

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В Российской Федерации основная отрасль сельского хозяйства – растениеводство, и производству зерна отводится ведущая роль. Зерно – незаменимый продукт питания населения. Производство зерна стимулирует развитие животноводства и деятельность других отраслей экономики. Зерно и продукты его переработки имеют стратегическое значение, так как являются одним из факторов обеспечения продовольственной безопасности, что имеет для России важное политическое, экономическое и социальное значение.

В валовом сборе зерновых культур в РФ ведущее место принадлежит пшенице, а на Юге России пшеница озимая мягкая (*Triticum aestivum* L.) является основной зерновой культурой. Для реализации потенциальной продуктивности высокоурожайных сортов озимой пшеницы уже недостаточно обычных технологических приемов, нужны такие элементы технологии, которые влияют на физиологические процессы в растении, стимулируют процессы роста и развития, активизируют защитные реакции растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Таким элементом технологии является применение биологически активных веществ и, в частности, регуляторов роста. Регуляторы роста не являются источником питания, но, обладая полифункциональным действием, воздействуют на метаболизм растений.

В настоящее время имеется большой набор ростактивирующих веществ, их действие определяется многими факторами, не все они хорошо изучены по действию на озимую пшеницу. Поэтому изучение влияния регуляторов роста на устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным факторам в целях повышения урожайности и качества зерна является актуальным.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования заключалась в изучении влияния регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от сорта, способа внесения и срока применения. Для решения данной цели были поставлены следующие задачи.

1. Определить влияние регуляторов роста:

- на физиологические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы;
- устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным факторам внешней среды;
- формирование и работу ассимиляционного аппарата;
- эффективность применения регуляторов роста в составе некорневой азотно-фосфорной подкормки;
- урожайность и технологические показатели качества зерна.

2. Провести оценку экономической эффективности применения регуляторов роста на посевах озимой пшеницы.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Ставропольского края на черноземе выщелоченном в многофакторном опыте исследовано влияние регуляторов

роста на жаро- и засухоустойчивость озимой пшеницы, поражаемость болезнями, урожайность и показатели качества зерна. Сделана оценка их влияния на физиологические процессы в прорастающих семенах пшеницы, устойчивость растений к засолению. Дана оценка эффективности совместного применения регуляторов роста с азотно-фосфорным удобрением при некорневой подкормке.

**Практическая значимость.** Обладая антистрессовыми свойствами, регуляторы роста повышают устойчивость озимой пшеницы к низким температурам, засухе и засолению. Результаты исследований вносят определенный вклад в решение проблемы применения регуляторов роста в целях повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы. При обработке семян перед посевом и растений на IV этапе органогенеза озимой пшеницы урожайность зерна повышается на 4,0–7,0 ц/га, по качеству формируется зерно 3-го класса (ценное).

**Апробация работы.** Материалы диссертации докладывались и получили одобрение на научно-практических конференциях Ставропольского аграрного университета (2005, 2006, 2007, 2010), на Международной научно-практической конференции по проблеме «Рациональное использование природных ресурсов и экологическое состояние в современной Европе» (Ставрополь, 2009).

По материалам исследований опубликовано 10 научных статей, в т. ч. одна в реферируемом журнале, рекомендованном ВАК Министерства образования и науки РФ. В этих статьях отражено основное содержание диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 8 глав, выводов и предложений производству, библиографического списка литературы (248 наименований, в т. ч. 18 иностранных авторов). Диссертация изложена на 205 страницах компьютерного текста (в т. ч. 24 приложения), содержит 37 таблиц, 5 рисунков.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Обзор литературы.** Дан обзор научных трудов отечественных и зарубежных ученых по оценке фитогормонов и их синтетических аналогов, их влияния на рост, развитие и продуктивность растений. Сделан анализ применения регуляторов роста с целью снижения действия неблагоприятных факторов внешней среды и повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

**Условия, программа и методика исследований.** Полевые опыты по изучению регуляторов роста проводились на опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, расположенной в Центральной зоне Ставропольского края, которая, согласно агроклиматическому районированию, территориально расположена в зоне неустойчивого увлажнения, лесостепной подзоне.

Почвы представлены черноземом выщелоченным глубокомыцелярно-карбонатным, среднемощным, среднегумусным, тяжелосуглинистым. Уро-

вень обеспеченности растений подвижными формами фосфора и калия является повышенным и соответствует следующим показателям: 30–35 мг/кг  $P_2O_5$  (по Мачигину), 226–290 мг/кг почвы  $K_2O$  (по Мачигину). Реакция почвенного раствора слабокислая (рН 6,5–6,7).

Климат – умеренно континентальный, с неустойчивым увлажнением и тенденцией к засушливости. Среднегодовая температура воздуха 9,2 °С, среднегодовое количество осадков, по многолетним данным, 623 мм.

Погодные условия, сложившиеся при проведении опытов, характеризуются повышенным температурным режимом и пониженным количеством осадков. Среднегодовая температура воздуха была выше многолетнего значения на 0,9–2,2 °С, количество выпавших осадков – 445–563 мм. По тепло- и влагообеспеченности менее благоприятным был 2006/07 сельскохозяйственный год.

**Объект исследования** – озимая пшеница; **предмет исследования** – сорта, регуляторы роста и способы их внесения; **методы исследования** – лабораторные и полевые опыты.

Лабораторные опыты проводились в лаборатории кафедры ботаники, физиологии растений и дендрологии.

Полевой трехфакторный опыт закладывался по схеме  $2 \times 7 \times 3$ .

Фактор А – сорта (Скифянка, Палпич).

Фактор В – регуляторы роста: без регулятора роста, янтарная кислота, силк, эпин, гуamat натрия, иммуноцитифит, лариксин.

Фактор С – способ внесения регулятора роста: без регулятора роста, обработка семян, обработка семян и растений на IV этапе органогенеза.

Полевой опыт по изучению влияния регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы в составе некорневой азотно-фосфорной подкормки в фазу колошения закладывался по схеме: без подкормки без регулятора роста (контроль);  $N_{15}P_{10}$ ; эпин;  $N_{15}P_{10}$  + эпин; силк;  $N_{15}P_{10}$  + силк; янтарная кислота;  $N_{15}P_{10}$  + янтарная кислота (сорт Подарок Дону).

Предшественник озимой пшеницы – черный пар. Технология возделывания озимой пшеницы соответствовала рекомендациям для центральной зоны Ставропольского края. Площадь опытной делянки 10–15 м<sup>2</sup>, учетной 4–6 м<sup>2</sup>. Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок – многоярусное, повторений – сплошное, вариантов – рендомизированное. Посев проводился сеялкой СН-16 в оптимальные сроки (первая декада октября), норма высева 4,0 млн всхожих семян на гектар. Метод уборки и учета урожая – сплошной поделяночный, способ уборки – ручной с последующим обмолотом на молотилке. Данные по урожайности зерна приведены к 100 %-ной чистоте и стандартной (14 %-ной) влажности зерна.

Регуляторы роста растений в виде водных растворов применялись в рекомендованных дозах. Для обработки семян: силк – 50 мг/т, эпин – 200 мл/т, гуamat натрия – 750 г/т, янтарная кислота – 250 г/т, лариксин – 50 мл/т, иммуноцитифит – 0,5 г/т. Для внесения регуляторов роста по вегетирующим растениям соответственно: 30 мл/га, 50 мл/га, 80 г/га, 50 г/га, 40 мл/га и 0,5 г/га.

Для некорневой подкормки использовалась карбамид-аммиачная смесь (КАС 32), к которой добавлялась водная вытяжка из суперфосфата.

