа являются переносчиками электронов в биохимических процессах. В основе реакций, происходящих при дыхании растений, лежит процесс переноса электронов, который осуществляется ферментами - дегидрогеназами и цитохромами, содержащими железо. Поэтому повышение содержания железа положительно сказывается на процессах дыхания и фотосинтеза.

Исследования по микроэлементам в зерне озимой ржи показали, что содержание практически всех элементов под влиянием обработки мелафеном было выше контрольного варианта, что сказывается положительно на качестве получаемой продукции (табл. 22).

Таблица 21 – Динамика микроэлементов в растениях озимой ржи, мг/кг, 1999-2001 гг.

Варианты	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	J	Mo
весеннее отрастание							
Контроль	217,2	103,1	18,3	12,3	0,063	0,051	1,74
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	206,3	118,2	18,2	13,1	0,071	0,056	2,71
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	217,3	128,1	19,0	11,8	0,068	0,071	2,32
трубкование (листья)							
Контроль	223,7	11,5	16,4	10,6	0,10	0,042	0,43
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	221,4	124,3	10,7	10,8	0,14	0,050	0,54
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	238,0	131,0	10,4	9,5	0,13	0,065	0,51
трубкование (стебли)							
Контроль	154,3	87,3	14,5	8,5	0,12	0,041	0,42
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	158,1	89,5	12,3	9,6	0,13	0,049	0,51
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	160,2	89,3	11,3	9,5	0,15	0,059	0,48
колошение (листья)							
Контроль	240,4	111,4	22,8	9,6	0,17	0,087	0,47
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	243,1	120,2	18,6	12,3	0,175	0,090	0,56
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	255,5	119,8	20,6	10,8	0,181	0,107	0,57
колошение (стебли)							
Контроль	160,2	80,2	17,5	8,6	0,18	0,036	0,31
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	163,4	91,4	15,9	8,9	0,21	0,056	0,36
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	176,7	92,3	17,9	8,2	0,20	0,070	0,37
колошение (колосья)							
Контроль	185,2	82,1	19,1	9,4	0,17	0,040	1,37
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	191,4	92,7	16,8	10,9	0,18	0,067	1,40
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	193,5	93,6	19,3	9,1	0,18	0,077	1,43
молочно-восковая спелость (стебли)							
Контроль	153,2	52,3	20,7	7,9	0,21	0,11	2,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	145,6	51,8	21,7	7,7	0,21	0,21	2,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	149,8	53,9	18,2	7,3	0,23	0,22	2,3
молочно-восковая спелость (колосья)							
Контроль	185,2	79,2	17,7	8,8	0,20	0,093	1,38
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	191,6	83,2	17,7	8,4	0,21	0,097	1,41
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	193,7	87,4	16,0	7,8	0,225	0,100	1,44

Таблица 22 – Содержание микроэлементов в зерне озимой ржи, мг/кг (1999-2001 гг.)

Варианты	Контроль	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$
Fe	148,33±0,984	157,333±0,441	160,067±0,067
Mn	48,8±0,208	51,7±0,173	52,333±0,167
Zn	19,433±0,176	18,333±0,167	19,0±0
Cu	5,967±0,033	6,333±0,033	6,1±0
Co	0,14±0	0,15±0	0,16±0
J	0,097±0,002	0,103±0,003	0,107±0,003
Mo	1,4±0	1,5±0	1,6±0

Как показывают данные таблицы 22, содержание микроэлементов было выше контроля на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$: Fe – на 6,0% и 7,9%; Mn – на 5,9% и 7,2%; Cu – на 6,2% и 2,3%; Co - на 7,1% и 14,2%; J - на 6,1% и 10,3%; Mo - на 7,1% и 14,2%. Наблюдается снижение содержания цинка на 5,7% на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$, однако по данным некоторых авторов (Каталымов М.В., 1975; Анспок П.И., 1990) считается, что рожь, наряду с пшеницей, овсом, ячменем, относится к растениям, слабо чувствительным по отношению к цинку, поэтому незначительное снижение содержания этого элемента, хотя и до известных пределов, не будет отрицательно сказываться на качестве полученной продукции.

Таким образом, наши исследования показывают, что предпосевная обработка мелафеном повышает содержание микроэлементов в растениях озимой ржи в течение онтогенеза, что благоприятно сказывается на различных биохимических процессах, протекающих в этой культуре. Повышение содержания микроэлементов в зерне озимой ржи позволяет получать биологически полноценную продукцию.

7.2. Динамика содержания макроэлементов в растениях озимой пшеницы

Наши исследования показывают (табл. 23,24,25), что содержание азота в органах озимой пшеницы подвержено сильным изменениям и изменяется на протяжении всего вегетационного периода. Максимальное количество его на всех вариантах наблюдается в фазу всходов, а на вариантах с применением мелафена его количество увеличивается на 0,25 – 0,44% , то есть под влиянием используемых росторегуляторов усиливается метаболизм азотистых соединений.

В фазу кущения на опытных вариантах эта тенденция сохраняется, превышение общего азота на 0,13-0,3%.

Наибольшее количество азота в фазу выхода в трубку наблюдается в листьях на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, где составляет 2,67%, тогда как на контроле не превышает 2,48%.

В фазу молочной спелости содержание азота уменьшается по сравнению с контрольным вариантом, за счет более интенсивного оттока азота в репродуктивные органы для построения молекул аминокислот.

Таким образом, результаты исследований показывают, что мелафен оказывает влияние на азотный метаболизм, за счет усиления процесса поступления в растения и более интенсивного превращения, восстановления и перехода в репродуктивные органы, о чем свидетельствует увеличение белка (на 0,83-1,88%) и клейковины (на 1,15-2,65%).

