

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

**Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Провалова Е.В.,
Половинкин В.Г.**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

монография

Ульяновск – 2023

УДК 633.1/3+631.582

Исайчев В.А. Формирование продуктивности зерновых культур при применении минеральных удобрений и регуляторов роста в условиях Среднего Поволжья /В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Е.В. Провалова, В.Г. Половинкин. – Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2023 – 258 с.

Рецензенты:

Декан агрономического факультета ФГБОУ ВО Самарский ГАУ,
д.с.-х.н., профессор Троиц Н.М.

Заведующая кафедрой земледелия, растениеводства и селекции
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, к.с.-х.н., доцент Грошева Т.Д.

В монографии изложены теоретические и практические результаты исследований использования регуляторов роста для предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений зерновых культур с целью усиления метаболических процессов, повышения урожайности и улучшения качества зерна в условиях Среднего Поволжья.

Монография адресована научным работникам, аспирантам, руководителям и специалистам сельскохозяйственных предприятий, магистрантам и студентам старших курсов биологических и сельскохозяйственных специальностей.

Печатается по решению Научно-технического совета
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Протокол № 2
от 11 октября 2023 года

ISBN 978-5-6051071-1-8

© Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Провалова Е.В., Половинкин В.Г., 2023
© ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Глава 1. Влияние регуляторов роста на набухаемость и прорастание семян зерновых культур	9
Глава 2. Накопление криозащитных соединений под действием регуляторов роста в растениях озимой пшеницы по фазам закаливания	21
Глава 3. Ассимиляционная поверхность и фотосинтетический потенциал листового аппарата сельскохозяйственных культур	27
Глава 4. Накопление сухой биомассы растениями	41
Глава 5. Содержание макро- и микроэлементов в растениях зерновых культур	57
5.1 Содержание макроэлементов в растениях	58
5.2 Содержание микроэлементов в растениях	83
5.3 Потребление и вынос макроэлементов посевами	91
Глава 6. Влияние регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур	96
Глава 7. Влияние регуляторов роста на качество зерна	113
Глава 8. Содержание тяжелых металлов в зерне сельскохозяйственных культур	137
Глава 9. Энергетическая эффективность применения росторегуляторов при возделывании зерновых культур	142
Заключение	150
Литература	157
Приложения	175

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным и быстро развивающимся направлением современного сельского хозяйства является применение регуляторов роста. Регуляторы роста растений являются своеобразным «инструментом» для растительного организма, воздействующим на физиологические процессы и позволяющим изменять метаболизм. Углубленное изучение данного направления необходимо для разработки систем управления продуктивностью и устойчивостью растений, обоснования энерго-сберегающих технологий производства экологически безопасной растениеводческой продукции высокого качества (Пронько В.В., 2011; Костин В.И. и др., 2013, 2016; Алёнин П.Г., 2020).

Изучение фитогормонов началось более ста лет назад и в настоящее время является одним из важнейших направлений в физиологии растений. Природные (фитогормоны) и синтетические регуляторы роста и развития растений (далее – РРР) или фиторегуляторы являются эффективным средством управления онтогенезом растений. С их помощью можно целенаправленно влиять на метаболизм растений. Регулируя физиологические процессы и морфогенетические реакции, фитогормоны влияют на продукционный процесс и, соответственно, на урожайность. Причина постоянно возрастающего внимания к проблеме химической регуляции онтогенеза заключается как в ее научной значимости, так и в практической важности, поскольку применение РРР стало неотъемлемым элементом современных интенсивных технологий возделывания многих важных сельскохозяйственных культур. Производственное использование РРР стало возможным благодаря успешному развитию тех разделов физиологии и биохимии растений, которые исследуют гормональные факторы роста и развития. Известные в настоящее время синтетические РРР — структурные или физиологические аналоги фитогормонов либо вещества, хотя и не имеющие сходства с фитогормонами, но способные изменять гормональный статус растений в желаемом направлении.

Применение регуляторов помогает растению лучше раскрыть унаследованный им потенциал, который в конкретных условиях по ряду причин оставался раньше нереализованным. Регуляторы ни в коем случае не заменяют удобрения. Они лишь активизируют физиологически важные процессы развития растений. Регуляторы не в состоянии повысить урожайность и устранить последствия ошибок, допущенных при несбалансированном применении удобрений, неправильного выбора сорта, нарушении сроков посева и т.д. Регуляторы являются следующей ступенью технологии, направленной на получение максимальной продуктивности удобрений, когда возможности удоб-

рений, пестицидов и традиционной агротехники исчерпаны.