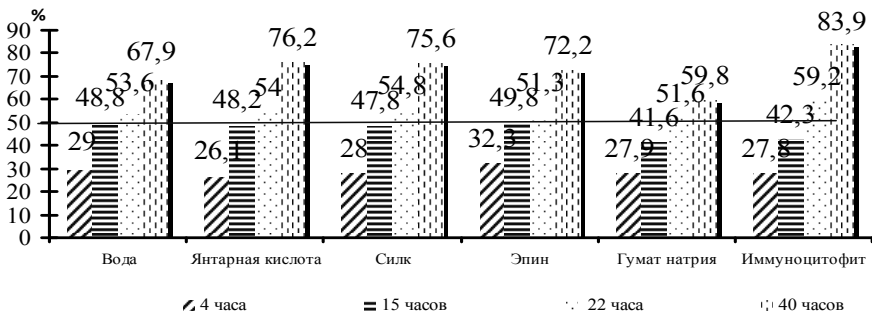
Для решения поставленных задач определяли:

- водопоглощение семенами при проращивании их на дистиллированной воде и в растворах хлорида натрия и сахарозы, водоудерживающую способность растений методом завядания (по Арланду), степень обезвоживания листьев, интенсивность дыхания (Кожушко Ю. Ф. Водоудерживающая способность как показатель засухоустойчивости растений // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л. : ВИР, 1976. – Т. 57. – Вып. 2. – С. 59–67; Асалиев А. И., Беловолова А. А., Бугинова Л. М. Практикум по физиологии и биохимии растений. – Ставрополь : АГРУС, 2003. – 160 с.);
- активность ферментов каталазы (газометрическим методом) и амилазы (Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев : Наукова думка, 1976. – 336 с.);
- общее содержание сахаров (Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.);
- жаро- и засухоустойчивость (Удовенко Г. В. Биохимия растений. – М. : Колос, 1977. – 214 с.);
- зимостойкость, структура урожайности зерна (Методика государственного сортоиспытания, 1971);
- посевные свойства семян, технологические показатели качества зерна определяли по действующим ГОСТам. Общая оценка качества зерна сделана по ГОСТ Р 52554–2006;
- распространенность и степень развития септориоза и бурой ржавчины (Гаврилов А. А., Шутко А. П., Марюхина А. Г. Фитосанитарная диагностика болезней растений. – Ставрополь : АГРУС, 2004. – 76 с.);
- площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза (Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / Ничипорович А. А. [и др.]. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 150 с.; Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Третьяков Н. Н. [и др.]. – М. : Колос, 2000. – 639 с.);
- учет накопления биомассы проростков (100 шт.) и биомассы надземных органов (30 раст.) методом высушивания до постоянного веса;
- экономическую эффективность. Экономическая эффективность рассчитывалась на основе технологических карт по ценам и расценкам, действующим в среднем за 2005–2007 годы.

Для оценки существенности различий по вариантам опыта использовался корреляционный и дисперсионный анализы. Дисперсионный анализ урожайности зерна сделан по модели трехфакторного опыта, заложенного методом организованных повторений (Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Влияние регуляторов роста на физиологические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы.** Прорастание семян – процесс их перехода из состояния покоя к активной жизнедеятельности. Необходимое условие для прорастания семян – наличие воды. Наши исследования в лабораторном опыте, выполненные применительно к сорту озимой пшеницы Скифянка, показали, что синтетические регуляторы роста оказали стимулирующее действие на водопоглощение семенами (рис. 1). Уже через 4 часа водопоглощение семенами озимой пшеницы составило 26,1–32,3 %. Необходимый порог водопоглощения (47–48 %) был достигнут (кроме варианта с применением гумата натрия и иммуноцитифита) через 15 часов с начала проращивания семян. Через 22 часа водопоглощение увеличилось и на варианте с применением иммуноцитифита составило 59,2 %. Через 40 часов было установлено, что водопоглощение на вариантах с применением регуляторов роста было выше по отношению к контролю на 4,3–16,0 %. Исключение составил вариант с применением гумата натрия, на котором водопоглощение было ниже контроля (59,8 %). Наиболее интенсивным процесс набухания и прорастания семян был при обработке семян иммуноцитифитом (83,9 %).



**Рисунок 1** – Влияние регуляторов роста на водопоглощение семенами озимой пшеницы (лабораторный опыт)

Таким образом, испытанные нами регуляторы роста, не оказывая заметного влияния на интенсивность водопоглощения на начальном этапе прорастания семян, стимулируют этот процесс после первых суток, что, по-видимому, связано с усилением ферментативной активности и повышением их осмотического потенциала за счет накопления низкомолекулярных осмотически активных соединений.

По окончании набухания зародыш семени трогается в рост. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что регуляторы роста оказали заметное влияние на прорастание семян озимой пшеницы. Энергия прорастания на вариантах с обработкой семян регуляторами роста увеличилась до 93,3–95,5 %, на контроле – 88,7 %. Лабораторная всхожесть также увеличилась до 94,0–

96,8 % на контроле – 92,0 %. Значительных различий между регуляторами роста не отмечается. Но следует отметить, что наиболее низкие показатели по энергии прорастания и всхожести были получены при применении для обработки семян эпина.

На изучаемых вариантах опыта отмечается положительное стимулирующее действие регуляторов роста на рост корешка и ростка. Но наиболее существенный стимулирующий эффект проявляется на росте ростка. Так, если увеличение длины корешка колебалось от 0,1 до 0,5 см, то у ростков оно составляло 0,3–1,3 см, такая же зависимость отмечается по сухой массе корешков и ростков. Суммарная масса корешков и ростков увеличивалась на изучаемых вариантах на 9,0–16,0 %. Максимальное увеличение (16,0 %) отмечено при применении препарата силка. На одинаковом уровне оказалось влияние янтарной кислоты, гумата натрия и иммуноцитифита. При применении эпина по отношению к контролю не отмечалось положительного влияния на рост корешка и ростка.

Регуляторы роста повышают интенсивность дыхания прорастающих семян, и это, по-видимому, можно считать показателем ускоренной мобилизации запасных органических веществ на ростовые процессы. На контрольном варианте 1 г семян за час было выделено 1 мг  $\text{CO}_2$ , а на вариантах с обработкой семян регуляторами роста интенсивность дыхания на начальном этапе прорастания была выше в 1,6–2,8 раза. Через 48 часов выделение углекислоты увеличилось в сравнении с показателем интенсивности дыхания через 24 часа в 1,2–3,3 раза, но повышение по отношению к контролю под влиянием регуляторов роста было меньшим (табл. 1).

**Таблица 1** – Влияние регуляторов роста на интенсивность дыхания и активность ферментов

Регулятор роста	Дыхание семян, мг $\text{CO}_2$ г семян/час		Активность	
	24 часа	48 часов	каталазы, $\text{cm}^3 \text{O}_2$ за 3 мин	амилазы, мг гидролизованного крахмала за 1 час 1 мл ферментного раствора
Без регулятора роста	1,0	3,3	15,3	4,69
Янтарная кислота	1,9	4,2	22,0	5,31
Силк	1,6	2,8	18,5	5,37
Эпин	2,8	3,4	15,4	4,79
Гумат натрия	2,0	3,4	17,0	5,47
Иммуноцитифит	1,7	3,7	20,9	4,81

Как свидетельствуют результаты наших исследований, ростстимулирующие вещества повышают активность фермента каталазы, что может служить в определенной мере показателем интенсивности окислительных процессов

в обработанных ими семенах. При этом наибольшая активность данного фермента отмечена на варианте с обработкой семян иммуноцитифитом 20,9, янтарной кислотой – 22,0 и силком 18,5 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 3 мин. Относительное превышение активности каталазы над контролем по этим вариантам составило 36,6; 43,8 и 20,9 % соответственно.

Обработка семян регуляторами роста оказывает влияние на активность амилолитических ферментов. На всех опытных вариантах отмечено повышение суммарной активности амилолитических ферментов. Наибольшая активность амилазы проявилась при обработке семян янтарной кислотой, силком и гуматом натрия. На этих вариантах в среднем за два года исследований она изменялась от 5,31 до 5,47 мг гидролизованного крахмала 1 мл ферментного раствора, на контроле – 4,69.

Оценка взаимосвязи активности амилолитических ферментов с показателями всхожести семян показывает наличие между ними положительной зависимости. Коэффициент корреляции между этими показателями равен 0,721. Следовательно, можно считать, что степень активности амилолитических ферментов является косвенным показателем всхожести семян озимой пшеницы.

**Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости озимой пшеницы к стрессовым факторам внешней среды.** Влияние ростстимулирующих веществ на прорастание семян озимой пшеницы в экстремальных условиях (засоление) изучалось при прорастивании семян в растворах сахарозы и хлорида натрия. На контрольном варианте при прорастивании семян на воде водопоглощение семенами озимой пшеницы через 4 часа составило 29, через 22 часа – 53 и через 40 часов – 67,9 %. При прорастивании в растворе сахарозы соответственно 18,4; 35,8 и 66 %, в растворе хлорида натрия – 23,1; 32,4 и 52,3 %, т. е. значительно ниже. Обработка семян регуляторами роста снизила отрицательное действие сахарозы и хлорида натрия на водопоглощение семенами. На фоне хлорида натрия необходимый для прорастания семян порог водопотребления был достигнут через 22 часа с начала прорастивания на вариантах с обработкой семян янтарной кислотой, эпином, иммуноцитифитом, а на фоне сахарозы – на вариантах с янтарной кислотой, эпином и силком. При применении регуляторов роста на сахарозе водопоглощение на фоне сахарозы увеличилось на 8,5–12,1 %, на фоне хлорида натрия – на 8,0–18,2 %, но абсолютные показатели их были ниже, чем на контрольном варианте при прорастивании семян на воде. Через 40 часов водопоглощение увеличилось, и на вариантах с применением силка, эпина и иммуноцитифита на фоне сахарозы оно было выше (75,0–75,2 %) и по отношению к контролю (67,9 %), на фоне хлорида натрия водопоглощение колебалось от 59,5 до 69,4 %, но только при применении янтарной кислоты этот показатель был выше, чем на контрольном варианте.

