

Смирнов Павел Васильевич

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВО ТОМАТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

**Автореферат**

Работа выполнена на кафедре биологии, технологии хранения и переработки продукции растениеводства Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия» и на базе тепличного хозяйства ОАО «ГНЦ НИИАР» г. Димитровграда (2005–2007гг).

**Научные руководители:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ Костин Владимир Ильич

**Ведущая организация:** ФГОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия К.А. Тимирязева»

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** В современных условиях, когда происходит усиление техногенной и антропогенной нагрузки на агроэкосистемы, отмечается рост производства овощных культур, в том числе и томатов в защищенном грунте. Это позволяет управлять процессами жизнедеятельности растений и получать экологически чистую продукцию.

Разработка перспективных приемов, отличающихся экологической чистотой, дешевизной и высокой эффективностью является на сегодняшний день актуальной задачей.

К числу перспективных агроприемов, обеспечивающих дальнейшее повышение урожайности и качества овощной продукции следует отнести метод предпосевной обработки семян регуляторами роста, которые участвуют в метаболических процессах растительного организма.

Регуляторы роста вызывают положительные сдвиги в обменных процессах прорастающего семени и развивающегося из них растения, особенно в условиях закрытого грунта.

В настоящее время проводится недостаточно исследований по применению различных регуляторов роста в технологии возделывания томатов в условиях закрытого грунта.

В связи с вышеизложенным, проведенные наши исследования являются актуальными и практически значимыми.

**Цель исследований** – изучение влияния регуляторов роста на ростовые процессы, урожайность, качество и экологическую оценку томатов в условиях защищенного грунта.

**Задачи исследований:**

1. Изучить влияние регуляторов роста на посевные качества семян томата, физиолого–биохимические процессы при их прорастании.
2. Определить особенности ростовых процессов в растениях томатов под влиянием экстрасола, крезацина, янтарной кислоты и мелафена в условиях защищенного грунта;
3. Изучить стимулирующее действие на фотосинтетическую деятельность растений томатов;
4. Выявить влияние регуляторов роста на продуктивность и качество томатов в условиях закрытого грунта
5. Дать экологическую оценку предпосевной обработки семян томатов мелафеном, крезацином, экстрасолом и янтарной кислотой;
6. Разработать предложение для внедрения в производство экологически безопасных и экономически эффективных приемов повышения урожайности и улучшения качества плодов томатов.

**Объект исследований** – элемент технологии возделывания томата гибрид F<sub>1</sub> Семко–99 в условиях защищенного грунта

**Предмет исследований** – растения томатов, регуляторы роста.

## **Научная новизна работы**

В условиях закрытого грунта дана сравнительная характеристика различных по природе регуляторов роста на протекание физиологических процессов в прорастающих семенах и растениях томатов гибрида F<sub>1</sub> Семко-99. Экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии исследуемых препаратов на рост, развитие, повышение урожайности и качества продукции томатов.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

-Экспериментальное обоснование возможностей использования регуляторов роста для предпосевной обработки семян с целью стимулирования прорастания и ускорения процессов роста и развития растений томатов;  
-Эколого-физиологическое обоснование применения используемых регуляторов роста при возделывании томатов в условиях закрытого грунта;  
-Эффективность воздействия препаратов на урожайность и экологобиохимические показатели качества томатов;  
-Экономическая оценка эффективности предпосевной обработки используемыми препаратами.

### **Практическая значимость**

В результате проведенных исследований разработаны дополнительные экологически чистые, ресурсосберегающие технологические приемы увеличения урожайности томатов в условиях закрытого грунта. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод, что природные и синтетические регуляторы обладают физиологической активностью, ускоряют рост, развитие, способствуют формированию экологически чистой овощной продукции с хорошими биохимическими показателями.

Данный агроприем экологически безопасен, малозатратен, повышает экономический эффект.

Результаты исследований прошли проверку в производственных условиях тепличного хозяйства ОАО «ГНЦ НИИАР» (г. Дмитровград).

Полученные данные используются в учебном процессе по курсам «Физиология растений», «Овощеводство», «Сельскохозяйственная экология» на агрономическом и биотехнологическом факультетах УГСХА, а также представляют интерес для специалистов сельского хозяйства.

**Апробация.** Основные положения диссертационной работы докладывались на Международной научно-практической конференции «Агрэкологические проблемы сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2005г.); Всероссийской научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве» (Пенза, октябрь 2005г.); Всероссийской научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве» (Пенза, октябрь 2005.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы технологии производства, хранения и переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции» (Мичуринск, февраль 2007 г.); научно-практической конференции «Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения» (Мичуринск, март 2007г.); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования», посвященной 65-летию Ульяновской ГСХА (Ульяновск, май 2008г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию образования Волгоградской ГСХА «Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях» (Волгоград, январь 2009г); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования» (Ульяновск, май 2009г.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 2 работы в изданиях по перечню ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из следующих разделов: введения, 6 глав, выводов, предложений производству, библиографического списка, (183 наименований, в том числе 54 работы иностранных авторов). Работа изложена на 105 страницах машинописного

текста, содержит 24 таблиц, 6 рисунков, 4 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Условия и методика проведения исследований

Для изучения поставленных задач в 2005–2007 гг проводились исследования, включающие в себя лабораторные и производственные опыты в условиях тепличного хозяйства ОАО «ГНЦ НИИАР» (г. Димитровград).

Объектом изучения служил гибрид томата F<sub>1</sub> Семко-99.

Выращивание томатов осуществлялось по общепринятой в тепличных условиях технологии. Сроки зимне-весенних оборотов с конца января (пикировка двухнедельной рассады на постоянное место) до конца июня (полный сбор плодов и удаление растений); летне-осенних – с начала июля до конца декабря. Состав почвогрунта типичный: 1/3 лугового дернового чернозема, 1/3 торфа, 1/3 хвойных опилок. Агротехнический анализ грунта: рН в пределах 6,9– 7,2; концентрация солей 0,2–0,3 мг/кг, содержание основных питательных веществ: N – 80–100 мг/кг; P – 10–15 мг/кг; K – 120–160 мг/кг; Ca – 169–200 мг/кг; Mg 45 – 70 мг/кг.