Известно, что поглощение фосфора растением происходит в основном в виде гидро - дегидрофосфат анионов и находится в прямой зависимости от наличия в почве. В отличие от анионов NO_3^- и SO_4^{2-} , фосфат ионы не восстанавливаются в растениях до усвояемых форм, а находятся в окисленной форме.

Фосфор необходим для образования макроэргических связей в АТФ, ГТФ и др. за счет которых происходит энергетический обмен, поэтому изучение динамики поступления и передвижения по растению имеет большое значение. Наибольшее его содержание в начале вегетации, к концу наблюдается уменьшение данного элемента, как в опытных, так и контрольных вариантах.

Таблица 23 - Влияние регуляторов роста на динамику содержания азота в органах озимой пшеницы, % на абсолютно-сухое вещество (в среднем за 2005-2008 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущение	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	коло- сья	листья	стебли	коло- сья
Азот										
Контроль	3,12	2,90	2,48	2,17	2,06	2,06	2,49	0,97	1,14	2,44
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,47	3,03	2,67	2,24	2,15	2,06	2,46	1,09	1,23	2,89
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,40	3,04	2,52	2,25	2,10	1,96	2,47	0,98	1,14	2,82

Таблица 24 - Влияние регуляторов роста на динамику содержания фосфора в органах озимой пшеницы, % на абсолютно-сухое вещество (в среднем за 2005-2008 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущение	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	коло- сья	листья	стебли	коло- сья
Фосфор										
Контроль	0,57	0,44	0,40	0,37	0,36	0,32	0,41	0,21	0,26	0,48
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,61	0,49	0,41	0,38	0,39	0,36	0,44	0,20	0,23	0,53
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,63	0,51	0,42	0,38	0,36	0,32	0,45	0,19	0,23	0,51

Таблица 25 - Влияние регуляторов роста на динамику содержания калия в органах озимой пшеницы, % на абсолютно-сухое вещество (в среднем за 2005-2008 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущение	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	коло- сья	листья	стебли	коло- сья
Калий										
Контроль	2,98	2,63	2,31	2,06	1,90	1,95	1,74	1,21	1,28	0,69
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,05	2,78	2,39	2,02	1,94	1,97	1,83	1,27	1,46	0,72
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,21	2,88	2,39	2,10	1,96	1,99	1,98	1,21	1,39	0,68

Это указывает на то, что относительная потребность в фосфоре в первые периоды, когда преобладают процессы роста, выше, чем в последующие, так как на первом этапе жизни растений образуется большая часть массы цитоплазмы, в которой фосфор является необходимой составной частью.

Достаточное фосфорное питание значительно ускоряет образование растениями озимой пшеницы репродуктивных органов, этому способствует фосфорорганический росторегулятор – мелафен, и, регулируя этим препаратом можно существенно изменить соотношение между зерном и соломой.

Установлено, что в среднем за годы исследований в фазы выхода в трубку и колошения фосфора больше в листьях озимой

пшеницы, чем в стеблях, как на контрольном, так и в опытных вариантах. В фазу молочной спелости происходит уменьшение содержания фосфора в листьях и в стеблях по сравнению с предыдущими фенофазами и увеличение его в колосьях, причем в листьях фосфор уменьшается в большей степени (табл. 24).

Изменение содержания фосфора по мере роста и развития озимой пшеницы под воздействием используемых факторов еще раз подкрепляет положительное влияние мелафена на активацию фосфорного обмена.

В отличие от азота и фосфора, входящих в состав различных органических соединений в растениях, калий содержится почти целиком в ионной форме и частично в виде растворимых солей (KCl , $KHCO_3$, K_2HPO_4) в клеточном соке в адсорбированном состоянии на субклеточных структурах клетки и поступает в растение в виде катиона калия.

Калий повышает гидрофильность протоплазмы и увеличивает ее водоудерживающую способность, влияет на образование и передвижение углеводов, синтез белка, регулирует активность других элементов питания и тем самым повышает продуктивность сельскохозяйственных культур (Алов, 1966; Лебедев, 1988; Рубин, 1976).

Исследования, проведенные нами по динамике калия (табл. 25) показывают, что наибольшее содержание на всех вариантах

отмечается в фазу всходов и кущения. В листьях максимальное содержание в фазу всходов и кущения наблюдается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$. По мере дальнейшего роста и развития содержание калия уменьшается во всех органах. В фазу выхода в трубку, регуляторы роста не оказывают сильного влияния на динамику калия. Это, по-видимому, связано с высокой подвижностью по растению и в связи с быстрой реутилизацией. В фазу выхода в трубку и колошение увеличение калия отмечается на вариантах с применением мелафена, где превышает контроль на 0,08 и 0,06%.

Наименьшее его количество в органах озимой пшеницы наблюдается в фазу молочной спелости (максимальное накопление отмечается на варианте с применением мелафена $1 \cdot 10^{-7}\%$, где составляет 1,27% при содержании на контроле - 1,21%.

В стеблях на содержание калия в фазу выхода в трубку и колошения максимальное влияние оказывает мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$, где составляет 2,10 и 1,99%, что выше по сравнению с контролем на 0,04%.

В фазу молочной спелости наибольшее количество отмечается на варианте с мелафеном $1 \cdot 10^{-7}\%$, где выше контроля на 0,18%. Необходимо отметить, что на накопление калия в колосе также наибольшее значение оказывает мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$, где составляет 1,98% - в фазу колошения при 1,74% на контроле, а в

фазу молочной спелости - 0,72% при значении на контроле – 0,69%.

На содержание калия используемые регуляторы роста сильного действия не оказывают (наибольшее содержание в начале вегетации и постепенное уменьшение при созревании озимой пшеницы). По-видимому, уменьшение содержания калия и концу вегетации связано с тем, что он находится в растениях в ионной форме, не связан с органическими соединениями и легко вымывается выпавшими осадками, но кроме этого потери калия происходят вследствие частичного оттока питательных веществ к концу созревания в корневую систему.