Регуляторы роста растений различаются по своему строению и одной из характерных особенностей является их применение в малых концентрациях (Kakimoto T., 2001; Бондаренко А.Н., 2020).

Важным элементом современных агрономических технологий в растениеводстве является применение регуляторов роста растений. Они способны в малых дозах влиять на процессы метаболизма в растениях, что приводит к значительным изменениям в росте и развитии растений. При этом регуляторы роста рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовывать потенциальные возможности растительных организмов (Яхин О.И., 2011; Кошеляев В.В., 2014).

Без применения современных средств химизации сельского хозяйства невозможно получение высокого урожая самых различных культур. Наряду с использованием минеральных и органических удобрений, гербицидов и пестицидов, средств защиты растений, большое значение имеет и применение регуляторов роста растений (Костин В.И. и др., 2002; Плотникова Т.В., 2017).

Современные регуляторы роста растений незаменимы для повышения всхожести и энергии прорастания семян, они способны повышать иммунитет растений, устойчивость к неблагоприятным условиям роста и стрессовым ситуациям, ускорять цветение, плодоношение, повышать урожайность, обеспечивать экологическую чистоту урожая. Всё это делает регуляторы роста растений просто незаменимыми при выращивании сельскохозяйственных культур, как в крупных сельскохозяйственных предприятиях, так и в практике садоводов-любителей на личных приусадебных участках. В последнее время появилось столько препаратов, называемых иммуномодуляторами или фитогормонами, что может сложиться мнение, что эти препараты спасают от всех болезней, вредителей и других напастей (Исайчев В.А. и др., 2012; Наумов М.М., 2019).

Усложняется изучение механизмов действия различных регуляторов роста на фоне многообразных неблагоприятных факторов среды, в частности низкотемпературного стресса, вызывающего торможение ростовых процессов, требующих больших энергетических затрат, переход мембранных липидов из жидкокристаллического состояния в твердый гель. Холодовое повреждение вызывает снижение содержания водорастворимых белков и сужение их изоэлектрической зоны, уменьшение оводненности тканей.

В контексте понимания динамических процессов, происходящих в системе растительного организма в ответ на внешние воздействия,

существенное значение приобретает проявление этих взаимодействий в виде синергизма (Каримова Л.З. и др., 2015; Тихонова М.А., 2015).

Применение регуляторов роста предотвращает полегание хлебов, повышает урожайность и качество зерна, влияет на сроки созревания. Они также воздействуют на зимостойкость, снижают содержание радионуклидов и нитратов в растениях, влияют на сохранность готовой продукции (Третьяков Н.Н., 2005; Бакаева Н.П., 2017, 2019; Кшникаткина А.Н., 2019).

В настоящее время существует большое количество регуляторов роста растений как природного, так и синтетического происхождения. Важнейшие их признаки – способность перемещения от места образования к месту действия, регуляторное влияние на биосинтез ферментов и белков. Фитогормоны затрагивают все фазы роста растений: деление клеток, рост вегетативных и генеративных органов, реакцию растения на внешние стрессовые условия. На разных стадиях развития в растениях меняется содержание фитогормонов в различных органах, а также меняется чувствительность разных органов и тканей к фитогормонам (Фаттахов С.Г. и др., 2000; Исайчев В.А. и др., 2013; Кшникаткина А.Н., 2018, 2020; Говоркова С.Б., 2019).

Согласно современным представлениям, рост и развитие растений контролируются тонко сбалансированным комплексом координирующих, стимулирующих и ингибирующих эти процессы веществ. Фитогормоны регулируют обмен веществ на всех этапах жизни растения – от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла (Злотников А.К., 2017; Кшникаткина А.Н., 2018; Лазарев В.И., 2020; Давидянц Э.С., 2022).

Регулирование роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ позволяет оказывать направленное действие на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и, в конечном итоге, повышать продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур (Костин В.И. и др., 2004; Горянин О.И., 2020).

Вследствие постоянно изменяющихся условий выращивания растений результаты предпосевной обработки семян и внекорневой обработки растений препаратами росторегулирующего и ростостимулирующего действия могут колебаться, как при всяком другом агроприеме (Голопятов М.Т., 2016; Гоман Н.В., 2020; Кшникаткин С.А., 2020; Чекаев Н.П., 2022).

В отдельных случаях не исключено возникновение и отрицательных показателей, но правильное использование регуляторов роста обеспечивает относительно устойчивое повышение урожайности, ускорение созревания и улучшение качества зерна полевых культур

(Костин В.И. и др., 2006; Гуреев И.И., 2016; Васин В.Г., 2017).