Схема опыта:

1) Контроль (вода); 2) Мелафен –  $1 \cdot 10^{-6}$ %; 3) Экстрасол – 100 мл/л; 4) Мелафен –  $1 \cdot 10^{-7}$ %; 5) Крезацин – 1 г/л; 6) Янтарная кислота – 0,002 г/л; 7) Крезацин 1 г/л + янтарная кислота 0,002 г/л.

В процессе проведения опытов за 10–18 часов до посева проводилась предпосевная обработка семян томатов рабочими растворами препаратов. Основные и сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами: энергия прорастания и лабораторная всхожесть по ГОСТ 28676.2–90; интенсивность транспирации проростков по Л. А. Иванову (Третьяков И.И., 2002); интенсивность дыхания (в изложении О. А. Вальтера и др. (1957); площадь листьев методом высечек; активность  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы по методике в изложении Б.П. Плешкова (1985); накопление биомассы путем взвешивания растительных проб по фазам роста и развития растений; определение сухого вещества по И. В. Пильшиковой; показатели фотосинтетической деятельности растений – по методике А. А. Ничипоровича (1961); содержание нитратов в плодах томата – потенциометрически (ГОСТ – Р 50465– 93); тяжелые металлы в плодах – методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии; содержание витаминов – колориметрически; результаты исследований подвергались математической обработке методами корреляционного и дисперсионного анализов (Б.А. Доспехов, 1985) с использованием Excel 2000, Statistica 4.5; экономическую эффективность рассчитывали на основе технологических карт по системе натуральных и стоимостных экономических показателей с использованием нормативов и расценок для производственных условий ОАО «ГНЦ НИИАР».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Влияние используемых препаратов на посевные качества и показатели прорастания семян томата

Изучение закономерностей, связанных с изменением посевных качеств семян после их предпосевной обработки различными веществами имеет важное практическое и теоретическое значение. Эти механизмы позволяют управлять процессами жизнедеятельности растений в условиях закрытого грунта и дают возможность рационально использовать метод предпосевной обработки семян при выращивании томатов.

Первоначальные изменения, возникающие в семенах после обработки, приводят к процессам, связанным с интенсивностью и направленностью

метаболизма. Эти процессы, осуществляемые на ранних стадиях развития растений в период его наибольшей пластичности и восприимчивости, могут оказать решающее влияние на прохождение дальнейших стадий развития взрослого организма.

Величина изменчивости энергии прорастания и всхожести семян зависит от начальных величин этих показателей и степени неоднородности исходной популяции (партии семян). Под действием изучаемых факторов уменьшается степень гетерогенности семян. Для семян с высокими посевными качествами характерно большее увеличение энергии прорастания, чем всхожести.

Обработка семян соответствующими препаратами приводит к увеличению энергии прорастания, всхожести и других показателей посевных качеств семян (табл.1).

В опытах установлено повышение энергии прорастания на 10,7–18,7%, при этом наибольшая энергия прорастания наблюдается на варианте под действием экстрасола и янтарной кислоты, где составляет 80,5 %, а лабораторная всхожесть выше на вариантах мелафен  $10^{-6}$  % и экстрасол, где составляет 89,0% и 89,3%. При совместной обработке янтарной кислотой и крезацином эти показатели ниже, чем на отдельно взятых веществах, т.е. при сочетанном применении происходит отрицательный синергизм действия. На основании множественной линейной корреляции установлена зависимость лабораторной всхожести ( $R=0,694$ ,  $d=48,19\%$ ) и энергии прорастания ( $R=0,715$ ,  $d=51,16\%$ ) от интенсивности транспирации семян.

Таблица 1 Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян томатов в зависимости от регуляторов роста (2005–2007гг.)

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль	62,8±3,2	77,3±3,8
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	79,5±1,0	89,0±0,8
Экстрасол (100 мл/л)	81,5±0,6	89,3±1,3
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	78,8±0,9	85,5±3,0
Крезацин (1 г/л)	79,0±2,2	88,3±4,6
Янтарная кислота (0,002 г/л)	80,5±0,6	88,0±2,5
Крезацин (1 г/л)+янтарная кислота (0,002 г/л)	73,5±1,9	83,3±2,6

В целом, все применяемые регуляторы роста способствуют увеличению энергии прорастания и лабораторной всхожести. Установлена положительная корреляция между урожайностью и энергией прорастания ( $R=0,822$ ,  $d=67,62\%$ )

Результаты исследований показывают, что регуляторы роста, особенно экстрасол и мелафен, оказывают сильное влияние на рост и развитие корневой системы: длина корешков составляет до 156,4% к контролю. Это создает предпосылки для оптимального роста и развития растений уже на стадии проростков.

Сила роста также является существенным показателем, определяющим скорость и дружность всходов, способность проростка преодолевать сопротивление почвы. По отношению к контролю у обработанных растений она увеличивается на 3,9–9,1%, в зависимости от препарата. На опытных вариантах получена более мощная рассада томата, растения отличались хорошо развитой листовой поверхностью. Определяя качество проростков по 5-ти бальной шкале, оценивая силу роста по количеству полученных всходов, было установлено положительное влияние регуляторов роста на общую характеристику формирующегося растения. Количество проростков при

обработке семян оцененных максимальным баллом было на 9,6–28,3% больше, а минимальным баллом на 24,0–43,2% меньше, чем на контроле. Более эффективными по морфологической оценке оказались варианты мелафен  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$ , а также экстрасол, хотя и другие регуляторы роста оказали положительное влияние на стартовые процессы.

Опытами установлено, что предпосевная обработка семян томатов ведет к изменению у проростков физиологических процессов, одним из которых является транспирация. Максимальная интенсивность транспирация отмечена в вариантах экстрасол, мелафен  $10^{-6}$  и мелафен  $10^{-7}$ , где составила 430–442 мг H<sub>2</sub>O, что на 12,8–16,9 % выше, чем на контроле.

Предпосевная обработка крезацином, янтарной кислотой также способствовала повышению интенсивности транспирации в среднем на 4,9–10,2 % по отношению к контролю.