В условиях, затрудняющих водопоглощение семенами, испытуемые регуляторы роста оказали влияние на интенсивность прорастания семян. В растворе сахарозы наиболее стимулирующее влияние оказывает янтарная кислота и эпин. Масса проростков (корешки + ростки) увеличивалась соответственно

на 27,7 и 38,9 %. При применении силка и иммуноцитифита – 5,5 %. В растворе хлорида натрия преимущество было за силком и эпином. Масса проростков увеличивалась на 35,3 и 29,4 %. Влияние янтарной кислоты не проявилось.

При прорастании семян озимой пшеницы в экстремальных условиях в растворах сахарозы и хлорида натрия уменьшается интенсивность дыхания. Регуляторы роста снижают их отрицательное действие, и интенсивность дыхания семян заметно возрастает. Через 24 часа интенсивность дыхания семян на контроле 1,0 мг CO<sub>2</sub> г семян/час. В растворе сахарозы этот показатель снизился до 0,5 мг CO<sub>2</sub> г семян/час, но на вариантах, обработанных регуляторами роста, интенсивность дыхания увеличивалась до 1,7–2,2 мг CO<sub>2</sub> г семян/час. Через 48 часов интенсивность дыхания увеличивалась на всех вариантах по отношению к показателям на 24 часа. Регуляторы роста повышают интенсивность дыхания семян на фоне сахарозы, но абсолютные значения были ниже контроля.

В действии регуляторов роста при обработке ими семян для проращивания в растворе хлорида натрия отмечается такая же закономерность, как и при проращивании в растворе сахарозы, но абсолютные показатели интенсивности дыхания ниже.

Регуляторы роста в экстремальных условиях повышают активность фермента каталазы. При проращивании семян на воде активность каталазы 15,3 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 3 мин, в растворах сахарозы и хлорида натрия этот показатель снижается соответственно до 11,8 и 11,6 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 3 мин. На вариантах с применением регуляторов роста при проращивании семян в растворе сахарозы активность каталазы повышается до 13,8–14,1, а в растворе хлорида натрия до 13,1–14,6 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> за 3 мин, что выше, чем при проращивании семян в растворах сахарозы или хлорида натрия, но ниже, чем на контроле. Заметных различий в вариантах с регуляторами роста не отмечается.

Изучаемые регуляторы роста, снижая отрицательное осмотическое и токсическое воздействие в растворах сахарозы и хлорида натрия, повышают посевные качества семян. Энергия прорастания семян при проращивании их в растворе сахарозы снижается на 16,0 %, в растворе хлорида натрия – на 19,0 %, всхожесть семян снижается соответственно на 17,0 и 16,0 % по отношению к чистому контролю. Предварительная обработка семян регуляторами роста повышает эти показатели.

Наиболее заметным при проращивании семян в растворе сахарозы оказалось влияние на посевные качества семян янтарной кислоты, силка и иммуноцитифита. Энергия прорастания семян при обработке этими веществами превысила вариант без их применения соответственно на 16,0; 6,0 и 8,0 %. По всхожести семян превышение составило 16,0; 15,0 и 11,0 %. Эти варианты характеризуются и максимальными значениями показателя энергии прорастания и всхожести семян. Так, энергия прорастания в варианте с янтарной кислотой составила 89,0 %, иммуноцитифитом – 81,0 % и силком – 79,0 % (при 73,0 % на контрольном варианте).



При проращивании семян озимой пшеницы в растворе хлорида натрия, оказывающего двойное действие (осмотическое и токсическое), наиболее высокие показатели энергии прорастания (78,0 и 83,0 %) и всхожести семян (84,0 и 83,0 %) были отмечены после обработки семян янтарной кислотой, силком. Однако эти значения были ниже, чем на варианте с прорастанием семян на воде.

Следовательно, регуляторы роста, оказывая положительное влияние на водопоглощение семенами, накопление сухой массы проростков, интенсивность дыхания и активность каталазы, посевные свойства семян при прорастании семян в экстремальных условиях не смогли повысить эти показатели до уровня контроля.

В условиях Ставропольского края основная причина гибели растений озимой пшеницы в зимний период – вымерзание. Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии испытанных препаратов на перезимовку и выживаемость растений изучаемых сортов пшеницы. По сорту Скифянка на вариантах с применением гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина перезимовало 89,4–94,2 % растений, на контроле 83,1 %, по сорту Палпич соответственно – 92,5–94,8 и 84,6 %. При положительном влиянии на эти показатели янтарной кислоты, силка и эпина эффективность их была ниже. Выживаемость растений за период «посев – ранняя весна» по сорту Скифянка 57,8 %. При обработке семян регуляторами роста выживаемость 61,5–73,2 %. Наиболее высокие показатели, 69,8–73,2 %, получены при обработке семян гуматом натрия, иммуноцитифитом и лариксином. Такая же зависимость по перезимовке и выживаемости растений отмечается и по сорту Палпич, но абсолютные показатели выше.

Положительное влияние регуляторов роста на перезимовку связано с повышением суммарного содержания сахаров в листьях озимой пшеницы в осенний период. По сорту Скифянка суммарное содержание сахаров в листьях растений контрольного варианта составляло 19,3 %, на опытных вариантах концентрация сахаров колебалась от 20,5 до 24,0 %. Наибольшее накопление сахаров в листьях отмечено при обработке семян гуматом натрия (23,3 %), иммуноцитифитом (24,0 %) и лариксином (23,7 %), что выше по отношению к контролю на 4,0–4,7 %. Следовательно, можно полагать, что, стимулируя накопление сахаров в листьях, изучаемые препараты могут обеспечивать подготовку растений озимой пшеницы к более успешному преодолению неблагоприятных условий зимнего периода. При определении содержания сахаров в листьях озимой пшеницы весной их количество уменьшалось до 11,1–16,2 %, но положительное влияние регуляторов роста сохранилось.

Нами исследовалось влияние регуляторов роста на засухоустойчивость озимой пшеницы. С этой целью определялась интенсивность водоотдачи изолированными листьями методом завядания. Изначально на вариантах с применением регуляторов роста, путем обработки семян и вегетирующих растений, оводненность листьев была выше по отношению к контролю по сорту Скифянка на 1,0–2,3 %, по сорту Палпич на 1,7–4,5 %. Абсолютное содержа-

ние воды в изолированных листьях озимой пшеницы в течение времени завядания уменьшалось, и через 6 часов по сорту Скифянка составило 30,3 % на контрольном варианте и 35,4–35,6 % на вариантах с применением регуляторов роста, по сорту Палпич – 27,6 и 27,9–32,4 %.

Наибольший уровень оводненности в течение всего времени наблюдений (22 часа) отмечался у растений изучаемых сортов на опытных вариантах с применением лариксина, гумата натрия и иммуноцитифита. В конце опыта в растениях сорта Скифянка содержание воды в листьях соответственно 17,9; 16,2 и 15,0 %, на контроле 12,3 %, сорта Палпич – 16,3; 14,8 и 14,7 % при 10,6 % у контрольных растений. Потеря воды листьями была ниже. По сорту Скифянка контрольные листья потеряли 85,1 % по отношению к исходному содержанию, а при применении лариксина 78,9 %, гумата натрия – 81,6 % и иммуноцитифита – 80,7 %. По сорту Палпич соответственно 86,8; 80,6; 82,5 и 82,4 %. Более высокий уровень оводненности на изучаемых вариантах с регуляторами роста свидетельствует о положительном их влиянии на состояние коллоидов клеток.

Для оценки действия регуляторов роста на устойчивость озимой пшеницы к засухе определены коэффициенты стабильности по засухо- и жароустойчивости. Учеты, выполненные на посевах изучаемых сортов озимой пшеницы, показали, что наибольшая засухо- и жароустойчивость флагового листа была на вариантах с применением регуляторов роста. Коэффициент стабильности признака на изучаемых вариантах сорта Скифянка – 0,83–0,87, на контрольном варианте – 0,73. Наиболее высокие показатели коэффициента стабильности признака по засухоустойчивости получены на вариантах с применением гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина (0,86–0,88). Коэффициент стабильности признака растений по жароустойчивости также повышался на вариантах с регуляторами роста до 0,47–0,58, что выше по отношению к контролю – 0,44. Лучшими, как и по засухоустойчивости, были варианты с применением гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина.