Регуляторами роста растений или ростовыми веществами называют физиологически активные соединения природного или синтетического происхождения, способные в малых количествах вызывать различные изменения в процессе развития растений. Они позволяют усиливать или ослаблять признаки свойства растений в пределах нормы реакции генотипа, вследствие чего являются составной частью комплексной химизации растениеводства. С помощью регуляторов роста компенсируются недостатки сортов и гибридов культурных растений, поэтому они не имеют универсального значения и не могут заменить другие факторы формирования урожая. В связи с этим чрезвычайно важно точно знать механизм их действия на физиолого-биохимическом, молекулярном и генетическом уровнях. Его выяснение позволило синтезировать соответствующие препараты, которые нашли применение в растениеводстве. Современное сельское хозяйство не может обойтись без применения экологически безопасных, генетически безвредных регуляторов роста растений (Елисеева О.В., 2011; Исайчев В.А. и др., 2014; Богомазов С.В., 2018).

Известные в настоящее время синтетические регуляторы роста – это структурные или физиологические аналоги фитогормонов, либо вещества, хотя и не имеющие сходства с фитогормонами, но способные изменять гормональный статус растений в желаемом направлении. Кроме того, регуляторы роста способствуют уменьшению как генетических, так и функциональных нарушений клеточного деления, вызванного пролонгированным действием пестицидов (Половинкин В.Г. и др., 2012, 2013; Провалова Е.В., 2015; Грязева В.И., 2022).

Неприродные (экзогенные) регуляторы – синтетические аналоги природных соединений – часто обладают еще большей физиологической активностью. Строго говоря, эти вещества не могут быть отнесены к фитогормонам, так как не образуются в растениях, но многие из них по активности не уступают фитогормонам или даже их превосходят (Костин В.И. и др., 2014; Дядюченко Л.В., 2019; Кшникаткина А.Н., 2020).

Действие химических регуляторов роста в корне отличается от действия удобрений. Регуляторы – не питательные вещества, а факторы управления ростом и развитием растений. Использование удобрений и создание высокой агротехники повышает эффективность применения синтетических регуляторов роста и улучшает образование природных ростовых веществ (Костин В.И. и др., 2016; Васин А.В., 2017; Кухарев О.Н., 2017; Хошимов Б.Т., 2022).

Почти за 100 лет, прошедших с момента открытия действия регуляторов роста на растения, исследования в этой области прошли через

несколько пиков. Первый был связан с выяснением всей полноты эффектов этилена на растения и с его практическим применением в сельском хозяйстве. Второй определился успехами в области изучения биосинтеза этилена в самом растении и выяснении роли этого процесса в ответе растений на внешние воздействия. Третий проходит в наши дни. Он связан с изучением генетики и молекулярной биологии восприятия и передачи гормонального сигнала в растениях. Этот этап обещает дать в руки исследователей принципиально новые пути управления жизнью растений через получение генноинженерным путем трансформантов с заданными параметрами роста, плодоношения и скорости созревания плодов (Пронько В.В., 2011; Ткачук О.А., 2013).

На сегодняшний день создание эффективных химических и биологических регуляторов роста растений относится к актуальному современному направлению научного поиска - нанотехнологиям, так как применение их в мизерных дозах (мг, г на гектар) может быть весьма эффективным для стимулирования ростовых процессов и защиты растений от абиотических стрессов. К настоящему времени синтезированы сотни росторегуляторов различной химической природы, обладающих широким спектром действия на культурные растения. Многие из них уже используются в растениеводстве. Известно 6 групп фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен и брассиностероиды. Они различаются химической природой и действием на физиологические процессы растений (Исайчев В.А. и др., 2015; Плотникова Т.В., 2020).

Регуляторы роста и развития растений нашли свое применение не только в сельском хозяйстве, но и в биотехнологии растений. Благодаря включению их в состав питательных сред реализуется присущее только растительным клеткам свойство тотипотентности — возможности регенерации растений из любых соматических клеток. Тотипотентность лежит в основе всех морфогенетических процессов *in vitro*. Благодаря этому существует возможность быстрого клонирования ценных сортов и гибридов растений, создания новых форм растений за счет применения клеточной инженерии или соматической гибридизации, восстановления целого организма из клеток, длительно хранившихся в жидком азоте, создания генномодифицированных растений и др. (Шукаев А.А., 2022).

Таким образом, изучение влияния регуляторов роста на урожайность и качество урожая с учетом конкретных почвенно-климатических условий является актуальным. На сегодняшний день рынок предлагает достаточное количество химических препаратов, являющихся стимуляторами роста. Актуальным остается вопрос, какой регулятор роста выбрать и как правильно его использовать.

ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА НАБУХАЕМОСТЬ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Прорастание семян – сложный биологический процесс, при котором зародыш, используя питательные вещества эндосперма, превращается в проросток (Третьяков Н.Н., 2005; Костин В.И. и др., 2010, 2011; Васин В.Г., 2016, 2022).

Прорастание начинается с «запуска» роста на корневом полюсе зародыша, рост корня начинается раньше роста стебля; формирование корня и ускорение его роста закладывают основу дальнейшего успешного формирования проростка (Третьяков Н.Н., 2005; Пахомова В.М., 2012; Кшникаткин С.А., 2020).

Семена сельскохозяйственных культур отличаются как по темпу увеличения их оводненности, так и по уровню оводненности, достигнутому к моменту проклевывания, что в первую очередь определяется их химическим составом (Фаттахов С.Г., 2006; Костин В.И. и др., 2016; Вайтович Н.В., 2019).

Наиболее гидрофильными соединениями являются белки, слизи, целлюлоза и пектиновые вещества (Третьяков Н.Н., 2005; Исайчев В.А. и др., 2011; Костин В.И., 2012).

Процесс водопоглощения контролируют три фактора: состав семени, наличие воды в субстрате и проницаемость оболочки. Усиление метаболизма при прорастании семени всегда сопровождается появлением воды в жидкой фазе. Поэтому быстрота и степень набухания семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности. Вода поступает в семена по градиенту водного потенциала, важными составляющими которого являются матричный и осмотический потенциалы. Запасные вещества в семенах содержат большое количество гидрофильных группировок, притягивающих молекулы воды и уменьшающих ее активность, тем самым повышающих степень гидратации. Следовательно, водный потенциал становится более отрицательным, и вода стремится в семена (Фомин В.Н., 2022).

В период набухания семена чрезвычайно чувствительны к условиям внешней среды, поэтому необходимо прилагать усилия, чтобы сократить период между посевом и появлением всходов. Это основано на предположении, что быстрое прорастание семян или появление всходов избавит семя от «агонии» длительного пребывания в неблагоприятной среде в период набухания и появления проростков и таким образом повысит густоту стояния (Дозоров А.В., 1998; Исайчев В.А., 2010; Половинкин В.Г. и др., 2014).

Физиологические процессы, подготавливающие инициацию про-

растания, происходят в самих осевых органах зародыша. Переход семени от вынужденного покоя к активному росту будет рассмотрен как изменение системы, находящейся в состоянии готовности под действием триггера-эффектора при условиях, обеспечивающих возможность этого перехода (Третьяков Н.Н., 2005; Исайчев В.А., 2008; Костин В.И., 2008, 2009; Самсонова Н.Е., 2016).

Эффект предпосевной обработки семян можно оценить по уровню физиолого-биохимических процессов, протекающих в семени и приводящих к формированию урожайности сельскохозяйственных культур. Поступление воды, характеризующееся набуханием частей семени, является первичным процессом, пробуждающим семя к активной жизнедеятельности (Карпова Г.А., 2016; Васин В.Г., 2018).

Поглощение воды семенами озимой пшеницы происходит неравномерно, энергичнее всего поступление воды наблюдается в первые четыре часа после намачивания (табл. 1, приложение 1).

Таблица 1

Степень набухаемости семян озимой пшеницы сорта Волжская К под влиянием регуляторов роста, % воздушно-сухой массы

Вариант	Время, час						Среднее	
	1	2	4	6	12	24		48
Контроль	106,5 ±1,6	110,3 ±1,0	119,1 ±0,6	127,2 ±1,7	136,0 ±1,8	141,1 ±1,4	147,7± 1,1	127,6
Гиббереллин	109,8 ±1,3	113,4 ±0,8	123,5 ±1,5	130,7 ±1,3	138,7 ±1,8	146,9 ±0,8	152,0± 0,4	130,6
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	108,7 ±1,7	113,2 ±0,8	121,6 ±1,2	131,2 ±1,0	139,3 ±1,5	147,6 ±1,1	152,8± 0,9	130,6
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	108,4 ±1,4	112,9 ±1,1	120,9 ±1,1	130,3 ±1,7	138,2 ±1,6	146,2 ±1,3	151,6± 1,9	129,8
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	109,1 ±0,8	112,6 ±0,7	121,2 ±0,8	130,6 ±1,1	138,5 ±0,9	147,2 ±0,4	152,1± 1,6	130,3
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	108,4 ±0,8	112,8 ±1,3	120,7 ±0,8	129,8 ±1,8	137,9 ±0,9	146,5 ±1,6	151,7± 1,1	129,7

Установлено, что используемые препараты по-разному оказывают влияние на степень набухаемости семян. При этом в первый период максимальное поступление воды обеспечила обработка семян гиббереллином, которая позволила превысить контроль на 4,4 %. Через 48 часов наибольшее набухание семян наблюдалось при обработке их мелафеном в концентрации 1•10⁻⁷%, превысившее контроль на 5,1 %. Влияние гиббереллина и пирафена было практически одинаковым – они увеличили поступление воды на 4,3 и 4,0-4,4 % соответственно.