Дыхание – основной физиологический процесс, поставляющий энергию и метаболиты в прорастающее семя. Первичный подъем дыхания семени при влажности 20% связан с гликолитическими ферментами. Изменение количества поглощенного кислорода может свидетельствовать об изменении характера физиолого-биохимических процессов и создает полную картину действия используемых регуляторов роста. Усиление интенсивности дыхания может быть объяснено ускорением реакции окисления, образованием физиологически активных соединений, что можно рассматривать как показатели физиологических процессов в зародыше и растительном организме в целом, поэтому показатель интенсивности дыхания может характеризовать биологическую полноценность семян.

Опытные варианты имеют более высокую интенсивность дыхания, чем контрольный вариант (табл. 2).

Таблица 2 Интенсивность транспирации и дыхания проростков томатов при обработке регулятора ростами (2005–2007гг.)

Вариант опыта	Интенсивность транспирации, мг H <sub>2</sub> O/г·ч сырой массы проростков	% к контролю	Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> /г·ч сырой массы проростков	% к контролю
Контроль	381±19,6	100	1,87±0,17	100
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	438±24,7	114,9	2,21±0,17	118,2
Экстрасол (100 мл/л)	442±24,2	116,0	2,26±0,16	120,8
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	430±20,2	112,8	2,19±0,13	117,1
Крезацин (1 г/л)	410±20,1	107,6	1,96±0,12	104,8
Янтарная кислота (0,002 г/л)	400±20,9	104,9	2,01±0,14	107,4
Крезацин (1 г/л) + янтарная кислота (0,002 г/л)	420±24,2	110,2	2,11±0,16	112,8

Следовательно, используемые регуляторы роста способствуют более эффективному дыханию, за счет чего усиливаются энергетические процессы. Интенсивность дыхания увеличивается на 4,8 – 20,0%, наибольший показатель отмечается на варианте мелафен и экстрасол. На основании множественного корреляционного анализа установлена зависимость урожайности томатов от интенсивности транспирации (R=0,833, d=69,45%) и

дыхания ( $R=0,829$ ,  $d=68,78\%$ ).

Увеличение интенсивности дыхания семян в начальные фазы прорастания свидетельствует о том, что используемые регуляторы роста оказывают влияние на энергетический обмен в проростках, повышая биологический потенциал семян.

Нами также изучалось изменение активности гидролитических ферментов ( $\alpha$  и  $\beta$ -амилазы) в проростках томатов под влиянием регуляторов роста.

Активность  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы в контрольных и опытных семенах по мере прорастания возрастает, достигая своего максимума на 4-е сутки по обоим ферментам. Активность фермента  $\alpha$ -амилазы на 5-ые сутки ниже уровня контроля. Фермент  $\beta$ -амилаза на 1-е сутки находится в латентном состоянии, затем начиная со 2-ых суток активность начинает увеличиваться, тем не менее она ниже уровня фермента  $\alpha$ -амилаза. Повышенная активность этих ферментов приводит к более высокой мобилизации питательных веществ и способствует интенсивному росту проростков, эффективному усвоению питательных веществ, что имеет большое значение для получения дружных всходов при выращивании рассады. Сроками наибольшего изменения этого показателя следует считать 72–96 часов с момента замачивания семян.

Таким образом, использование для предпосевной обработки семян томата различных регуляторов роста активизирует физиолого-биохимических процессов в семенах и проростках, что создает благоприятные условия для перехода растений от гетеротрофного типа питания к автотрофному, и способствует улучшению посевных качеств семян томата.

#### **Рост и развитие томатов в зависимости от применения регуляторов роста**

Управление процессами фотосинтеза представляет собой один из наиболее эффективных путей управления продукционным процессом растений, соответственно воздействуя при этом на урожайность. Продуктивность растений определяется общим характером ростовых процессов и интенсивностью роста отдельных органов, длительностью периода вегетации растений и активной жизни отдельных органов.

Наши исследования показывают, что существенное увеличение ассимиляционной поверхности под действием регуляторов роста отмечается уже фазу 3–4 листьев. Данная тенденция проявляется вплоть до плодоношения. Наибольшее повышение наблюдается на варианте мелафен  $10^{-7}$ , экстрасол и янтарная кислота в наиболее ответственные фазы цветения и плодоношения. В фазу цветения ассимиляционная поверхность на этих вариантах выше контроля на 17,0–31,7%, а в фазу плодоношения соответственно на 27,7–35,6%. Применение мелафена в концентрации  $10^{-6}$  определило разницу к контролю в пределах 2%.

Аналогичная картина наблюдается и в первом и во втором оборотах. Во втором обороте (летне-осеннем) эти показатели ниже показателей первого (зимне-весеннем) оборота, как на контрольном, так и на опытных вариантах, за исключением начала вегетации 2005 года, когда они находятся на одинаковом уровне, в остальных случаях разница составляет более 30%. Это свидетельствует о более интенсивном росте растений томатов.

Площадь ассимиляционной поверхности растений томатов (2005–2007г),  $\text{см}^2/\text{раст.}$  Таблица 3

Вариант опыта	Фаза роста				
	3–4 листа	6–7 ли- стьяв	Начало цветения	Массовое цветение	Плодо- ноше- ние

Контроль	20,8	76,1	297,0	907,8	3739,0
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	22,4	85,8	325,6	931,8	3814,3
Экстрасол (100 мл/л)	23,4	102,6	334,4	1080,7	4917,0
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	22,6	97,0	327,9	1062,7	4777,8
Крезацин (1 г/л)	26,3	105,5	321,8	1027,8	4729,2
Янтарная кислота (0,002 г/л)	25,3	116,4	333,8	1195,3	5072,5
Крезацин (1 г/л)+ янтарная кислота (0,002 г/л)	22,9	120,8	338,0	1037,5	4609,8

Отражением совокупности процессов фотосинтеза, дыхания, углеводно-белкового обмена и интенсивности роста растений является масса органического вещества накапливаемого растением в течение вегетационного периода.

Интенсивность прироста сухого вещества определяется также совокупным воздействием основных абиотических факторов окружающей среды. По мере улучшения водного и питательного режима происходит более интенсивное накопление сухого вещества растениями.

Таблица 4 Сухая масса растений томатов (2005-2007гг.), г/раст.