Проведенные нами исследования показывают, что максимальное количество азота и фосфора содержится в молодых растениях. Количество азота к моменту созревания уменьшается, так как происходит отток его к репродуктивным органам.

Таким образом, мелафен улучшает азотный и фосфорный метаболизм и улучшают энергетический обмен, создавая тем самым предпосылки для получения зерна высокого качества.

7.3. Вынос макроэлементов урожаем.

Вынос питательных элементов с урожаем в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий, биологических особенностей культур, предшественника и уровня агротехники.

Мелафен способствовал увеличению общего выноса макроэлементов урожаем зерна и соответствующим количеством побочной продукции (табл. 26).

Показатель выноса питательных веществ при применении мелафена существенно отличался от контроля. Так, на контрольном варианте общий вынос с урожаем составил: азота 93,29 кг/га, фосфора 20,86 кг/га, калия 64,31 кг/га. На изучаемых вариантах общий вынос азота варьировал от 106,10 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$) до 117,29 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$), фосфора от 21,74 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$) до 24,08 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$), калия от 74,88 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$) до 82,09 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$).

При изучении выноса элементов питания по вариантам, в пересчете на 1 т продукции, разница в выносе NPK несколько сглаживается, но закономерность в основном сохраняется.

Наибольший вынос азота 117,29 и калия 82,10 кг/га наблюдался на варианте с обработкой семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$.

Таким образом, полученные результаты показали, что при применении регуляторов роста увеличивается вынос азота, фосфора и калия как основной так и побочной продукцией озимой пшеницы. Увеличение выноса связано с ростом урожайности и повышением концентрации этих элементов в продукции.

Таблица 26 - Влияние регуляторов роста калия на вынос азота, фосфора и калия урожаем озимой пшеницы, кг/га

Вариант	Зерно			Солома			Общий вынос		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	57,87	10,08	10,55	35,42	10,78	53,76	93,29	20,86	64,31
Мелафен 1·10 ⁻⁷ %	77,38	13,67	12,61	39,91	11,13	69,48	117,29	24,8	82,09
Мелафен 1·10 ⁻⁸ %	69,62	11,25	11,65	36,48	10,49	63,23	106,1	21,74	74,88

ВЛИЯНИЕ МЕЛАФЕНА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОЛУ- ЧАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Фотосинтез – основной процесс, приводящий к образованию органических соединений, во время которого происходит биологическое преобразование электромагнитной (лучистой) энергии в химическую. Эта химическая энергия в конечном счете используется для синтеза органических соединений, благодаря чему возможна жизнь всех растений, животных и человека на Земле. Фотосинтез – источник свободного кислорода на нашей планете (Плешков Б.П., 1987)

Фотосинтез является основным физиологическим процессом, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур, т.к. за счет него образуется 90-95% сухого вещества растений. Листовая поверхность является наиболее подвижным показателем роста. В современном сельскохозяйственном производстве растения используют для формирования урожая 0,7-2% ФАР (Ничипорович А.А. и др., 1961).

Управление процессами фотосинтеза, их регулирование представляет собой один из наиболее эффективных путей управления продуктивностью растения, путей воздействия на его урожайность

Нарастание ассимиляционной поверхности листьев растений озимой ржи в отдельные годы несколько различалось в зависимости от метеорологических условий, в первую очередь от водообеспеченности. (табл. 27,28).

Таблица 27 – Площадь ассимиляционной поверхности озимой ржи, см²

Варианты	Фенофазы			
	весеннее от- растание	трубкование	колошение	МОЛ-восковая спелость
1999 г.				
Контроль	4,31	16,65	13,60	13,33
Мелафен 1·10 ⁻⁷ %	4,98	18,57	16,93	16,2
Мелафен 1·10 ⁻⁸ %	5,34	16,13	14,87	14,37
2000 г.				
Контроль	3,9	8,2	9,3	8,6
Мелафен 1·10 ⁻⁷ %	4,6	8,7	10,2	10,4
Мелафен 1·10 ⁻⁸ %	4,7	9,0	9,8	9,7
2001 г.				
Контроль	2,16	12,9	7,71	-
Мелафен 1·10 ⁻⁷ %	2,50	11,5	7,82	-
Мелафен 1·10 ⁻⁸ %	2,20	11,1	8,1	-

Таблица 28 – Влияние регуляторов роста на динамику листовой поверхности озимой ржи по годам исследования, тыс.м²/га

Вариант		Контроль	Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	Мелафен 1•10 ⁻⁸ %
Года исследования	Фенологическая фаза			
2006	кущение	10,14	21,55	20,89
2007		14,58	22,26	20,36
2008		13,53	18,31	17,20
среднее		12,75	20,71	19,48
2006	Выход в трубку	11,73	20,25	19,51
2007		17,14	23,67	20,27
2008		23,52	30,46	28,57
среднее		17,46	24,79	22,78
2006	колошение	19,99	32,14	29,87
2007		31,15	42,30	35,33
2008		34,87	45,21	41,95
среднее		28,67	39,89	35,72
2006	молочная спелость	14,88	22,48	22,68
2007		22,41	33,29	29,41
2008		26,56	31,51	30,26
среднее		21,28	29,10	27,45

Нашими исследованиями установлено, что изменение площади листьев имеет параболический характер: с фазы весеннего отрастания идет увеличение этого показателя с максимумом в фа-

зу трубкования и дальнейшим его уменьшением в связи с отмиранием листьев (в 1999 г. и 2001 г.), в 2000 году наблюдалось более замедленное нарастание площади ассимиляционной поверхности с максимумом этого показателя в фазу колошения. В 2001 г. уже до фазы молочно-восковой спелости наблюдалось отмирание листьев на всех вариантах опыта, связанное с жаркой без осадков погодой в июле

Наши исследования показывают, что под влиянием росторегуляторов происходит повышение площади листовой поверхности озимой пшеницы в среднем за годы исследований в 1,02-1,33 раза по-сравнению с контролем. При этом следует указать, что на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ наблюдается наибольшее увеличение ассимиляционной поверхности.