Прорастание семян начинается с поглощения воды, набухания,

разрастания эмбриональной части и разрыва наружной семенной оболочки. Водопоступление и идущее на его фоне набухание семени – это первые процессы, происходящие при прорастании.

Значение воды в этот период жизни растений заключается в общей активизации метаболизма, при этом происходит высвобождение веществ из связанных форм (Шакирова Ф.М., 2001; Костин В.И., 2003; Исайчев В.А., 2012).

Любое воздействие на ранней стадии формирования растения может оказать решающее влияние на прохождение дальнейшего развития организма, так как именно в этот период растения характеризуются наибольшей пластичностью и восприимчивостью. Первоначальные изменения, обусловленные стрессом любой природы, сказываются на интенсивности и направленности обмена (Костин В.И., 2006; Яхин О.И., 2011; Исайчев В.А., 2021).

Ростовые процессы у растений в большей степени детерминированы внутренними факторами, среди которых основное место занимают генетическая и гормональная регуляция. Метаболизм фитогормонов в растении оптимально сбалансирован, однако внешние факторы нередко приводят к изменению ростовых процессов. В этом случае локальный полезный эффект от применения синтетических регуляторов может быть значительным (Исайчев В.А., 2006; Костин В.И., 2007; Дрёпа Е.Б., 2021).

Исследования по определению энергии прорастания и лабораторной всхожести семян показывают, что под влиянием изучаемых регуляторов роста, энергия прорастания у озимой пшеницы сорта Волжская К в 2005-2008 гг. повышается в среднем на 10,0-14,0 %, лабораторная всхожесть на 5,8-7,0 % по сравнению с контролем.

Обработка семян мелафеном и пирафеном более значительно влияла на энергию прорастания семян озимой пшеницы. Данные регуляторы роста повышали этот показатель на 4,0–8,0 % по сравнению с гиббереллином. Менее выраженным и практически одинаковым было влияние изучаемых регуляторов роста на лабораторную всхожесть (рис. 1).

Исследования на яровой пшенице сорта Землячка показывают, что регуляторы роста эффективно воздействуют на энергию прорастания семян и лабораторную всхожесть опытной культуры (табл. 2, приложение 4).

Наибольшая энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян яровой пшеницы наблюдались в вариантах крезацин и энергия. В среднем за годы исследований увеличение к контролю составило 1,3-4,4 % по энергии прорастания и 0,6-3,1 % по лабораторной всхожести.



Рисунок 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян озимой пшеницы сорта Волжская К, в среднем за 2005-2008 гг., %

Таблица 2
Влияние регуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы сорта Землячка, %

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Энергия прорастания				
Контроль	84,5	82,5	83,9	83,6
Крезацин	88,5	86,8	88,8	88,0
Энергия	88,0	86,0	88,6	87,5
Альбит	86,8	84,7	86,3	85,9
Гуми	85,5	83,5	85,8	84,9
Циркон	86,0	84,3	85,4	85,2
Экстрасол	87,0	86,0	86,1	86,4
Лабораторная всхожесть				
Контроль	96,0	91,5	93,3	93,3
Крезацин	97,8	94,0	98,2	96,6
Энергия	96,3	95,5	97,7	94,5
Альбит	95,0	93,8	96,9	95,2
Гуми	96,3	95,8	90,7	94,2
Циркон	97,8	94,5	95,0	95,8
Экстрасол	97,5	96,0	96,1	96,5

Наряду с энергией прорастания и лабораторной всхожестью особое значение имеет сила роста семян. Сила роста является важным показателем, определяющим способность проростка преодолевать сопротивление почвы.

Исследования показали (рис. 2, 3, приложение 3), что на опытных

вариантах озимой пшеницы сорта Волжская К надземная масса проростков выше контроля в среднем на 9,6-22,9 %, масса корней превышает контроль на 1,9-9,9 %.



Рисунок 2 – Проростки озимой пшеницы сорта Волжская К на 3-и сутки проращивания

Наибольшую надземную массу и массу корней имели проростки, выросшие из семян, обработанных мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %, превышение над контрольным вариантом составило 22,9 % и 9,9 %. Влияние обработки семян гиббереллином на данные показатели было ниже на 12,1-7,9 % по сравнению с применением мелафена и пирафена.