Вариант опыта	Фаза развития				
	3-4 листа	6-7 лист -ев	Начало цвете- ния	Массо- вое цвете- ние	Плодо- ношение
Контроль	0,44	1,95	124,02	217,17	340,11
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	0,54	2,24	145,07	236,83	362,12
Экстрасол (100 мл/л)	0,61	2,48	171,03	275,42	420,18
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	0,56	2,45	169,17	271,58	418,98
Крезацин (1 г/л)	0,68	2,71	183,95	316,42	427,76
Янтарная кислота (0,002 г/л)	0,67	2,82	187,60	305,33	445,20
Крезацин (1 г/л)+янтарная кислота (0,002 г/л)	0,59	2,61	179,55	291,17	402,21

Наши исследования выявили некоторые особенности в накоплении сухого вещества растениями томатов. Так сухая биомасса растения существенно изменяется в связи с применением различных регуляторов роста вплоть до плодоношения. Регуляторы роста оказывают положительное влияние на накопление сухого вещества во все фазы роста и развития опытных растений, которые превосходят контрольные растения до 50%.

Наибольший прирост наблюдается под влиянием экстрасола, мелафена  $10^{-7}$  и янтарной кислоты в фазу массового цветения и плодоношения. В целом за годы исследований наибольшую массу растения томатов формируют в зимне-весеннем обороте, что объясняется лучшей обеспеченностью растений солнечной энергией.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что

применение регуляторов роста в технологии возделывания томатов в условиях защищенного грунта позволяет управлять не только ростом, но и генеративным развитием растений, что проявляется в более раннем образовании у опытных растений цветков и соответственно продлевает период плодоношения.

Так у опытных растений томатов в вариантах с применением янтарной кислоты и смеси крезацина с янтарной кислотой в среднем за годы исследований цветение первой кисти отмечается на 2-3 дня раньше, чем на контроле. В отдельные годы (зимне-весенний оборот 2006) разница составляла 3-4 дня, а во 2-ом обороте 2006 и 2007 гг. она не была выявлена. Более раннее начало цветения у опытных растений влечет за собой и более раннее наступление периодов плодообразования и плодоношения также соответственно на 2-4 дня.

Таким образом, регуляторы роста можно рассматривать как один способ управления развитием растений.

Многими исследователями изучаются различные морфометрические параметры (высота стебля, общее количество листьев, число листьев под первым соцветием, толщина стебля и др.), коррелирующие с высокой продуктивно-стью культуры.

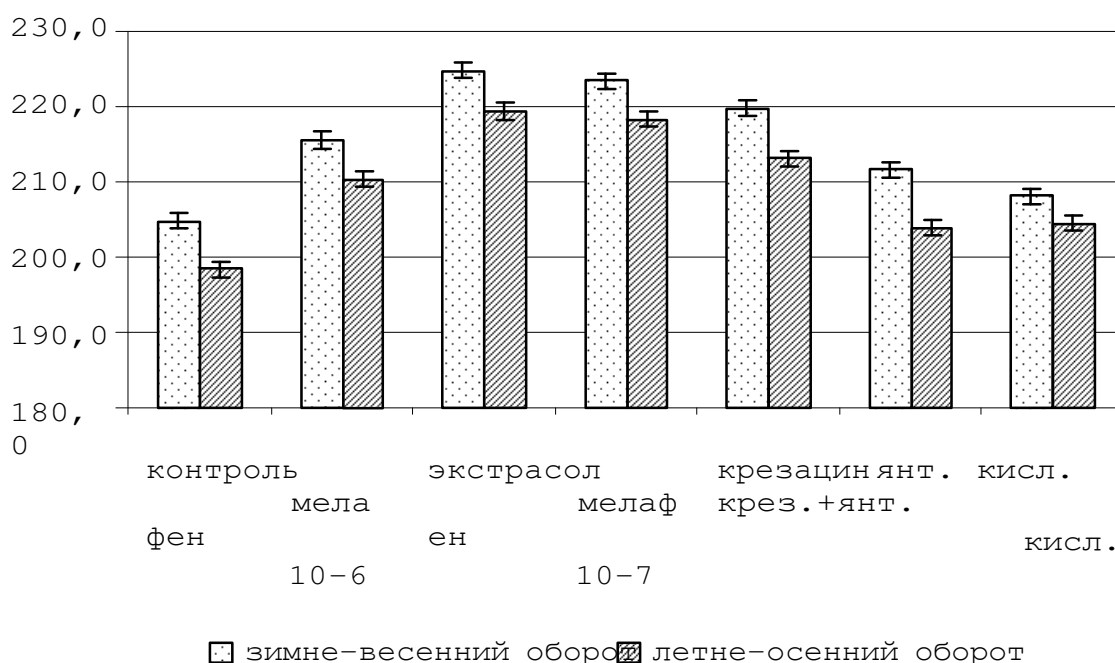


Рис. 1 Высота растений томатов (2005-2007гг.), см

В наших опытах применение регуляторов роста в технологии возделывания томата в условиях закрытого грунта также оказало влияние на биометрические показатели растений. На всех вариантах опыта в обоих оборотах отмечается увеличение высоты растений и диаметра стебля.

Средняя высота растений томатов в зимне-весеннем обороте на опытных вариантах составляет 217,2 см, что на 6,0% выше чем на контроле. Соответственно в летне-осеннем обороте высота растений была меньше и составила 206 см, что на 7,4% выше контроля. Лучшими по этому показателю оказались варианты с экстразолом и мелафеном  $10^{-7}$ .

Средний диаметр стебля у опытных растений составил 19 мм, на контроле 16,1 мм. Причем в зимне-весеннем обороте данный показатель также превышал среднее значение, как и в летне-осеннем обороте. Это естественным образом связано с лучшим развитием листовой поверхности, накоплением сухой массы и высотой растений томатов.

Многие исследователи отмечают, что стабильное и устойчивое поступление урожая коррелирует с таким показателем, как месторасположение первого



соцветия, что особенно актуально при возделывании томатов в закрытом грунте. В условиях пониженного освещения растения томатов, как правило, закладывают первое соцветие в пазухе 9-го листа, что необходимо для формирования достаточной фотосинтетической поверхности. В наших опытах контроль-ные растения закладывали первое соцветие преимущественно после 9-10 листа. Применение же биопрепаратов обеспечило более раннее заложение соцветий – уже в пазухе 8-9 листа. Это, возможно, объясняется тем, что опытные растения раньше сформировали необходимую для устойчивого плодоношения листовую поверхность. Отмечаются отличия и между оборотами: лучшая освещенность растений в зимне-весеннем обороте обеспечила и более раннее заложение первой кисти.