Результаты, полученные по сорту Палпич, показывают, что наиболее высокие значения коэффициента стабильности при определении засухоустойчивости тканей листьев отмечены на вариантах с обработкой семян и растений янтарной кислотой (0,93), эпином (0,90), лариксином (0,89) и гуматом натрия (0,86). Влияние силка и иммуноцитифита было близким к значению контрольного варианта – 0,82. Максимальные коэффициенты стабильности жароустойчивости по отношению к контрольному варианту (0,44) отмечены при применении лариксина (0,59), гумата натрия (0,58) и янтарной кислоты (0,56).

На существенное влияние регуляторов роста на засухо- и жароустойчивость озимой пшеницы указывают и коэффициенты корреляции при оценке взаимосвязи коэффициентов стабильности пар вариантов: без регулятора роста – регулятор роста. Полученные коэффициенты корреляции ( $\bar{r} = 0,81 - 0,85$ ) указывают на сильную положительную существенную связь на уровне вероятности 95 и 99 %.

На формирование урожайности зерна оказывают влияние болезни озимой пшеницы. Применяемые регуляторы роста снизили степень развития и распространенность септориоза (табл. 2). В фазу весеннего кушения проявилось действие регуляторов роста от обработки семян озимой пшеницы. На изучаемых сортах в среднем за три года септориоз не обнаружен при применении силка. При обработке семян лариксином степень развития болезни 0,03 %. При применении других регуляторов роста степень развития болезни по сорту Скифянка 0,73–0,74 %, на контроле 1,98 %, по сорту Палпич – 0,89 – 1,47 и 2,75 %.

**Таблица 2** – Поражаемость озимой пшеницы септориозом в зависимости от сорта и регулятора роста (среднее за 2005–2007 гг.)

Регулятор роста	Фаза развития										
	Кушение			Трубкавание		Колошение		Молочно-восковая спелость			
	Р	В	С	Р	В	Р	В	Р	В	Р	С
<b>Скифянка</b>											
Без регулятора роста	48,3	1,98	–	22,1	–	42,4	–	66,7	–	14,4	–
Янтарная кислота	25,0	0,73	73,3	11,3	47,1	30,7	29,3	61,4	7,9	10,5	27,1
Силк	0	0	100	11,6	47,6	36,8	13,5	55,5	16,8	8,8	38,9
Эпин	26,7	1,02	67,2	13,9	37,7	36,1	14,5	58,3	12,6	9,2	36,1
Гумат натрия	11,7	0,74	76,2	11,4	47,5	33,5	22,0	58,4	12,4	10,2	29,2
Иммуноцитифит	23,3	0,74	75,5	11,5	46,5	33,2	21,4	61,1	8,4	10,8	25,0
Лариксин	3,3	0,03	97,9	8,4	62,7	26,8	37,5	49,8	25,3	8,2	43,1
Среднее	19,8	0,75	81,7	12,9	48,2	34,2	23,0	58,7	13,9	10,3	33,2
<b>Палпич</b>											
Без регулятора роста	65,0	2,75	–	20,5	–	40,2	–	76,2	–	13,6	–
Янтарная кислота	20,0	0,89	77,1	10,2	49,7	29,2	27,5	60,0	21,3	10,7	21,3
Силк	0	0	100	13,6	34,2	31,3	23,0	58,0	23,9	10,6	22,1
Эпин	28,3	0,94	72,6	12,8	37,6	31,0	22,5	53,1	30,3	11,2	17,6
Гумат натрия	20,0	1,0	70,5	11,7	39,9	28,3	29,1	51,8	32,0	9,9	27,2
Иммуноцитифит	40,0	1,47	54,6	12,2	35,9	31,0	22,0	67,0	12,1	11,7	14,0
Лариксин	3,3	0,03	99,0	9,5	56,2	26,3	38,0	51,2	32,8	9,3	31,6
Среднее	25,2	1,01	79,0	12,9	42,2	31,0	27,0	59,6	25,4	11,0	22,3

Хотя на начальном этапе роста и развития озимой пшеницы степень развития септориоза весьма незначительная, распространенность заболевания была довольно высокой, в особенности на контрольном варианте. В среднем за три года по сорту Скифянка она составляла 48,3 %, по сорту Паллич 65,0 %. При полном отсутствии септориоза при применении силка наименьшее распространение болезни на посевах сорта Скифянка отмечено при применении лариксина (3,3 %) и гумата натрия (11,7 %). На посевах сорта Паллич выделялись варианты с применением лариксина (3,3 %), гумата натрия (20,0 %) и янтарной кислоты (20,0 %).

Высокую биологическую эффективность по отношению к септориозу в фазу кушения проявили силк и лариксин. На вариантах с применением этих регуляторов роста по сорту Скифянка их биологическая эффективность составила 100,0 и 97,9 %, по сорту Паллич – 100,0 и 99,0 %. Относительно высокая биологическая активность по сорту Скифянка в среднем за три года отмечена по гумату натрия – 76,2 %, иммуноцитифиту – 75,5 % а по сорту Паллич при применении гумата натрия – 70,5 % и янтарной кислоты – 77,1 %.

К фазе трубкования, колошения и молочно-восковой спелости зерна распространенность септориоза на всех вариантах опыта составляла 100 %, и больные растения различались лишь по степени развития болезни. Несмотря на то, что на IV этапе органогенеза растения озимой пшеницы были обработаны регуляторами роста, степень развития болезни значительно выше по сравнению с фазой кушения.

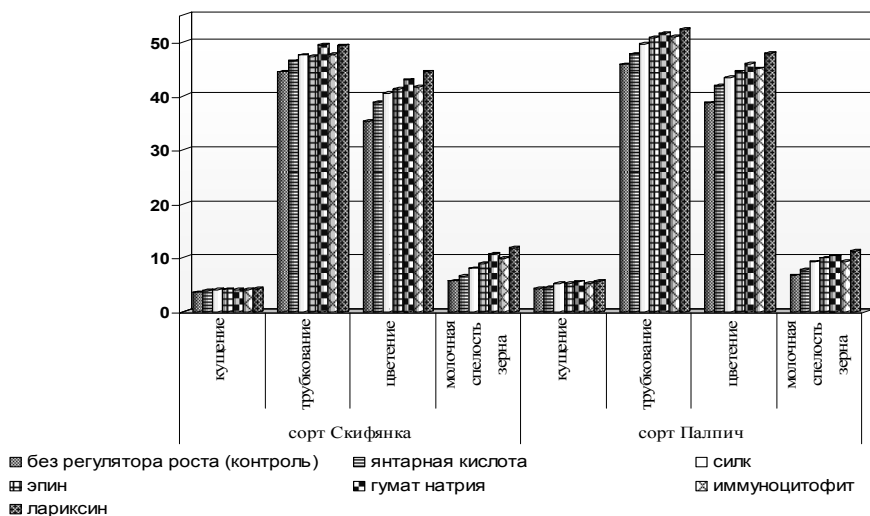
При положительном действии регуляторов роста на поражение озимой пшеницы септориозом в годы исследований и в среднем за три года наибольшее угнетение патогена наблюдается при применении лариксина. По сорту Скифянка степень развития септориоза в фазу трубкования 8,4 %, в фазу колошения – 26,8 %, в молочно-восковую спелость – 49,8 %, по сорту Паллич соответственно – 9,5; 26,3 и 51,2 %.

Влияние регуляторов роста установлено и на поражение септориозом колоса. На контрольных вариантах в среднем за годы наблюдений поражаемость септориозом 14,4 % и 13,6 %. Регуляторы роста снизили поражение колоса септориозом. На посевах обоих сортов наибольшее угнетение развития патогена на колосе установлено при применении лариксина. По сорту Скифянка выделялся вариант с применением силка и эпина, а по сорту Паллич – гумат натрия.

Анализ данных по биологической эффективности регуляторов роста показывает, что чем выше показатели уменьшения степени поражения растений, тем выше биологическая его активность.

К фазе молочной спелости зерна на флаговом листе усиливалось развитие бурой ржавчины. При 100 %-ной распространенности болезни исследуемые варианты различались по ее развитию. В среднем за 3 года регуляторы роста снижали развитие бурой ржавчины в сравнении с контролем по сорту Скифянка на 8,0–12,5 %, по сорту Паллич на 7,5–11,9 %. Высокие результаты получены при применении лариксина, силка, иммуноцитифита. Биологическая эффективность лариксина 55,2–56,1 %, силка – 51,1–53,5 %, иммуноцитифита – 42,3–45,5 %.