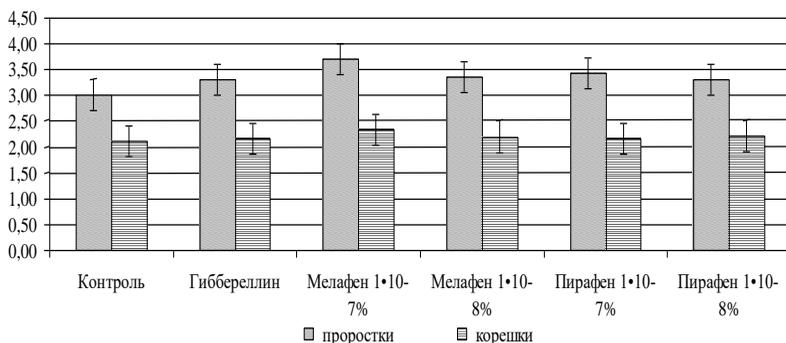


Рисунок 3 – Морфофизиологическая оценка проростков семян озимой пшеницы сорта Волжская К

Аналогичные результаты получены многими исследователями на

различных сельскохозяйственных культурах в зависимости от способа обработки семян, и вида используемого фактора воздействия (Костин В.И., 2001; Исайчев В.А., 2004; Серегина И.И., 2008, 2020; Макушин А.Н., 2012).

Результаты наших исследований в 2015-2017 гг. на ячмене сорта Нутанс 553 показали, что под действием препарата NAGRO происходит увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян ячменя. Как видно из приведенных данных, энергия прорастания увеличивалась по сравнению с контролем в зависимости от варианта (табл. 3).

Таблица 3

Влияние предпосевной обработки семян препаратом NAGRO на энергию прорастания и всхожесть ячменя, %

Год	Показатель	Контроль	NAGRO
2015	Энергия прорастания	97,1±0,5	98,2±0,5
	Лабораторная всхожесть	98,1±0,4	98,5±0,3
2016	Энергия прорастания	91,5±0,2	93,1±0,4
	Лабораторная всхожесть	94,1±0,4	96,4±0,7
2017	Энергия прорастания	90,4±0,6	90,9±0,3
	Лабораторная всхожесть	93,7±0,3	94,4±0,3
Среднее	Энергия прорастания	93,0	94,1
	Лабораторная всхожесть	95,3	96,4

Увеличение данного показателя способствует более быстрому появлению проростков и дружных всходов. Энергия прорастания в 2015 году при обработке семян опытным препаратом увеличилась на 1,1 % по отношению к контролю.

В 2016 году наибольшему увеличению энергии прорастания способствовала предпосевная обработка семян препаратом NAGRO – прибавка в 1,6 % по отношению к контролю, а в 2017 году на 0,5 %. Использование опытного препарата оказало положительное влияние и на лабораторную всхожесть, которая повышается в среднем за 2015-2017 гг. на 0,4-2,3 %.

Корневая система растений – орган синтеза метаболитов и поступления минеральных веществ. Первичная корневая система пшеницы формируется из зародышевых и колеопильных корней.

Хорошей сравнительной характеристикой корневой системы является величина её поглощающей поверхности.

Результаты исследований на озимой пшенице сорта Волжская К (табл. 4) показывают, что под влиянием регуляторов роста происходило увеличение удельной адсорбирующей поверхности корней.

Таблица 4

Влияние регуляторов роста на адсорбирующую поверхность корней озимой пшеницы сорта Волжская К, см²

Вариант	Удельная адсорбирующая поверхность корней			Отношение рабочей адсорбирующей поверхности корней к общей адсорбирующей поверхности
	общая	рабочая	недеятельная	
Контроль	572,15	282,56	289,59	0,49
Гиббереллин	664,91	332,67	332,24	0,50
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	586,73	306,15	280,58	0,52
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	648,12	326,01	322,11	0,50
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	661,14	330,85	330,29	0,50
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	672,77	333,12	339,65	0,50

Наибольшие значения были отмечены на вариантах с обработкой семян пирафеном $1 \cdot 10^{-8}$ % и гиббереллином и составили для общей удельной адсорбирующей поверхности корней 672,77 и 664,91 см², рабочей поверхности – 333,12 и 332,67 см² соответственно. Это на 17,58-16,22 и 8,35-17,73 % выше, чем на контроле.

Отношение рабочей адсорбирующей поверхности к общей может служить важной характеристикой роста корневой системы. Увеличение этого отношения обусловлено как величиной деятельной поверхности корня, так и более быстрым передвижением адсорбированных ионов внутрь корня.