Применение регуляторов роста отразилось на количестве и массе плодов (рис. 2, 3). Среднее за годы исследований количество плодов в фазу плодоношения на контроле составляет 13,1 шт, а на опытных вариантах от 16,7 до 20,8 шт. Наибольшее количество плодов в первом обороте сформировалось на вариантах с применением крезацина и янтарной кислоты – 24,6 и 24,8 шт. во втором обороте также выделились эти варианты, где получено в среднем 16,0-17,1 шт.

Во все годы исследований регуляторы роста способствовали формированию и более крупных плодов.

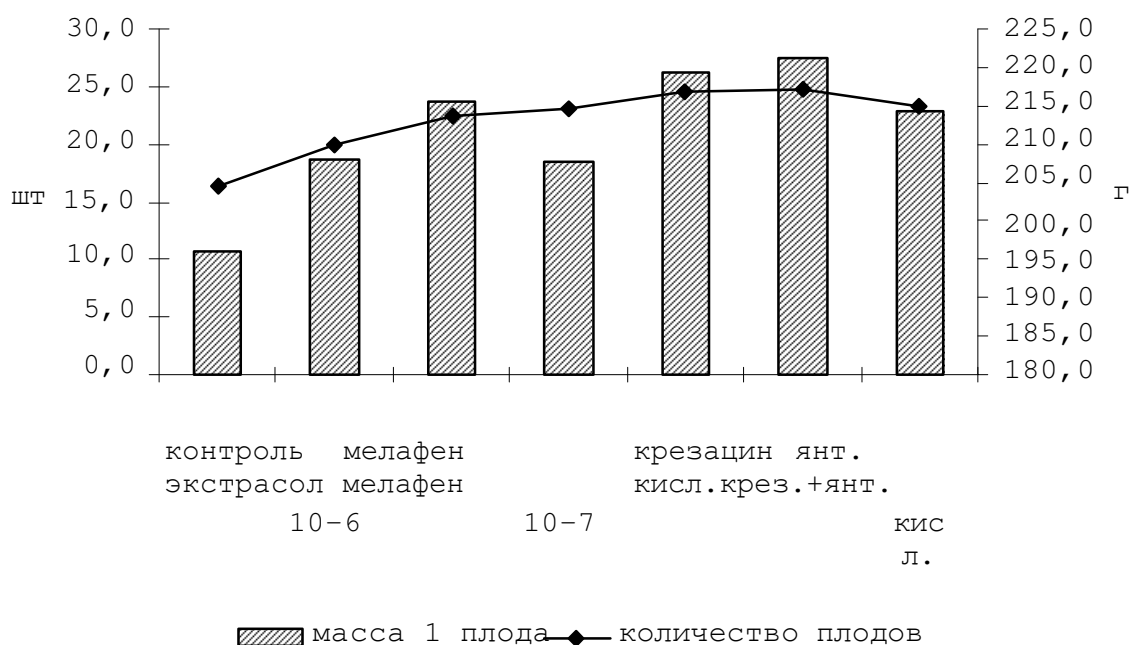


Рис. 2 Количество плодов, масса 1 плода томата в зимне-весеннем обороте (2005-2007 гг.)

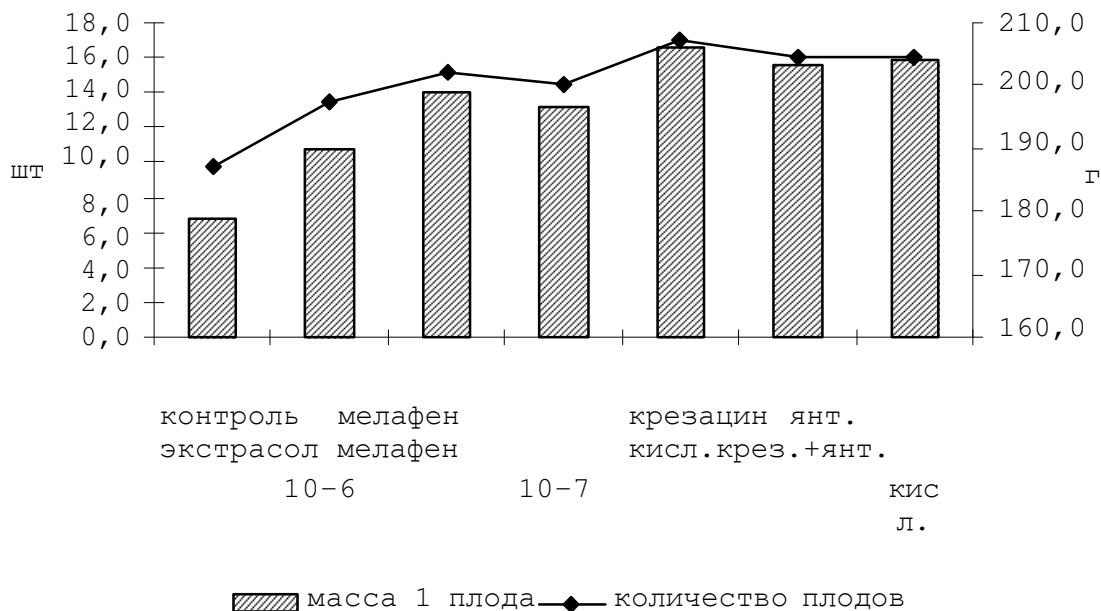


Рис. 3 Количество плодов, масса 1 плода томата в летне-осеннем обороте (2005-2007гг.)

Средняя масса плода в зимне-весеннем обороте увеличилась от 196,0 до 221,2 г, в летне-осеннем обороте – от 178,9 до 206,0 г при применении янтарной кислоты и крезацина соответственно. В среднем за годы исследования масса плода составляет 207 г, что на 10,4% выше, чем на контроле.

Таким образом, предпосевная обработка семян различными регуляторами роста ускоряет развитие генеративных органов растений и усиливает ростовые процессы в течение всей вегетации томатов.

#### **Урожайность и качество плодов томатов в зависимости от применения регуляторов роста**

Урожайность является интегральным показателем, характеризующим направленность и интенсивность воздействия различных факторов. Наши исследования показывают, что применение регуляторов роста при возделывании томатов в условиях закрытого грунта, способствуют повышению продуктивности опытной культуры (табл. 5).