В фазу молочной спелости вклад листьев в фотосинтез целого растения падает из-за интенсивного оттока ассимилятов в репродуктивные органы и накопление их в зерновках.

Положительное влияние мелафена на фотосинтетическую деятельность растений показывают и данные, полученные при изучении этого препарата на расторопше пятнистой (табл. 29).

В современных условиях ведения сельского хозяйства одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства является получение с минимальных площадей более высоких урожаев с наименьшими затратами. Высокая урожайность получается лишь

в том случае, когда в течение вегетации потребность растения удовлетворяется наилучшим образом (Ничипорович А.А., 1956). Поэтому этот показатель является главной мерой при оценке влияния новых факторов на сельскохозяйственные культуры.

Таблица 29 – Показатели фотосинтетической деятельности посевов расторопши пятнистой

Вариант	Площадь листьев, тыс.м /га				Фотосинтетический по- тенциал, млн м -дн./га				Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м -сутки			
	2002г.	2003г.	2004г.	Сред.	2002г.	2003 г.	2004г.	Сред.	2002г.	2003г.	2004г.	Сред.
Контроль	39,9	42,1	41,7	41,2	1,95	2,15	1,99	2,03	1,87	1,96	1,89	1,91
Мелафен 10 ⁻⁷	49,6	53,5	51,9	51,7	2,43	2,70	2,56	2,56	2,68	2,77	2,72	2,72

Результаты наших исследований дают положительный ответ об эффективности применения мелафена в технологии озимой ржи. Во все годы исследований применение мелафена способствовало существенному увеличению урожайности по сравнению с контрольным вариантом. Причем это увеличение наблюдалось как в благоприятные по климатическим условиям 1999 и 2000 гг., так и в экстремальном 2001 году (табл.30).

Как показывают наши исследования, применение мелафена дает достоверную прибавку урожайности по обоим вариантам опыта. Причем выявляется неравнозначность применения мела-

фена в той или иной концентрации в разные годы. Установлено, что в наиболее благоприятном 1999 г. наибольшая прибавка наблюдается по варианту мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ - 0,8 т/га, что на 16,3% выше контрольного варианта, тогда как на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$ прибавка к контролю составляет 0,6 т/га, что выше контроля на 12,2%. В 2000 г. прибавка выше на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$ - на 0,6 т/га, что на 14,3% выше контроля, на мелафене в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$ этот показатель ниже, чем в 1999 г. – на 0,3 т/га и 7,1% выше контроля.

В экстремальном 2001 г. на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и $1 \cdot 10^{-8}\%$ увеличение урожайности по отношению к контролю составило 7,8% и 10,1% соответственно. Т.е. можно сказать, что в благоприятных погодно-климатических условиях в лучшей степени проявляет себя вариант с мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$, тогда как в экстремальных полнее реализуется потенциал растений, обработанных мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-8}\%$.

Таблица 30 – Урожайность озимой ржи, т/га

Варианты	Годы			Средняя	Прибавка	
	1999	2000	2001		т/га	%
Контроль	4,95	4,20	3,57	4,24	-	-
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	5,73	4,45	3,85	4,67	0,43	110,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	5,50	4,78	3,93	4,73	0,49	111,5
НСР ₀₅	0,21	0,21	0,13			

Наши исследования по влиянию мелафена были подтверждены производственными испытаниями. Опыты по применению мелафена были проведены в хозяйстве «Прогресс», в СПК им. Калинина и СПК «Топорнинский» Николаевского района Ульяновской области (табл. 31).

На основе вышеизложенного можно сделать заключение: обработка семян озимой ржи перед посевом мелафеном является сильнодействующим фактором, обеспечивающим рост и развитие культуры не только на начальном этапе онтогенеза, но и способствует увеличению показателей фотосинтетической деятельности, элементов структуры урожайности, что в конечном итоге повышает урожайность, о чем свидетельствуют производственные испытания.

Таблица 31 – Результаты производственных испытаний по применению мелафена на озимой ржи в хозяйствах Ульяновской области

Варианты	Площадь, га		Урожайность, т/га		Прибавка	
	кон- троль	опыт	кон- троль	опыт	т/га	% к кон- тролю
«Прогресс»						
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	100	197	0,95	1,10	0,15	115,7
СПК им.Калинина						
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	100	320	1,53	1,74	0,21	113,7
СПК «Топорнинский»						
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	100	200	1,30	1,52	0,22	116,9

Как показывают наши исследования, применение мелафена оказало положительное влияние на увеличение содержания витаминов группы В.

Во все годы исследований сумма витаминов на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и $1 \cdot 10^{-8}\%$ было выше контроля на 0,7 и 2,1% в 1999 г., на 4,4 и 2,2% в 2000 г., на 1,7 и 2,7% в 2001 г. (табл. 32).