Наибольшее значение этого показателя отмечается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, превышение над вариантом контроль составляет 6,12%.

Прямо или косвенно вода участвует во всех жизненных процессах, протекающих в клетке. Вода является основной средой, в которой происходят все реакции обмена веществ. Активность ферментов зависит от ее количества в клетке. Она участвует в фотосинтезе, дыхании, гидролитических процессах. При низком содержании воды, обмен веществ в клетках почвы прекращается. Вода помогает транспорту органических и минеральных веществ, связывает друг с другом клетки, ткани и органы. Испарение воды регулирует температуру растительных тканей (Костин В.И. и др., 2012; Васин В.Г., 2021).

Для нормального функционирования растительная клетка должна быть насыщена водой. Известно, что зеленые части растения содержат

80-95 % воды. Содержание воды сильно варьирует у разных видов растений, зависит от типа ткани, возраста растения и его физиологического состояния, изменяется в течение суток и в течение сезона (Исайчев В.А., 2009).

Даже небольшие изменения в содержании воды вызывают нарушение физиологических функций. Состояние насыщения поддерживается с помощью двух процессов: поступления и выделения воды.

При недостаточном поступлении воды в растениях наблюдается водный дефицит. Длительное нарушение водного баланса у растений приводит к изменениям некоторых физиологических процессов (Богомазов С.В., 2017).

Недостаток влаги вызывает нарушение нормального обмена веществ; изменяются осмотические свойства, значительно увеличивается проницаемость цитоплазмы, возрастает сосущая сила, интенсивность дыхания, задерживаются процессы роста, уменьшаются листовая поверхность и ассимиляционная способность организма и, в результате, всё это приводит к резкому снижению урожайности и качества продукции.

Водоудерживающая способность растений является хорошим показателем водообмена растений и устойчивости их к неблагоприятным условиям внешней среды. Чем выше водоудерживающая способность растений, тем оно устойчивее.

Таким образом, в производственных условиях остро встает проблема снижения водного дефицита и увеличения водоудерживающей способности сельскохозяйственных культур.

Результаты проведенных исследований на ячмене сорта Нутанс 553 в 2015-2017 гг. показывают, что применяемые факторы положительно влияют на показатели водного баланса растений кормового ячменя (табл.5).

Под действием регуляторов роста и минеральных удобрений водный дефицит снижается на 0,8 % в зависимости от варианта. Водоудерживающая способность ячменя в фазу выхода в трубку увеличилась на 1,6-5,9 % (2 часа), 2,1-7,5 % (4 часа), 0,3-6,4 % (6 часов).

Наибольшее увеличение обеспечивает препарат мегамикс, как в чистом виде, так и в сочетании с минеральными удобрениями. Аналогичная тенденция наблюдается в фазу колошения. Данный показатель увеличивается на 0,4-5,9 % (2 часа), 0,9-7,5 % (4 часа), 0,5-8,1 % (6 часов).

Таблица 5

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на показатели водного баланса растений ячменя сорта Нутанс 553, %

Вариант	Водный дефицит	Водоудерживающая способность					
		Выход в трубку			Колошение		
		2 ч.	4 ч.	6 ч.	2 ч.	4 ч.	6 ч.
Контроль	14,15	79,6	66,9	56,0	75,0	61,4	53,3
Нагро	13,35	81,4	68,9	58,0	75,6	62,8	56,4
Мегамикс	13,10	82,2	70,9	59,4	78,9	66,1	58,2
Контроль NPK +	12,25	81,2	69,0	57,2	75,4	62,1	52,3
Нагро + NPK	9,97	81,3	71,1	60,7	77,0	62,3	54,7
Мегамикс NPK +	9,92	81,7	74,4	62,4	80,9	68,8	57,8
Контроль NPKS +	11,65	78,7	65,6	56,3	76,5	63,5	53,8
Нагро + NPKS	9,15	82,3	71,1	60,8	79,8	65,8	56,9
Мегамикс NPKS +	8,29	85,5	71,5	61,2	80,7	68,9	61,4

Инокуляция семян опытных культур регуляторами роста оказывает влияние и на полевую всхожесть. Полевая всхожесть определяет густоту стояния, ассимиляционную поверхность листьев. Следует отметить, что на проявление стимулирующего действия регуляторов роста и формирование данного показателя оказывают влияние почвенные условия в период прорастания семян: температура, влажность, механический состав почвы и т.д. (Исайчев В.А., 2019).