За годы исследований происходит увеличение урожайности по всем опытным вариантам на 31,0-73,6%. Наибольшая прибавка отмечена на варианте с применением крезацина, янтарной кислоты, и их совместного применения.

Данные по урожайности томатов во втором обороте также свидетельствуют о положительном влиянии регуляторов роста (табл.6).

Таблица 5 Урожайность томатов, кг/м<sup>2</sup>  
(зимне-весенний оборот 2005-2007гг.)

Вариант опыта	2005г	2006г	2007г	средн	Прибавка	
					кг/м <sup>2</sup>	%
Контроль	3,29	3,14	6,33	4,25	-	-
Мелафен (1·10 <sup>-6</sup> %)	3,66	3,74	9,32	5,57	1,32	31,0
Экстрасол (100 мл/л)	4,69	5,04	9,83	6,52	2,27	53,4
Мелафен (1·10 <sup>-7</sup> %)	3,51	4,94	9,87	6,10	1,85	43,5
Крезацин (1 г/л)	5,29	5,62	10,75	7,22	2,97	69,9
Янтарная кислота (0,002 г/л)	5,67	5,63	10,85	7,38	3,13	73,6
Крезацин (1 г/л)+янтарная кислота (0,002 г/л)	4,84	5,03	10,16	6,67	2,42	56,9
НСР <sub>05</sub>	1,6	1,8	3,2			

В летне-осеннем обороте регуляторы роста оказали большее влияние по сравнению с зимне-весенним оборотом, так урожайность повышается на 44,5%, а под действием крезацина в 2 раза, что, по-видимому, связано с лучшим эффектом регуляторов роста в условиях короткого дня.

Таблица 6 Урожайность томатов, кг/м<sup>2</sup>  
(летне-осенний оборот 2005-2007гг.)

Вариант опыта	2005г	2006г	2007г	средн	Прибавка	
					кг/м <sup>2</sup>	%
Контроль	3,53	2,25	2,72	2,83	-	-
Мелафен (1·10 <sup>-6</sup> %)	5,15	3,88	3,31	4,09	1,26	44,5
Экстрасол (100 мл/л)	6,47	4,60	4,24	4,91	2,08	73,5
Мелафен (1·10 <sup>-7</sup> %)	4,60	4,89	3,63	4,56	1,73	61,1
Крезацин (1 г/л)	3,31	5,33	4,90	5,71	2,88	101,8
Янтарная кислота (0,002 г/л)	4,47	4,18	5,08	5,24	2,41	85,2
Крезацин (1 г/л)+янтарная кислота (0,002 г/л)	5,33	4,87	4,47	5,36	2,53	89,4
НСР <sub>05</sub>	1,7	1,8	2,1			

При анализе урожайности выявлено, что урожайность в первом обороте выше, чем во втором (исключение составил 2-ой оборот 2005 г.), все варианты опыта превышали контроль в обоих оборотах, наибольшие отличия по урожайности отмечались в варианте экстрасол; крезацин+янтарная кислота; крезацин и янтарная кислота

Для оценки уровня достоверности полученных результатов был проведен дисперсионный однофакторный анализ, который после отбраковки артефактов позволил установить достоверность прибавки урожайности по обоим оборотам. Химический состав, количественное и качественное сочетание отдельных компонентов сухого вещества плодов томатов, в том числе и витамина С, определяется сортовыми (наследственными) свойствами, почвенно-климатическими условиями, агротехникой, применением различных регуляторов роста.

Результаты проведенных исследований показывают, что используемые регуляторы роста оказывают положительное влияние на накопление аскорбиновой кислоты в плодах томатов, причем это влияние наблюдается в обоих оборотах. Наибольшее воздействие оказывают экстрасол, мелафен  $10^{-7}$ , крезацин совместно с янтарной кислотой, крезацин, где содержание витамина С в среднем за 3 года повышается с 25,3 мг/кг до 38,3–42,6 мг/кг в первый оборот, и, соответственно, с 24,0 до 34,3–39,0 мг/кг во второй.

Следует указать, что по всем вариантам содержание аскорбиновой кислоты в весенне-летний период выше, чем в осенне-зимний на 1,3–3,6 мг/кг. По годам больших отклонений не наблюдается, что связано с созданием одинаковых оптимальных условий для развития растительного организма в закрытом грунте.

Результаты исследований показывают, что под влиянием росторегуляторов происходит увеличение и других витаминов. Содержание тиамин увеличивается от 0,0035 до 0,095 мг/кг, рибофлавина от 0,027 до 0,087 мг/кг. Наибольшее влияние оказали экстрасол, крезацин и янтарная кислота.

Таблица 7 Биохимический состав плодов томатов (2005–2007 гг.), мг/кг

Вариант опыта	Аскорбиновая кислота	Тиамин	Рибофлавин	Никотиновая кислота	Каротин
Контроль	24,7	0,035	0,027	0,43	1,3
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	27,8	0,057	0,040	0,47	1,5
Экстрасол (100 мл/л)	37,2	0,091	0,087	0,63	1,7
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	35,0	0,079	0,082	0,61	1,7
Крезацин (1 г/л)	40,8	0,095	0,087	0,60	1,9
Янтарная кислота (0,002 г/л)	39,7	0,091	0,084	0,60	2,0
Крезацин (1 г/л) + янтарная кислота (0,002 г/л)	27,7	0,095	0,087	0,61	1,8

Содержание никотиновой кислоты увеличивается от 0,43 до 0,63 мг/кг. Аналогичная картина наблюдается и по каротину.

Таким образом, под действием регуляторов роста создаются благоприятные предпосылки для синтеза и накопления в плодах томатов важных для организма человека витаминов.

Нами также изучалось влияние регуляторов роста на экологическую эффективность и содержание тяжелых металлов в ягодах томатов как механизма защиты от накопления тяжелых металлов в системе «почва-растение».

Результаты проведенных исследований, которые свидетельствуют о том, что регуляторы роста не изменяют общих закономерностей процесса поступления тяжелых металлов в плоды, но проявляется тенденция к уменьшению их накопления (табл. 8).