**Влияние регуляторов роста на формирование и работу ассимиляционного аппарата озимой пшеницы.** В фазу кушения площадь листьев на вариантах с регуляторами превышала контроль (рис. 2). Так как весенняя обработка растений озимой пшеницы регуляторами роста была проведена позже, можно считать, что сказалось их положительное влияние при обработке семян озимой пшеницы. Регуляторы роста, увеличивая массу корня и проростка в целом на первых этапах роста и развития растений озимой пшеницы, улучшают их зимостойкость, что способствует более быстрому нарастанию листовой поверхности в ранневесенний период. По сорту Скифянка без применения регуляторов роста на контроле площадь листьев 3,54 тыс. м<sup>2</sup>/га, на вариантах с регуляторами роста 3,82–4,19 тыс. м<sup>2</sup>/га, по сорту Паллич соответственно 4,22 и 4,49–5,61 тыс. м<sup>2</sup>/га. Стимулирующий эффект по сорту Скифянка 0,28–0,65 и по сорту Паллич 0,27–1,39 тыс. м<sup>2</sup>/га.



**Рисунок 2** – Динамика формирования площади листьев озимой пшеницы в зависимости от сорта и регулятора роста (2005–2007 гг.), тыс. м<sup>2</sup>/га

Формирование фотосинтетического аппарата по всем вариантам опыта представлено одновершинной кривой с максимумом в период «трубкования». В среднем за три года в фазу трубкования площадь листовой поверхности по сорту Скифянка составила 44,46–49,36 тыс. м<sup>2</sup>/га. По сорту Паллич площадь листьев была выше и составляла 45,80–52,37 тыс. м<sup>2</sup>/га. К фазе цветения и молочной спелости зерна площадь листьев уменьшалась за счет отмирания листьев нижних ярусов.

Регуляторы роста оказали заметное влияние на площадь листовой поверхности и в фазы цветения и молочной спелости зерна. В фазу цветения при применении гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина площадь листьев по отношению к контролю увеличилась по сорту Скифянка на 18,1–26,0 %,

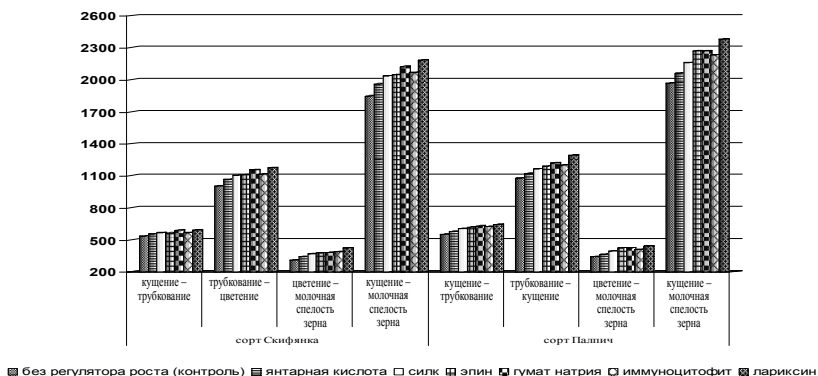
по сорту Паллич на 16,5–23,7 %, в фазу молочной спелости зерна соответственно на 74,5–106,8 % и 38,9–67,9 %.

Анализ данных в разрезе изучаемых регуляторов роста демонстрирует, что более высокие показатели площади листовой поверхности были на вариантах с применением гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина. Зависимость эта отмечается по обоим сортам и по всем фазам роста и развития растений озимой пшеницы.

В период «цветение – молочная спелость зерна» наблюдается наибольшее отмирание листьев. На посевах озимой пшеницы Скифянка на контроле в фазу молочной спелости зерна функционировало 16,11 %, Паллич – 18,20 % листовой поверхности по отношению к фазе цветения. При применении регуляторов роста этот показатель увеличивался. По сорту Скифянка при обработке гуматом натрия функционировала 24,9 %, иммуноцитифитом – 23,91 %, лариксином – 25,92 % листовой поверхности. На посевах сорта Паллич эти величины составили соответственно 24,86, 20,62 и 23,46 %. Полученные данные также подтверждают, что регуляторы роста, стимулируя процесс формирования ассимиляционной поверхности озимой пшеницы, способствуют лучшей сохранности листового аппарата и увеличению продолжительности ее функционирования, о чем свидетельствуют и данные по фотосинтетическому потенциалу.

По сорту Скифянка на контрольном варианте без применения регуляторов роста в среднем за три года фотосинтетический потенциал в период «кущение – трубкование» составил 534,78, «трубкование – цветение» – 1003,50 и «цветение – молочная спелость» – 307,49 тыс. м<sup>2</sup> дн/га. В посевах сорта Паллич – соответственно 550,26, 1075,91 и 340,22 тыс. м<sup>2</sup> дн/га. Динамика фотосинтетических потенциалов в посевах озимой пшеницы была аналогичной нарастанию листовой поверхности.

Все регуляторы роста способствовали повышению фотосинтетического потенциала, и их влияние наблюдается на всех изучаемых межфазных периодах озимой пшеницы (рис. 3).



**Рисунок 3** – Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы в зависимости от сорта и регулятора роста (среднее за 2005–2007 гг.) тыс. м<sup>2</sup> дн/га

В межфазный период «цветение – молочная спелость зерна» отмечается резкое снижение фотосинтетического потенциала за счет отмирания листьев в силу их физиологического старения и поражения листовыми болезнями, но стимулирующее влияние регуляторов роста сохраняется. При сравнении регуляторов роста установлена наиболее высокая эффективность лариксина, являющегося индуктором повышения иммунитета культурных растений к болезням. При применении лариксина в межфазный период «цветение – молочная спелость» по сорту Скифянка фотосинтетический потенциал 421,92; на контроле – 307,49; на других вариантах с регуляторами роста – 339,97–386,75 тыс. м<sup>2</sup> дн/га, по сорту Палпич соответственно – 443,2; 340,22 и 364,52–422,45 тыс. м<sup>2</sup> дн/га. Вероятно, благодаря снижению поражения растений болезнями на фоне применения лариксина к более поздним фазам развития растения сохраняют большую листовую поверхность и высокое значение фотосинтетического потенциала.

Менее эффективным было влияние янтарной кислоты, обеспечившей повышение фотосинтетических потенциалов в эти межфазные периоды вегетации растений озимой пшеницы по отношению к контролю, по Скифянке на 3,3–10,6 %, Палпич – на 4,02–7,1 %. Влияние всех остальных регуляторов роста было выше контроля, но меньше, чем при применении лариксина.

Продуктивность фотосинтеза посева характеризуется показателем «чистая продуктивность фотосинтеза» (ЧПФ). Установлено, что ЧПФ изменяется в зависимости от сорта и применяемых регуляторов роста. В среднем за три года по изучаемым сортам было выявлено, что ЧПФ варьирует в течение вегетации. В межфазный период «кущение – трубкование» ЧПФ была выше, чем в период «трубкование – цветение». Наиболее высокие показатели были в период «цветение – молочная спелость» зерна. По сорту Скифянка на контрольном варианте в межфазный период «кущение – трубкование» ЧПФ 7,45; «трубкование – цветение» 5,76 и «цветение – молочная спелость зерна» – 14,44 г/м<sup>2</sup> сутки. По сорту Палпич отмечается такая же закономерность, но абсолютные показатели более высокие.

Все регуляторы роста в наблюдаемые периоды повышали чистую продуктивность фотосинтеза. Например, по сорту Скифянка в межфазный период «кущение – трубка» ЧПФ увеличивалась при применении янтарной кислоты на 0,98; силка на 1,39; эпина – на 1,03; гумата натрия – на 2,81; иммуноцитифита – на 1,29 и лариксина – на 2,73 г/м<sup>2</sup> сутки. По сорту Палпич соответственно на 1,39; 1,54; 1,62; 1,44; 2,67 и 2,76 г/м<sup>2</sup> сутки. Стимулирующее действие регуляторов роста независимо от сорта в большей мере сказывалось на показателях ЧПФ в межфазный период «цветение – молочная спелость зерна». Регуляторы роста повышали ЧПФ по сорту Скифянка на 0,56–2,88 и по сорту Палпич на 2,08–4,31 г/м<sup>2</sup> сутки. Наиболее эффективным в среднем за вегетацию было влияние гумата натрия, лариксина, иммуноцитифита, что более четко просматривается по сорту Палпич.