Таблица 32 – Содержание витаминов группы В в зерне озимой ржи, мг/100 г сухого вещества

Варианты	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	Σ
1999 г.							
Контроль	3,5	1,1	10,1	935	45	5,5	1000,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,7	1,3	10,6	940	46	5,7	1007,3
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,6	1,5	10,6	955	45	5,7	1021,4
2000 г.							
Контроль	3,4	0,9	9,5	920	46	5,4	985,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,6	1,1	10,0	960	48	5,6	1028,3
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,5	1,0	9,8	940	47	5,5	1006,8
2001 г.							
Контроль	3,6	1,1	10,5	940	47,0	5,6	1007,8
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,75	1,4	10,6	955	48,5	5,8	1025,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,6	1,5	10,7	965	49,0	5,9	1035,1

Таким образом применение мелафена для предпосевной обработки семян озимой ржи положительно сказывается на качестве получаемого урожая. Применяемый препарат оказывает положительное влияние на содержание минеральных веществ и способствует получению более витаминизированного зерна этой культуры.

Результаты наших исследований (табл. 33) показывают, что в среднем за годы исследований урожайность озимой пшеницы на опытных вариантах увеличивается на 0,27 – 0,38 т/га, при урожайности на контроле 2,8 т/га. наибольшую прибавку 0,38 т/га обеспечило применение мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$.

Таблица 33 – Влияние регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы, т/га

Вариант	Годы исследований				прибавка к контролю	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее	т/га	%
Контроль	1,96	2,90	3,55	2,80	-	100
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,40	3,33	3,80	3,18	0,38	+113,57
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,09	3,25	3,77	3,04	0,27	+108,57
НСР ₀₅	0,12	0,13	0,20	0,10		

Наши исследования показывают (табл. 34), что содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в среднем за годы исследований увеличивается на вариантах с предпосевной обработкой семян регуляторами роста. Необходимо отметить, что наибольшее повышение клейковины отмечается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$, где выше контроля на 2,65 %.

Следует отметить, что качество клейковины находится в пределах второй группы, что соответствует требованиям государственного стандарта на продовольственное зерно.

Натура зерна - масса единицы объема, один из обязательных показателей в системе классификации зерна, который служит косвенным критерием его мукомольных достоинств.

Таблица 34 – Качество зерна озимой пшеницы (среднее за 2006-2008 гг.)

Вариант	Массовая доля клейковины, %	ИДК, у.е.	Натурная масса, г/л
Контроль	22,40	87,33	784,33
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	25,63	82,00	799,33
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	25,10	82,33	797,67
НСР ₀₅	0,19	3,40	10,3

Результаты наших исследований показывают, обработка семян мелафеном способствует улучшению природы зерна в среднем на 4,7 -14,7 г/л.

Таблица 35 - Аминокислотный скор зерна озимой пшеницы под влиянием мелафена в среднем за 2006-2008 гг., %

Вариант	Валин	Лейцин	Изолейцин	Треонин	цистин	тирозин	Триптофан	Лизин	∑ АК
Контроль	9,1	10,8	8,6	7,5	6,1	11,2	12,3	4,9	70,5
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	10,1	12,3	9,8	8,4	7,5	12,9	15,0	5,6	81,5
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	10,2	12,0	9,6	8,4	7,4	12,7	15,5	5,5	81,4

Таблица 36 – Урожайность и качество яровой пшеницы Л-503. Опыт 2005г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка		Содержание белка, %	Прибавка	Сумма незаменимых аминокислот, мг/кг	Прибавка, %
		ц/га	%				
Контроль	15,5	-	100	10,77	-	3,32	-
Мелафен 10^{-7}	16,8	1,3	108,3	11,97	1,2	3,61	8,7
Мелафен 10^{-8}	16,7	1,2	107,7	11,91	1,14	3,59	8Д

Необходимо отметить, что наибольшее значение данного показателя наблюдается на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % и мелафен

$1 \cdot 10^{-7} \%$, где превышают значения контроля на 13,4 и 14,7 г/л соответственно. Натурная масса зерна на вариантах с применением мелафена в обеих концентрациях незначительно превышает значения на контрольном варианте.

Кроме озимой пшеницы исследования продолжались на яровой пшеницы и горохе (табл. 36,37).

Данные показывают, что под действием мелафена урожайность повышается на 1,2-1,3 ц/га, при урожайности яровой пшеницы на контроле 15,5 ц/га, что составляет 7,7 - 8,3% к контролю. Данные по урожайности гороха приведены в таблице 37.

Таблица 37 – Урожайность гороха, ц/га

Вариант	2004 г.	2005 г.	Средн. за 2 года	прибавка	
				ц/га	%
Контроль	18,0	16,4	17,2	-	100
Мелафен 10^{-8}	21,5	21,2	21,35	4,15	124,6

У гороха реакция на обработку мелафеном более интенсивная, урожайность повысилась на 4,15 ц/га, при урожайности на контроле 17,2 ц/га, что на 24,1 % выше контроля.

В 2004-2005 гг. на базе Ульяновской ГСХА проводились исследования по изучению влияния предпосевной обработки семян

мелафеном на урожайность и качество новой ценной перспективной кормовой культуры для развития животноводства - кормовых бобов.

Технология выращивания - общепринятая для зоны. Использовали концентрацию 10^{-7} . данные по урожайности приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Урожайность кормовых бобов, ц/га

Вариант	2004 г.	2005 г.	Средн. за 2 года	прибавка	
				ц/га	%
Контроль	39,6	21,5	30,55	-	100
Мелафен 10^{-7}	43,5	24,3	33,90	3,35	110,9

Данные показывают на эффективность применения мелафена. урожайность этой новой культуры увеличивается на 3,35 ц/га, при урожайности на контроле 30,55 ц/га, что составляет 110,9 % к уровню контроля.

При изучении данной культуры большое внимание уделяли химическому составу бобов. Результаты приведены в таблице 39.

Данные показывают, что 2004 г был более благоприятным для синтеза белка как на контроле, так и на опытном варианте. Независимо от погодных условий в оба года исследований под действием мелафена происходит увеличение содержания белка,

фосфора, как энергетического материала так и калия. Для определения биологической ценности кормовых бобов определяли содержание восьми незаменимых аминокислот (табл. 40).