По отношению к контролю в среднем за годы исследований содержание нитратов снижается от 141,7 мг/кг до 72,4 мг/кг под действием крезацина и янтарной кислоты, цинка на 0,13-0,48 мг/кг, меди на 0,13-0,22 мг/кг, свинца на 0,049-0,064 мг/кг, кадмия на 0,01 мг/кг.

Таблица 8 Содержание нитратов, нитритов и тяжелых металлов в плодах томатов (2005-2007 гг.), мг/кг

Вариант опыта	Нитраты	Нитриты	Цинк	Медь	Свинец	Кадмий
Контроль	141,7	7,7	1,79	0,64	0,124	0,03
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-6}$ %)	96,2	6,8	1,66	0,51	0,075	0,03
Экстрасол (100 мл/л)	78,4	4,9	1,39	0,43	0,066	0,02
Мелафен ( $1 \cdot 10^{-7}$ %)	85,4	5,5	1,55	0,49	0,070	0,03
Крезацин (1 г/л)	72,4	5,4	1,48	0,46	0,064	0,02
Янтарная кислота (0,002 г/л)	80,6	5,3	1,31	0,42	0,060	0,02
Крезацин (1 г/л)+янтарная кислота (0,002 г/л)	80,7	4,7	1,47	0,42	0,068	0,02
ПДК	300	10	50	30	0,5	0,03

Следует отметить, что содержание нитратов, нитритов, тяжелых металлов ни на одном опытном и контрольном варианте не превышает ПДК. Ртуть и мышьяк в плодах томатов не обнаружены.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что растения томатов обладают физиологическими барьерами ограничения трансформации токсических металлов в плоды, а также создаются предпосылки к более интенсивному восстановлению нитратов и нитритов в аммиак, далее - в соответствующие аминокислоты и белок.

Таким образом, предпосевная обработка семян различными по природе регуляторами роста оказала влияние на продуктивность томатов и качество продукции. Активизация стартовых и продукционных процессов способствовала увеличению урожайности в обоих оборотах. Проведенная математическая обработка данных позволила установить достоверность прибавки урожайности на опытных вариантах. В конечном итоге улучшается качество плодов томата: повышается содержание аскорбиновой кислоты, тиамин, рибофлавин, каротинов, уменьшается содержание нитратов и тяжелых металлов.

Применение регуляторов роста дает возможность управления процессами жизнедеятельности растений в условиях закрытого грунта.

### **Экономическая эффективность применения регуляторов роста при выращивании томатов в условиях закрытого грунта**

При оценке экономической эффективности в овощеводстве пользуются системой натуральных и стоимостных показателей, которые показывают соотношение между результатом и затратами производственных и материальных ресурсов (для производственных условий ОАО «ГНЦ НИИАР»). Сопоставимость сравниваемых вариантов обеспечивается приведением всех показателей на 1 м<sup>2</sup> площади.

Анализ показателей абсолютной эффективности свидетельствует о том, что применяемые в опыте препараты весьма эффективны и экономичны. Благодаря их действию урожайность увеличивается до 12,93 кг/м<sup>2</sup> (в сумме за два оборота), а производственные затраты на 2,1% до 168,96 руб/м<sup>2</sup>. Это обеспечивает снижение себестоимости 1 кг томата с 23,33 руб до 12,94 руб/кг. Условно чистый доход с 1 м<sup>2</sup> увеличился до 423,93 руб, т.е. на 258%. Уровень рентабельности выращивания томатов в условиях закрытого грунта при применении крезацина составляет 253,3%.

Таблица 9 Экономическая эффективность применения регуляторов роста при возделывании томатов в условиях закрытого грунта (1 и 2 оборот 2005-2007гг)

Показатели	Контроль	Меллафен (1·10 <sup>-6</sup> %)	Экстрасол (100 мл/л)	Меллафен (1·10 <sup>-7</sup> )	Крезацин (1 г/л)	Янтарная кислота (0,002 г/л)	Крезацин+янтарная кислота
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	7,09	9,66	11,43	10,57	12,93	12,63	12,03
Стоимость продукции, руб/м <sup>2</sup>	324,23	441,75	522,69	483,37	591,29	577,57	550,13
Производственные затраты, руб/м <sup>2</sup>	165,4	167,11	168,96	167,02	167,36	166,65	168,21
Себестоимость, руб/кг	23,33	17,30	14,78	15,80	12,94	13,19	13,98
Условно чистый доход, руб/м <sup>2</sup>	158,83	274,64	353,73	316,35	423,93	410,92	381,92
Уровень рентабельности, %	96,0	164,4	209,4	189,4	253,3	246,6	227,1

Таким образом, наибольший экономический эффект производства томатов достигается на вариантах с использованием крезацина, янтарной кислоты, экстрасола. Уровень этих экономических показателей очень важен при производстве овощной продукции в современных условиях рыночных отношений.

### **ВЫВОДЫ**

1. Под влиянием регуляторов роста происходит увеличение энергии прорастания семян томатов на 10,7-18,7%, лабораторной всхожести на

8,2–12,0% по отношению к контролю, у обработанных растений томатов увеличивается на 3,9–9,1% сила роста.