**Урожайность и качество зерна озимой пшеницы при применении регуляторов роста.** Исследования по влиянию на урожайность зерна озимой пшеницы сорта, регулятора роста и способов их внесения проводились, как

указывалось ранее, по схеме полного факториального эксперимента, что позволило сделать оценку главных факторов, их сочетаний, а также определить эффект взаимодействия.

Установлено, что более высокоурожайным независимо от погодных условий и изучаемых регуляторов роста был сорт Палпич. В среднем за три года прибавка зерна составила 0,27 т/га. Положительное влияние на увеличение урожайности зерна получено и при оценке действия регуляторов роста. С вероятностью 95 % достоверная прибавка по урожайности зерна в годы исследований отмечается по всем вариантам опыта с применением регуляторов роста по отношению к контролю (табл. 3). В среднем за три года независимо от сорта и способа внесения регулятора роста урожайность зерна увеличивается на 0,18–0,32 т/га. Регуляторы роста гумат натрия, иммуноцитифит и лариксин имеют более высокую агрономическую эффективность в сравнении с янтарной кислотой, силком и эпином. Применение лариксина более эффективно по отношению к иммуноцитифиту, но разность в урожайности 0,03 т/га в сравнении с гуматом натрия находится в пределах ошибки эксперимента.

**Таблица 3** – Влияние регуляторов роста на урожайность зерна озимой пшеницы, т/га

Регулятор роста	2005	2006	2007	Среднее	± к контролю
Без регулятора роста	4,24	4,40	4,12	4,25	–
Янтарная кислота	4,43	4,56	4,30	4,43	0,18
Силк	4,42	4,58	4,33	4,44	0,21
Эпин	4,48	4,58	4,36	4,47	0,22
Гумат натрия	45,2	4,70	4,40	4,54	0,29
Иммуноцитифит	4,54	4,65	4,36	4,52	0,27
Лариксин	4,51	4,66	4,54	4,57	0,32
НСР <sub>95</sub>	0,14	0,11	0,06	0,04	–

Изучение способа внесения регулятора роста показало (табл. 4), что при общем положительном влиянии регуляторов роста на урожайность более высокие прибавки могут быть получены при обработке ими семян и растений в фазу трубки на IV этапе органогенеза озимой пшеницы. В среднем за три года прибавка только от обработки семян составила 0,19 т/га, при обработке семян и растений – 0,52 т/га.

В многофакторном опыте, сорт – регулятор роста – способ внесения, определенный интерес представляет определение доли влияния на урожайность каждого фактора, оценка эффектов их взаимодействия и выявление, прежде всего, явлений синергизма. В годы проведения опытов положительные эффекты взаимодействия не были установлены. Фактические значения критерия F были ниже теоретических значений на 95 %-ном уровне вероятности. Оценка доли влияния изучаемых факторов подтверждает этот вывод. Доля влияния



парных и тройных взаимодействий составляла по годам исследования 0–3 %. Урожайность зерна озимой пшеницы определялась в основном сортом и способом внесения регулятора роста.

**Таблица 4** – Влияние способа внесения регулятора роста на урожайность зерна озимой пшеницы, т/га

Способ внесения регулятора роста	2005	2006	2007	Среднее	± к контролю
Без регулятора роста	4,24	4,40	4,12	4,25	–
Обработка семян	4,44	4,56	4,38	4,44	0,19
Обработка семян и растений	4,76	4,91	4,64	4,77	0,52
НСР <sub>95</sub>	0,10	0,08	0,05	0,07	–

При оценке агрономической эффективности каждого варианта опыта в зависимости от сочетания изучаемых факторов установлено, что по сорту Паллич по всем вариантам опыта получена существенная прибавка зерна 0,21–0,36 т/га по сравнению с сортом Скифянка (табл. 5). Существенная прибавка от применения регуляторов роста была на всех вариантах, кроме вариантов с обработкой семян янтарной кислотой и эпином по сорту Скифянка. Наблюдаемая разность 0,12 и 0,11 т/га незначительна (НСР<sub>95</sub> = 0,13 т/га). Наиболее высокие показатели урожайности зерна получены при обработке семян с последующей обработкой растений регуляторами роста гумат натрия, иммуноцитифит и лариксин. Урожайность по сорту Скифянка составила в среднем за три года 4,74; 4,72 и 4,75 т/га, по сорту Паллич – 4,99; 4,94 и 5,06 т/га. Существенных различий в урожайности между этими регуляторами роста на 95 %-ном уровне вероятности нет. Влияние регуляторов проявляется независимо от сорта, но существенно более высокая прибавка получена при применении этих регуляторов роста на наиболее высокоурожайном сорте Паллич.

Анализ структуры урожайности зерна свидетельствует, что основной вклад в формирование прибавки зерна от регуляторов роста вносят такие элементы структуры, как продуктивная кустистость и масса одной зерновки. В среднем по сорту Паллич доля продуктивной кустистости 39,1 %, массы зерновки – 23,1 %, а числа зерен в колосе – 21,5 %. Роль длины колоса наименьшая – 16,3 %. За счет повышения числа зерен в колосе и массы одной зерновки в совокупности формируется 45,0 % прибавки урожайности зерна.

Технология возделывания озимой пшеницы для повышения урожайности и качества зерна предусматривает на поздних этапах развития растений проведение некорневых подкормок элементами минерального питания. Наши исследования были направлены на изучение эффективности совместного применения некорневой азотно-фосфорной подкормки (N<sub>15</sub>P<sub>10</sub>) с регуляторами роста. Изучаемые в опыте регуляторы роста обеспечили получение прибавки от эпина – 0,21 т/га, силка – 0,32 т/га и янтарной кислоты – 0,23 т/га. Повышение урожайности от N<sub>15</sub>P<sub>10</sub> – 0,4 т/га.

**Таблица 5** – Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от сорта, регулятора роста и способа его внесения, т/га

Регулятор роста	Способ внесения	Сорт Скифянка		Сорт Палпич		Разность в урожайности между сортами
		Урожайность	± к контролю	Урожайность	± к контролю	
Без регулятора роста		4,15	–	4,36	–	0,21
Янтарная кислота	Обработка семян	4,27	0,12	4,52	0,16	0,25
	Обработка семян и растений	4,48	0,33	4,80	0,45	0,32
Силк	Обработка семян	4,31	0,16	4,57	0,21	0,26
	Обработка семян и растений	4,48	0,33	4,80	0,44	0,32
Эпин	Обработка семян	4,26	0,11	4,56	0,20	0,30
	Обработка семян и растений	4,58	0,43	4,92	0,56	0,34
Гумат натрия	Обработка семян	4,36	0,21	4,61	0,25	0,25
	Обработка семян и растений	4,74	0,59	4,99	0,63	0,25
Иммуноцитифит	Обработка семян	4,35	0,20	4,59	0,23	0,24
	Обработка семян и растений	4,72	0,57	4,94	0,58	0,22
Лариксин	Обработка семян	4,37	0,22	4,73	0,37	0,36
	Обработка семян и растений	4,75	0,60	5,06	0,70	0,31
НСР <sub>05</sub> = 0,13		–				

Применение регуляторов роста в составе некорневой азотно-фосфорной подкормки способствовало дальнейшему росту урожайности зерна озимой пшеницы (табл. 6). Суммарная прибавка зерна 0,50–0,71 т/га, кроме варианта с янтарной кислотой, на котором увеличение урожайности по отношению к варианту N<sub>15</sub>P<sub>10</sub> незначительно. Однако следует отметить, что повышение урожайности зерна при совместном их применении отмечается лишь в действии. Эффект синергизма во взаимодействии отсутствует.

Регуляторы роста оказали влияние на качество зерна озимой пшеницы. В среднем за два года на всех вариантах с их применением увеличилась масса 1000 зерен. Сорт Палпич имел более высокие показатели массы 1000 зерен по сравнению с сортом Скифянка. Наиболее высокие показатели получены на вариантах опыта при обработке семян и растений с эпином (40,9 г) и лариксином (43,4 г).

В среднем за два года натура зерна по сорту Скифянка на вариантах с регуляторами роста 792–809 г/л, на контроле – 775 г/л, по сорту Палпич соответственно 788–814 г/л и 783 г/л. Стекловидность зерна на контроле по сорту Скифянка 51,7 %, по сорту Палпич – 54,2 %, при обработке семян и расте-

ний озимой пшеницы регуляторами роста этот показатель увеличился по сорту Скифянка на 1,0–10,9 % и составил 52,7–62,6 %, по сорту Палпич соответственно – на 0,80–3,8 % и 55,0–58,0 %. Лучшие показатели получены по изучаемым сортам при применении гумата натрия и лариксина.