Таблица 39 – Влияние мелафена на содержание белка и макроэлементов, %

Вариант	Белок		P		K ₂ O		Ca		Na		S	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Контроль	27,31	26,75	0,38	0,42	0,94	1,1	0,16	0,18	0,045	0,052	0,061	0,078
Мелафен 10 ⁻⁷	28,75	27,94	0,46	0,47	1,03	1,36	0,15	0,17	0,067	0,064	0,072	0,079

Таблица 40 – Влияние мелафена на содержание незаменимых аминокислот, мг/кг (в среднем за 2004-2005гг)

Вариант	Лизин	Метионин	Триптофан	Лейцин	Изолейцин	Фенилаланин	Треонин	Валин	Сумма незаменимых аминокислот
Контроль	1,40	0,25	0,28	2,00	1,43	1,03	0,92	1,34	8,65
Мелафен 10 ⁻⁷	1,54	0,32	0,36	2,27	1,63	1,16	1,10	1,64	10,02

Данные показывают, что количество незаменимых аминокислот увеличивается до 15,8% по сравнению с контролем, т.е. сбалансированность белка по аминокислотному составу выше, следовательно и кормовые достоинства увеличиваются.

Таким образом, наши исследования показывают, что концентрации 10^{-7} и 10^{-8} вызывают положительный сдвиг в метаболических и стимуляцию физиолого-биохимических процессов в прорастающих семенах и в развивающихся из них растениях. Причем, что очень важно, эффективность мелафена проявляется на разных обработках почвы (табл. 41).

Таблица 41 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от обработки почвы, обработки семян и вегетирующих растений (ц/га)

Вариант	2004г.	2005г.	среднее за 2 года	Прибавка	
				ц/га	%
Вспашка на 20-22см					
Контроль	18,4	23,2	20,8	-	100,0
Мелафен (Кущение)	21,0	25,4	23,2	2,4	111,5
Мелафен семена	22,4	26,8	24,6	3,8	118,2
Мелафен семена+кущение	22,9	27,2	25,05	4,25	120,4
Рыхление на 20-22 см					
Контроль	18,1	22,0	20,05	-	100,0
Мелафен (Кущение)	21,2	25,1	23,15	3,10	115,4
Мелафен семена	22,5	25,5	24,0	3,95	119,7
Мелафен семена+кущение	22,7	25,9	24,30	4,25	121,1
Лушение на 12-14 см					
Контроль	16,7	21,9	19,30	-	100,0
Мелафен (Кущение)	19,4	24,1	21,75	2,45	112,6
Мелафен семена	20,5	25,3	22,90	3,60	118,6
Мелафен семена+кущение	20,8	25,5	23,15	3,85	119,9

Данные таблицы 41 показывают, что обработка семян, вегетирующих растений и совмечтная обработка практически не оказала влияния, за исключением вегетирующих растений, где урожайность хотя и выше чем на контроле на 11 -15 % в зависимости от обработки почвы, но она ниже обработки семян и совместной обработки семян и вегетирующих растений на 4,3-8,9 %.

На урожайность повлияла и обработка почвы. Наилучшие результаты получены при вспашке и рыхлении, где урожайность по всем вариантам выше обработки почвы лущением, по видимому создаются более благоприятные почвенные условия. В целом от действия мелафена урожайность увеличивается на 2,4-4,25 ц/га, это составляет 11,5-21,1 % по отношению к контролю.

Активация физиолого-биохимических процессов различных сельскохозяйственных культур в том числе и новой культуры расторопши пятнистой как правило приводит к повышению урожайности и качества продукции. По результатам многолетних исследований можно с уверенностью утверждать, что предпосевная обработка семян мелафеном, как агроприем, организационно и экономически оправдан, легко вписывается в технологию возделывания сельскохозяйственных культур. Все это позволяет считать, что действие мелафена на семена является перспективным

агроприемом в подготовке посевного материала и его следует рекомендовать в сельскохозяйственное производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мелафен, как регулятор роста. Влияет на метаболизм и усиливает энергетические процессы в прорастающих семенах, обуславливает повышение активности окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов. В результате повышаются продукционные процессы сельскохозяйственных растений.

В настоящей работе установлено, что под действием мелафена происходит более интенсивное поглощение элементов минерального питания, значительно повышается устойчивость озимых культур к неблагоприятным факторам среды осенне-зимнего периода, повышается качество растениеводческой продукции и экологическая чистота.

Правильное использование мелафена с учётом концентрации обеспечивает относительно устойчивое повышение урожайности, ускорение созревания урожая.

По результатам наших многолетних исследований предпосевная обработка семян мелафеном, как агроприём, организационно и энергетически оправдан, легко вписывается в технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Т. А., Фаттахов С.Г. Влияние мелафена на зимостойкость озимой ржи.- Международный сборник «Регуляторы роста и развития растений.-М: МСХА, 2001.- С. 209-210.
2. Антонова Т.А. Использование мелафена для охраны популяции озимой ржи от загрязнения ядохимикатами.- Сб. «Агрэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения экосистем».- Казань, 2002.- Ч. 2.- С. 151-153.
3. Антонова Т.А. Перспективы использования мелафена для получения экологически чистого зерна озимой ржи.- Тез. докл.науч.конф. «Молодые ученые агропромышленному комплексу»,- Ульяновск, 2001.- С. 24-25.
4. Антонова Т.А. Экологические перспективы использования мелафена как фиторегулятора озимой ржи.- Труды Ульяновского научного центра «Ноосферные знания и технологии».- Ульяновск: изд. РАИЩ, 2002,- Т.5, вып. 1.-С, 67-69.
5. Антонова Т.А., Маслова И.А. Влияние мелафена на параметры прорастания растений озимой ржи // Межвузовский сб. «Физиолого-биохимические аспекты обработки семян