2. При использовании регуляторов роста наблюдается активизация физиолого-биохимических процессов на первых этапах прорастания семян томатов Семко-99: увеличивается интенсивность дыхания и транспирации, активизируются амилолитические ферменты. Интенсивнее происходят вышеуказанные процессы под влиянием экстрасола, мелафена и крезацина совместно с янтарной кислотой.  
Активность фермента  $\alpha$ -амилазы в зависимости от времени прорастания увеличивается на 4,7–28,2% по сравнению с контролем, наибольшая активность наблюдается на 4-ые сутки, когда составляет 8,3–10 мг глюкозы за 30 мин/г сырой массы, а активность  $\beta$ -амилазы находится в латентном состоянии.
3. Обработка семян томатов регуляторами роста вызывает увеличение силы роста семян и стимуляцию корнеобразования у проростков, а также способствует увеличению линейных и массовых показателей, при этом увеличивается длина корня от 1,31 до 3,23–3,36 см.
4. Предпосевная обработка семян регуляторами роста влияет на интенсивность ростовых процессов в онтогенезе растений, возрастает площадь листовой поверхности в фазу цветения на 17,0–31,7%, в фазу плодоношения соответственно на 27,7–35,6%. Этот процесс прослеживается в обоих оборотах. Экзогенное воздействие регуляторов роста вызывает активное развитие как вегетативных, так и репродуктивных органов.
5. Регуляторы роста оказывают положительное влияние на формирование и накопление сухого вещества во все фазы роста. На опытных вариантах сухая масса повышается на 10,3–43,7% по сравнению с контролем, наибольшее превышение наблюдается в первом обороте, когда на 15–25% превышает показатели зимне-весеннего оборота.
6. Регуляторы роста оказали влияние на морфометрические и биометрические параметры растений. На всех опытных вариантах отмечается увеличение высоты растений и диаметра стебля. Средняя высота растений в зимне-весеннем обороте составила 217,2 см, что на 6% выше контроля, в летне-осеннем обороте соответственно 209,6 см, что на 7,4% выше контроля. Средний диаметр стебля 19,0 мм, а на контроле 16,1 мм.
7. Применение регуляторов роста оказало влияние на количество и массу плодов. В среднем за шесть оборотов количество плодов на контроле составило 13,1 шт/раст, а на опытных вариантах от 16,7 до 20,8 шт, что составило 27,4–58,7%. Регуляторы роста способствовали формированию и более крупных плодов от 187,5 до 212,6 г.
8. Предпосевная обработка семян томата регуляторами роста повышает урожайность на 31,0–73,6%, что составляет 1,32 и 3,13 кг/м<sup>2</sup>. Наибольшая прибавка отмечена на варианте с применением крезацина, янтарной кислоты и от их совместного применения.  
Под влиянием регуляторов роста улучшаются биохимический и экологические показатели плодов томатов за счет увеличения аскорбиновой кислоты с 25,3–42,6 мг/кг, витаминов группы В и каротина, уменьшения нитратов, нитритов и тяжелых металлов.
9. Применяемые в опыте различные по химической природе регуляторы роста характеризуются высокой экономической эффективностью. Наибольшая рентабельность выращивания томата в условиях закрытого грунта была получена при применении крезацина, где составила 253%.
10. Себестоимость при обработке регуляторами роста обеспечивает снижение 1 кг томата с 23,33 руб. до 12,94 руб./кг
11. Используемые регуляторы роста увеличивают условно чистый доход с 1 м<sup>2</sup> до 423,93 руб.

#### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для улучшения посевных качеств семян томатов, повышения

урожайности и качества получаемой продукции в условиях защищенного грунта рекомендуется за 10–18 часов до посева проводить предпосевную обработку семян томатов рабочими растворами следующих регуляторов роста: мелафен –  $1 \cdot 10^{-7}$ %; экстрасол – 100 мл/л; янтарная кислота – 0,002 г/л; крезацин – 1 г/л; крезацин (1 г/л) + янтарная кислота (0,002 г/л).

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Костин, В.И. Оптимизация производственных процессов огурцов и томатов в условиях защищенного грунта под воздействием экстрасола и фиторегуляторов роста /В.И.Костин, Н.И. Епифанов, П.В. Смирнов // Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства»; Пенза, 2005г. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2005. – С. 121–124.
2. Костин, В.И. Влияние предпосевной обработки семян огурцов и томатов на урожайность данных культур в условиях защищенного грунта/ В.И. Костин, Н.И. Епифанов, П.В. Смирнов// Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве»; Пенза, 2005 г.– Пенза: РИО ПГСХА. – 2005.– С. 58–60.
3. Костин, В.И. Влияние предпосевной обработки семян томатов фиторегуляторов на рост и развитие/ В.И. Костин, П. В.Смирнов // Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии в растениеводстве»; Пенза, 2005 г.– Пенза: РИО ПГСХА. – 2005.– С. 73–75.  
Смирнов, П.В.Влияние росторегуляторов и микроэлементов на качество томатов при выращивании в условиях закрытого грунта/ П.В. Смирнов // Материалы междунар. научпракт. конф. «Современные проблемы технологии производства, хранения и переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции»; Мичуринск, 2007 г.– Мичуринск: изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ. – 2007. – Т.1 – С. 250– 253.
4. Смирнов, П.В. Влияние росторегуляторов и микроэлементов на содержание тяжелых металлов, нитратов и нитритов в плодах томата при выращивании в условиях закрытого грунта/ П.В.Смирнов //Материалы науч.-практ. конф. «Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения»; Мичуринск, 2007г. – Мичуринск: изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ.– 2007. – С. 147–149.
5. Смирнов, П.В.Содержание витаминов в плодах томата в условиях закрытого грунта под воздействием микроэлементов и регуляторов роста/ П.В.Смирнов // Материалы науч.–практ. конф. «Современные проблемы отрасли растениеводства и их практические решения»; Мичуринск, 2007г. – Мичуринск: изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ.– 2007. – С. 305–307.
6. Костин, В.И. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность огурцов и томатов/ В.И. Костин, Н.И. Епифанов, П.В. Смирнов //Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 3. – С. 26–28.
7. Костин, В.И. Регуляторы роста повышают урожайность томата/ В.И. Костин, П.В.Смирнов, С.П. Корнилов // Картофель и овощи. – 2008. – №1. – С. 25.
8. Костин, В.И. Влияние различных регуляторов роста на продуктивность томатов в условиях защищенного грунта/ В.И. Костин, П.В.Смирнов, С.П. Корнилов // Материалы Межд. науч.–практ. конф. «Актуальные вопросы аграрной науки и образования», посвященной 65-летию Ульяновской ГСХА; Ульяновск, 2008г. – Ульяновск: ГСХА.– 2008. – Т. I. – С.78–82.
9. Смирнов, П.В. Влияние регуляторов роста на посевные качества семян и ростовые процессы томатов и огурцов в условиях закрытого грунта/ П.В. Смирнов, Н.И. Епифанов//Материалы Междунар. науч.–практ. конф., посвященной 65-летию образования Волгоградской ГСХА «Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях»; Волгоград, 2009г. – Волгоград: ИПК «Нива». – 2009. – С. 18–20.
10. Костин, В.И.Содержание аскорбиновой кислоты в плодах томата под влиянием предпосевной обработки росторегуляторами / В.И. Костин, П.В. Смирнов// Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования»; Ульяновск, 2009г. – Ульяновск: ГСХА.– 2009.– Т. VII.–С. 27–29.