**Таблица 6** – Урожайность зерна озимой пшеницы при некорневых минеральных подкормках с регуляторами роста, т/га

Подкормка (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)				Средняя по фактору А. НСР <sub>95</sub> = 0,07
	Без регулятора роста	Эпин	Силк	Янтарная кислота	
Без подкормки	4,38	4,59	4,70	4,61	4,57
N <sub>15</sub> P <sub>10</sub>	4,78	5,09	5,01	4,88	4,94
Средняя по фактору В. НСР <sub>95</sub> = 0,10	4,58	4,84	4,85	4,75	НСР <sub>95</sub> = 0,14

Изучаемые регуляторы роста повышали содержание белка в зерне озимой пшеницы (табл. 7). Наиболее заметное повышение этого показателя качества зерна на 1,1–1,7 % отмечается по сорту Скифянка на вариантах с применением эпина, гумата натрия и лариксина. По сорту Палпич выделились следующие варианты: силк, гумат натрия, лариксин. По отношению к контролю белковость повысилась на 1,3–2,1 %. Также установлено, что влияние регуляторов роста было выше при наливе зерна в более жестких условиях в 2006 году. Такое действие регуляторов роста, по-видимому, связано с их положительным влиянием на засухо- и жароустойчивость озимой пшеницы.

При определении массовой доли клейковины было установлено, что в 2005 году по сорту Скифянка при применении янтарной кислоты ее количество по отношению к контролю (20,0 %) не изменилось, при применении силка уменьшалось на 1 %, а обработка семян и растений озимой пшеницы эпином, гуматом натрия, иммуноцитифитом и лариксином способствовала повышению массовой доли клейковины на 2–4 %. По сорту Палпич увеличение этого показателя на 2–3 % к контролю (20,9 %) отмечается только на вариантах с применением гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина.

В 2006 году процесс налива и созревания зерна проходил при более высокой температуре, и этот фактор оказал положительное влияние на образование клейковинных фракций белка в зерне пшеницы, показатели по количеству клейковины были выше, чем в 2005 году.

Положительное влияние отмечается при применении всех изучаемых регуляторов роста, но более высокие показатели получены при применении гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина. По сорту Скифянка массовая доля клейковины в зерне увеличилась на 1–2 % по отношению к контролю (23 %), по сорту Палпич на 1–4 %, при ее содержании на контроле 21 %. В этом году на всех вариантах сорта Скифянка было получено зерно, которое по показателю

«массовая доля клейковины» соответствовало требованиям, предъявляемым к ценной пшенице (3-й класс), – 23 и более процентов. По сорту Палпич без применения регуляторов роста и при применении янтарной кислоты получено зерно 4-го класса (рядовое), на других вариантах с применением регуляторов роста – ценное зерно. В среднем за два года массовая доля клейковины в зерне озимой пшеницы по сорту Скифянка выше, чем по сорту Палпич, закономерности по вариантам с регуляторами роста те же, что и по белку.

**Таблица 7** – Влияние сорта и регулятора роста на показатели качества зерна озимой пшеницы

Регулятор роста	Белок, %	Клейковина			
		Массовая доля, %	Е. д. ИДК	Группа	Выход хлеба, см <sup>3</sup>
<b>Скифянка</b>					
Без регулятора роста	10,1	21,5	72	I – II	460
Янтарная кислота	10,6	22,0	77	I – II	500
Силк	10,4	21,5	76	I – II	475
Эпин	11,2	23,0	84	II – II	455
Гумат натрия	11,8	24,5	82	II – II	500
Иммуноцитифит	10,8	23,5	81	II – II	480
Лариксин	11,8	23,5	76	II – I	470
Среднее	11,0	22,8	78	–	477
<b>Палпич</b>					
Без регулятора роста	9,9	20,5	61	I – I	520
Янтарная кислота	9,7	21,0	76	I – I	500
Силк	10,9	22,0	74	I – I	550
Эпин	10,2	21,5	68	I – I	525
Гумат натрия	11,6	24,0	76	I – I	550
Иммуноцитифит	10,4	22,5	75	I – I	555
Лариксин	10,8	23,0	74	I – I	540
Среднее	10,4	22,1	72	–	534

При оценке хлебопекарных свойств зерна установлено, что на варианте без регулятора роста объем хлеба, выпеченного из муки, полученной из зерна озимой пшеницы сорта Скифянка, 460 см<sup>3</sup>. При применении регуляторов роста он увеличивался на 15–40 см<sup>3</sup>, исключение составил вариант с применением эпина, на котором объем хлеба не увеличился. По сорту Палпич положительное влияние регуляторов роста отмечается на всех вариантах, кроме варианта с янтарной кислотой. Объемный выход хлеба выше по сравнению с сортом Скифянка. Полученные данные свидетельствуют, что хлебопекарная оценка в большей степени определяется качеством клейковины, нежели ее ко-

личеством. Качество клейковины сорта Палпич было I группы, а Скифянки в основном II группы.

**Экономическая эффективность применения регуляторов роста.** Обработка семян и растений озимой пшеницы регуляторами роста является экономически выгодным технологическим приемом. Несмотря на рост производственных затрат, в связи с увеличением урожайности и повышением качества зерна себестоимость производства 1 т зерна уменьшается на 3,0–11,1 %. Увеличивается основной показатель экономической эффективности – прибыль с одного гектара от реализации зерна. На контрольном варианте прибыль с 1 га составляет 9418 руб., на вариантах с применением регуляторов роста – 10170–17862 руб. Производство зерна озимой пшеницы рентабельно.

Уровень рентабельности на контроле – 64,7 %, на вариантах с регуляторами роста – 67,7–118,8 %. Наиболее высокие экономические показатели, указывающие на эффективность применения регуляторов роста для обработки семян в сочетании с обработкой растений озимой пшеницы на IV этапе органогенеза, получены при применении лариксина и гумата натрия.

## ВЫВОДЫ

1. Изучаемые регуляторы роста оказывают положительное влияние на физиологические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы. Необходимый порог водопоглощения (47–48 %) для начала прорастания семян наступает раньше. Повышается интенсивность дыхания и активность ферментов, что, вероятно, можно считать показателем ускоренной мобилизации запасных питательных веществ на ростовые процессы, и как, следствие, варианты с применением регуляторов роста характеризуются большим накоплением биомассы проростков в гетеротрофный период роста, повышенной энергией прорастания и всхожестью семян. Между всхожестью и амилазной активностью прорастающих семян установлена тесная положительная связь,  $r = 0,721$ .
2. При прорастании семян в экстремальных условиях (засоление) регуляторы роста снижают отрицательное действие повышенного осмотического давления и токсического действия солей. Регуляторы роста повышают водопоглощение семенами на 8,0–18,2 %, интенсивность дыхания – на 0,3–1,6 мг  $\text{CO}_2$  за 3 мин, сухую массу проростков – на 5,5–38,3 %, энергию прорастания – на 3,0–16,0 % и всхожесть семян – на 2,0–16,0 %. Но, несмотря на их положительное действие, эти показатели не восстанавливаются до уровня контрольного варианта.
3. Регуляторы роста увеличивают полевую всхожесть семян и выживаемость растений за период «посев – весна». По сорту Скифянка полевая всхожесть повышается на 6,0–8,5 %, выживаемость – на 12,0–15,4 %, по сорту Палпич соответственно 8,3–9,7; 9,8–13,0 %. Повышается зимостойкость. В осенний период содержание сахаров в листьях озимой пшеницы увеличивается на 4,0–4,7 %. Число перезимовавших растений на вариантах с регуляторами роста выше по