- сельскохозяйственных культур».- Ульяновск, 2003.-С. 35-39.
6. Антонова Т.Д., Лосева Н.Л., Алябьев А.Ю., Гордон Л.Х. Использование мелафена в качестве фиторегулятора озимой ржи.- Международный сборник научных трудов «Физиология, электрофизиология, ботаника и интродукция сельскохозяйственных растений.- Нижний Новгород, 2001.-С. 15-18.
 7. Безуглова О.С. Удобрения и стимуляторы роста. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2000.- 320 с.
 8. Гамбург З. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений.- Новосибирск: НГАУ.- 1994.- 20 с.
 9. Дмитриев А.П. Сигнальные системы иммунитета растений //Цитология и генетика.- 2002.- Т. 36, № 3.- С. 58-68.
 10. Задонцев А.И. Повышение зимостойкости и продуктивности озимой пшеницы. – Днепропетровск, 1974. – 284 с.
 11. Исайчев, В.А. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от регуляторов роста нового поколения Мелафена и Пирафена / В.А. Исайчев, В.И. Костин, Е.В. Провалова// Вестник РАСХН, № 3 – 2010. – с. 48 – 50
 12. Исайчев, В.А. Фотосинтетическая деятельность озимой пшеницы в зависимости от мелафена и пирафена / В.А. Исайчев, О.Г. Музурова, Е. В. Провалова // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания» Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста

- растений нового поколения «мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии», Казань – 2006. – с. 37 – 40
13. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки.-М.: Агропромиздат, 1989.-367 с.
 14. Калинина Ф.Л., Мережковский Ю.Г. Регуляторы роста растений. Биохимия их действия и применения.- Киев: Наукова думка, 1965.- 382 с.
 15. Кашина, О.А. Активизация ростовых и энергетических процессов клеток хлореллы при действии мелафена / Материалы международной научно-практической конференции «Инновации сегодня: образование, наука, производство», Ульяновск – 2009. – с. 85 – 93.
 16. Колоша О.И. Физиологические основы морозостойкости озимых зерновых культур. // Методы и приемы повышения зимостойкости озимых зерновых культур.- М.: Колос, 1975.- С. 295-306.
 17. Костин В.И. Влияние обработки семян физическими и химическими факторами на физиологические процессы, урожайность и качество сельскохозяйственных растений. - Дисс. д-ра с.-х. наук в форме научного доклада. – Кинель, 1999, – 86 с.
 18. Костин В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами. – Ульяновск: УГСХА, 1998, – 120 с.

19. Костин В.И., Антонова Т.А. Влияние мелафена на урожайность и качество озимой ржи // Сб. «Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».-Воронеж, 2003.-Т. 1,ч.1.-С. 121-123.
20. Костин В.И., Антонова Т.А. Влияние фиторегулятора нового поколения - мелафена на качество зерна озимой ржи.- Сб. «Пути повышения качества зерна и продуктов его переработки».- Самара: Самарская ГСХА, 2002.- С. 81-82.
21. Костин В.И., Антонова Т.А. Применение мелафена для получения экологически чистой озимой ржи.- The 1-st International Scientific Conference "Modern problems of organic chemistry, ecology and biotechnology".- Луга, 2001.-С. 13.
22. Костин В.И., Антонова Т.Д., Фаттахов С.Г. Мелафен - как новый перспективный регулятор роста и развития растений.- Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- Серия «Агрономия».- Ульяновск, 2001.- № 5.- С. 44-47.
23. Костин В.И., Исайчев В.А. Формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность сельскохозяйственных культур при использовании микроэлементов-синергистов и пектина. // Сб. «Физиология, электрофизиология, ботаника и интродукция сельскохозяйственных растений».- Нижний Новгород, 2001.- С. 96-100.
24. Костин В.И., Офицеров Е.Н., Исайчев В.А. Использование

пектина амаранта для регуляции адаптивных реакций растений озимой пшеницы и гороха к неблагоприятным факторам среды // 3-й Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования».- Пущино, 1999, т. 1.- С. 75-77.

25. Костин В.И., Офицеров Е.Н., Исайчев В.А. Применение пектина в качестве фиторегулятора в технологии возделывания озимых культур // Вестник Ульяновской ГСХА, серия «Агрономия».- 2000, № 1.- С. 5-9.
26. Костин В.И., Офицеров Е.Н., Исайчев В.А., Антонова Т.А., Мударисов Ф.А. Применение пектина в качестве фиторегулятора в технологии возделывания озимых культур. // Вестник Ульяновской государственной академии, серия «Агрономия».- 2000, № 1.- С. 5-9.
27. Костин, В.И. Влияние мелафена на урожайность и качество яровой пшеницы при различных способах обработки почвы / В.И. Костин, О.А. Ткачук // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания» Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии», Казань – 2006. – с. 40 – 44
28. Костин, В.И. Влияние облучения семян яровой пшеницы на динамику азота, фосфора и калия / В.И. Костин // Сборник «Селекция и агротехника зерновых и зернобобовых культур в Среднем Поволжье».- Куйбышев, 1988. - С. 98-

103.

29. Костин, В.И. Влияние обработки семян физическими и химическими факторами на физиологические процессы, урожайность и качество сельскохозяйственных растений / Костин В.И. //Дис. ... д. с.-х. наук в форме научного доклада. – Кинель, 1998.– 96с.
30. Костин, В.И. Влияние регуляторов роста на показатели качества озимой пшеницы Волжская К / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Е.В. Провалова // Известия ОГАУ, № 2 – 2008. – с. 15 – 17
31. Костин, В.И. Исследование влияния предпосевной обработки семян гамма-лучами на накопление азота, фосфора и калия в листьях и корнеплодах сахарной свеклы / В.И. Костин // Сборник «Биология и агротехника сельскохозяйственных культур». - Уфа, 1974. -С. 167-174.
32. Костин, В.И. Качество продовольственного зерна озимой пшеницы в зависимости от применения мелафена / В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, О.В. Костин // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания» Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии», Казань – 2006. – с. 35 – 37
33. Костин, В.И. Мелафен – фиторегулятор нового поколения / В.И. Костин, О.В. Костин, А.В. Романов // Нива Поволжья, № 1 – 2006. – с. 13 – 16

34. Костин, В.И. Результаты исследований по применению мелафена при возделывании сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, О.В. Костин, В.А. Исайчев // Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии.- Сборник материалов Всероссийского семинара – совещания. – Казань: РИЦ «Школа». – 2006. – С. 27-34.
35. Костин, В.И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.В. Костин - М.: Колос, 2006. – 290 с.
36. Костин, О.В. Изменение урожайности и качества зерна озимой пшеницы под влиянием росторегуляторов / О.В. Костин, Ф.А. Мударисов, О.Г. Музурова // Зерновое хозяйство, № 7 – 2007. – с. 10 - 11
37. Кулаева О.Н. Как регулируется жизнь растений // Соросовский Образовательный Журнал.- 1995, № 1.- С. 20-27.
38. Кулаева О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский Образовательный Журнал.- 1998, № 3.- С. 31-36.
39. Линг С.С., Шанбанович Г.Н. Регуляторы роста и фотосинтетическая деятельность зерновых культур. -Тез. докл. 1 съезда Белорусского общества фитобиологов и биофизиков.- Минск, 1994.-104 с.
40. Ловцова Н.М. Влияние ауксина на прорастание семян обле-

- пихи // Тез.докл. Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений».- М., 1999.- Ч. 1.- С. 49-50.
41. Муромцев Г.С., Чканников Д.И., Кулаева О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции роста и продуктивность растений.- М.: Агропромиздат, 1987.- 383 с.
 42. Ничипорович, А. О производственной культуре одноклеточных водорослей. – М.: Изд-во «Знание», 1961. – 40с.
 43. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. - М.: Колос, 1976. – 255 с.
 44. Плешков Б.П., Шебшелева З.Ц., Крищенко В.П. Фракционный и аминокислотный состав белка зерна ржи в процессе созревания // Известия ТСХА.- 1966, вып. 2.- С. 137-143.
 45. Полевой В.В. Внутриклеточные и межклеточные системы регуляции у растений //Соросовский Образовательный журнал.-1997, «Биология».
 46. Проценко Д.Ф., Мишустина Г.С., Шевчук Н.В. Влияние микроэлементов на азотный обмен кукурузы //Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 103-112.
 47. Ракитин Ю.В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений.- М.: Наука, 1983.- 80 с.
 48. Рудакова Э.В., Каракис К.Д. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях.-Киев: Наукова думка, 1987.-С. 21-25.
 49. Страйер Л. Биохимия.- М.: Мир, 1984.- 397 с.

50. Троицкий Е.П. Основные проблемы учения о микроэлементах в системе почва-растение // Вестник МГУ, 1969Б № 5.- С. 48-56.
51. Туманов И.И. О физиологическом механизме морозостойкости растений // Физиология растений. – 1967. – т. 14, № 3. – С. 520-539.
52. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений.- М.: Наука, 1979.- 350 с.
53. Фаттахов С.Г., Лосева Н.Г., Резник В.С. и др. Патент Ru 21588735.- 1 с.
54. Филиппов П.П. Как внешние сигналы передаются внутрь клетки// Статьи Соросовского образовательного журнала.- М., 1998, серия «Биология».- С. 78-84.
55. Хохлова Л.П., Олиневич О.В., Тараканова Н.Ю., Рычкова Е.В. Абсцизовая кислота как модулятор структурной организации цитоскелета и морозоустойчивости растений // Тез.докл. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях».- М.: МСХА, 2001.- С. 71.
56. Хохлова Н.И., Фисенко П.П. Влияние регуляторов роста на развитие диких австралийских видов сои в условиях *in vitro* // Тез.докл. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях».- М.: МСХА, 2001.- С. 203.
57. Barron E.S.G., Flood V. Studies on the mechanism of action of ionising radiation, VI, J.Gen.Physiol., 33.- 1950.-229-241.
58. Edgerton L., Hoffman M.B., Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci., 57,

- 120, 1951.-P. 49-62.
59. Kulaeva O.N., Karavaiko N.N., Moshkov I.E., Selivankina S.Y., Novikova G.V. Isolation of a Protein with Cytokinin-Receptor Properties by Means of Anti-Idiotypic Antibodies // FEBS Lett. 1990. V. 261. № 1.- P. 410.
60. Thimann K.V. Auxins and the growth of roots, Am. J. Botany, 23, 1936.- P. 561-569.
61. Thimann K.V. Studies of the growth hormone of plants. VI. The distribution of the growth substances in plant tissues, J. Gen. Physiol., 18, 1934.- P. 23-34.

Научно-практическое издание
Костин Владимир Ильич
Костин Олег Владимирович
Перспективы использования фиторегулятора «Мелафен» в растениеводстве

Редактор Е.Н.Ерофеева

Сдано в набор 25.06.11.
Подписано в печать 29.07.11
Формат 60x80 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная
Усл. п.л. Заказ №
Тираж 500 экз.

Отпечатано: 432970 г. Ульяновск ул. Знгельса, 1. Ульяновскстат.