- сорта Скифянка на 6,3–11,1 %, по сорту Паллич – на 7,9–10,2 %. Лучшие результаты получены при применении гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина.
4. При применении регуляторов роста для обработки семян и растений озимой пшеницы уменьшаются потери воды, увеличивается водоудерживающая способность и оводненность листьев. Засухо- и жароустойчивость повышаются. Коэффициент стабильности засухоустойчивости по сорту Скифянка при применении регуляторов роста 0,83–0,87 на контроле – 0,73, по сорту Паллич – 0,83–0,93 и 0,82. Коэффициент жароустойчивости по сорту Скифянка 0,47–0,58, по сорту Паллич 0,47–0,59, на контроле – 0,44. Коэффициенты корреляции по применяемым регуляторам роста по засухоустойчивости ( $\bar{r} = 0,81$ ) и жароустойчивости ( $\bar{r} = 0,85$ ) указывают независимо от сорта на сильную положительную связь на уровне вероятности 95 и 99 %.
  5. Регуляторы роста снижают поражаемость озимой пшеницы септориозом и бурой ржавчиной. Лучшие результаты получены при применении лариксина. Степень развития септориоза в среднем за 3 года независимо от сорта в фазу кушения 0,03 %; на контроле – 2,36; в фазу трубкования – 9,0 и 21,3; в колошение – 26,6 и 41,5 %; по бурой ржавчине в фазу молочной спелости зерна соответственно 9,6 и 21,8 %.
  6. Регуляторы роста оказывают влияние на формирование ассимиляционного аппарата озимой пшеницы. Увеличивается площадь листовой поверхности и продолжительность ее функционирования, повышается чистая продуктивность фотосинтеза.
  7. Урожайность озимой пшеницы определялась сортом, регулятором роста и способом его внесения. В среднем за три года сорт Паллич превысил по урожайности сорт Скифянка на 0,27 т/га. Под влиянием регуляторов роста урожайность озимой пшеницы независимо от сорта увеличивается на 0,18–0,32 т/га. Агрономическая эффективность регуляторов роста выше при их применении для обработки семян перед посевом с последующей обработкой растений на IV этапе органогенеза. Прибавка урожайности 0,37 т/га. Более высокая урожайность получена при применении гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина по сорту Паллич. При применении гумата натрия урожайность зерна 4,92 т/га, иммуноцитифита – 4,97 т/га, лариксина – 5,06 т/га, на контроле – 4,36 т/га. Применение регуляторов роста в составе некорневой азотно-фосфорной подкормки усиливает их действие. Урожайность в действии повышается на 0,50–0,71 т/га, но эффект положительного взаимодействия (синергизм) отсутствует.
  8. Рост урожайности зерна определяется, прежде всего, такими элементами структуры, как продуктивная кустистость и масса зерна с колоса. Их суммарная доля в прибавке урожайности зерна по сорту Паллич при применении гумата натрия 87,6; иммуноцитифита – 90,1 и лариксина – 81,7 %.

9. Регуляторы роста, усиливая ассимиляционные процессы в растениях озимой пшеницы, по-видимому, повышают отток пластических веществ в зерновку и повышают массу 1000 зерен, массу и стекловидность зерна. Увеличивается содержание белка, массовая доля клейковины в зерне, улучшаются хлебопекарные свойства. По сорту Паллич при применении гумата натрия стекловидность зерна увеличивается на 3,8 %, массовая доля клейковины – на 3,5 %, белок – на 1,7 %, объемный выход хлеба – на 30 см<sup>3</sup>. При применении иммуноцитифита эти показатели соответственно равны 0,8 %, 2,0 %, 0,5 % и 3,5 см<sup>3</sup>, лариксина – 2,6 %, 1,5 %, 0,9 % и 20,0 см<sup>3</sup>. По совокупности показателей качества в годы исследований на этих вариантах с применением гумата натрия и лариксина получено в соответствии с ГОСТ Р 52554–2006 зерно 3-го класса (ценное), на остальных вариантах – 4-го класса (продовольственное).
10. Несмотря на варьирование показателей наблюдений и учетов в зависимости от регуляторов роста (силк, эпин, янтарная кислота, гумат натрия, иммуноцитифит, лариксин), в целом можно считать более эффективным применение гумата натрия, иммуноцитифита и лариксина.
11. Расчеты экономической эффективности показали, что применять регуляторы роста на посевах озимой пшеницы выгодно. Себестоимость одного центнера зерна снижается, прибыль увеличивается. Наибольший эффект может быть получен при применении для обработки семян и растений на IV этапе органогенеза гумата натрия и лариксина. Прибыль 16865 и 17862 руб/га, уровень рентабельности 108,3 и 118,8 %.

### **Рекомендации производству**

При выращивании озимой пшеницы на черноземе выщелоченном для повышения урожайности и качества зерна необходимо обрабатывать семена и растения на IV этапе органогенеза гуматом натрия и лариксином. Урожайность зерна повышается на 0,63–0,70 т/га, по качеству формируется зерно 3-го класса (ценное).

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Статья в издании, рекомендованном ВАК:**

1. Головинова, И. Н. Регуляторы роста и пораженность озимой пшеницы септориозом / И. Н. Головинова, А. И. Асалиев // Защита растений. – 2007. – № 8. – С. 41.

#### **Публикации в других изданиях:**

2. Головинова, И. Н. Некоторые аспекты влияния растактивирующих веществ на физиологию прорастания семян озимой пшеницы / И. Н. Головинова, А. И. Асалиев, А. А. Белолова // Проблемы экологии защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 69-й научно-практической конференции. – Ставрополь, 2005. – С. 6–10.

3. Головинова, И. Н. Засухоустойчивость и жароустойчивость озимой пшеницы и проявление болезней при применении регуляторов роста / И. Н. Головинова, А. И. Асалиев, А. А. Беловолова // Проблемы экологии защиты растений в сельском хозяйстве : сб. науч. статей 70-й научно-практической конференции. – Ставрополь, 2006. – С. 142–147.
4. Головинова, И. Н. Некоторые аспекты влияния регуляторов роста на физиологию прорастания семян озимой пшеницы / И. Н. Головинова, А. И. Асалиев, А. А. Беловолова // Проблемы экологии защиты растений в сельском хозяйстве : сб. науч. статей 70-й научно-практической конференции. – Ставрополь, 2006. – С. 147–151.
5. Иващенко, И. Н. Влияние регуляторов роста на физиологические процессы озимой пшеницы / И. Н. Иващенко, А. И. Асалиев, А. А. Беловолова // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : сб. науч. тр. – Ставрополь, 2007. – С. 74–76.
6. Иващенко, И. Н. Ростовые параметры озимой пшеницы при применении регуляторов роста / И. Н. Иващенко // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : сб. науч. тр. – Ставрополь, 2007. – С. 72–74.
7. Иващенко, И. Н. Регуляторы роста и аттрагирующая способность зерна озимой пшеницы / И. Н. Иващенко, А. И. Асалиев, А. А. Беловолова // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : сб. науч. тр. – Ставрополь, 2007. – С. 76–77.
8. Иващенко, И. Н. Влияние обработки семян и растений регуляторами роста на поражение озимой пшеницы септориозом / А. И. Асалиев, Г. П. Полоус, И. Н. Иващенко // Проблемы экологии защиты растений в сельском хозяйстве : сб. науч. статей 73-й научно-практической конференции. – Ставрополь, 2009. – С. 9–12.
9. Иващенко И. Н. Влияние гумата натрия на физиологические показатели при прорастании семян озимой пшеницы / А. И. Асалиев, Г. П. Полоус, И. Н. Иващенко // Рациональное использование природных ресурсов и экологическое состояние в современной Европе : сб. науч. тр. Международной практической конференции. – Ставрополь, 2009. – С. 97–99.
10. Иващенко, И. Н. Урожайность зерна озимой пшеницы при применении регуляторов роста / И. Н. Иващенко, Г. П. Полоус, А. Н. Шипуля // Состояние и перспектива развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа : сб. науч. тр. – Ставрополь : 2010. – С. 42–46.



*На правах рукописи*

**Иващенко Ираида Николаевна**

**ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ, УРОЖАЙНОСТЬ  
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ**

06.01.01 – Общее земледелие

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Ставрополь – 2010

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном  
учреждении высшего профессионального образования  
«Ставропольский государственный аграрный университет»

**Научные руководители:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор  
**Асалиев Алаудин Искандерович**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
профессор **Полоус Галина Петровна**

**Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, академик РАСХН  
**Пенчуков Виктор Макарович**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник  
**Нешин Иван Васильевич**

**Ведущая организация:** ГНУ «Краснодарский научно-  
исследовательский институт  
сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко»  
РАСХН

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 года в \_\_\_\_\_ часов  
на заседании диссертационного совета Д 220.062.03 при ФГОУ ВПО  
«Ставропольский государственный аграрный университет» по адресу:  
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, ауд. № 4.

С диссертацией можно ознакомиться в научном отделе библиотеки  
ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный универси-  
тет», с авторефератом – на официальном сайте университета: [http://  
www.stgau.ru](http://www.stgau.ru).

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью  
предприятия, просим направлять ученому секретарю диссертационного  
совета.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

**А. П. Шутко**

Подписано в печать 25.11.2010. Формат 60x84  $\frac{1}{16}$ .  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,2.  
Тираж 100. Заказ № 515.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,  
г. Ставрополь, ул. Мира, 302.