В 2005 году отмечается низкая по сравнению с последующими годами полевая всхожесть озимой пшеницы сорта Волжская К. Это связано с тем, что перед посевом наблюдался недостаток влаги (в третьей декаде августа выпало 0,0 мм осадков). Установлено, что наибольшая всхожесть отмечается на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, на которых контроль превышен на 3,7 и 4,8 %, а гиббереллин – на 1,5 и 2,6 % соответственно.

В 2006 году максимальная полевая всхожесть наблюдается на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, на которых превышение контроля составило 7,8 и 9,1 %, а гиббереллина – на 5,1 и 6,4 % соответственно.

Полевая всхожесть в 2007 году на опытных вариантах выше контроля на 5,7-9,2 %. Максимальные значения установлены на вариантах

пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, где они составляют 80,2 и 81,8 %, что превышает контроль на 7,6 и 9,2 %, а гиббереллин – на 1,7 и 3,3 % соответственно.

Исследования показывают, что полевая всхожесть на опытных вариантах превышает контроль в среднем за годы исследований на 4,7-6,9 % (рис. 4, табл. 6).



Рисунок 4 – Озимая пшеница Волжская К в фазу всходов – начала кущения, октябрь 2007 г.

Таблица 6
Влияние регуляторов роста на полевую всхожесть озимой пшеницы Волжская К, %

Вариант	Год исследований			Среднее
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	
Контроль	73,1±1,2	76,0±0,4	72,6±1,5	73,9
Гиббереллин	75,3±3,5	78,7±0,7	78,5±2,0	77,5
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	76,8±2,5	83,8±1,9	81,8±1,8	80,8
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	76,4±3,2	80,3±1,2	79,2±1,6	78,6
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	77,9±2,5	81,7±1,5	80,2±2,2	79,9
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	76,1±1,8	85,1±1,0	78,3±1,5	79,8

Наибольшая полевая всхожесть получена при обработке семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %. При этом контроль был превышен на 6,9 %.

В опытах с яровой пшеницей в 2010 году наибольшее увеличение полевой всхожести по сравнению с контролем отмечалось в варианте экстрасол (10 %). В 2011 году полевая всхожесть увеличивается благодаря более благоприятным погодно-климатическим условиям для яровой пшеницы. Наибольшая полевая всхожесть выявлена в варианте энергия, по сравнению с контролем увеличение составило 8,9 %.

В 2012 году наибольшее повышение полевой всхожести с применением регуляторов роста отмечалось в варианте крезацин: по сравнению с контролем оно составило 4,7 % (рис. 5, табл. 7).



Рисунок 5 – Яровая пшеница сорта Землячка, фаза всходов, май 2010 г.

В среднем за годы исследований полевая всхожесть семян яровой пшеницы под действием используемых препаратов была выше контроля на 3,0-6,2 % в зависимости от варианта. Следует отметить, что наибольший эффект наблюдался в варианте с применением препарата энергия.

Эффективность регуляторов роста обусловлена их тройным действием на растение: стимуляцией физиологических процессов, повышением устойчивости растений к неблагоприятным факторам и усилением неспецифического иммунитета (Нуштаева А.В., 2021, 2022).

Таблица 7

Влияние регуляторов роста на полевую всхожесть семян яровой пшеницы сорта Землячка, %

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее
Контроль	65,9	72,7	71,6	70,0
Крезацин	69,6	79,8	76,3	75,2
Энергия	71,2	81,6	75,8	76,2
Альбит	70,5	75,8	73,2	73,2
Гуми	68,3	76,9	73,7	73,0
Циркон	72,1	78,4	75,5	75,3
Экстрасол	75,9	74,2	74,1	74,7

Таким образом, анализ внутренних процессов, определяющих рост и развитие растений, а также их изменения в результате предпосевной обработки семян показывает, что, в основном, эти изменения интерпретируются и фиксируются в процессе прорастания. Изучаемые препараты усиливают первичные ростовые процессы, увеличивают удельную адсорбирующую поверхность корней, способствуют ускоренному переходу растений от гетеротрофного типа питания к автотрофному.

ГЛАВА 2. НАКОПЛЕНИЕ КРИОЗАЩИТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ФАЗАМ ЗАКАЛИВАНИЯ

Урожай озимых культур в значительной мере зависит от их способности противостоять неблагоприятным условиям зимовки. В естественных условиях устойчивость озимых к неблагоприятным зимним условиям определяется морозостойкостью, устойчивостью к вымоканию, выпреванию, ледяной корке, зимней засухе и т.д. В процессе эволюции у озимых растений сформировалась способность закаливаться в неблагоприятных условиях. Морозо- и зимостойкость развивается в результате сложной и длительной подготовки растений к зиме.

В нашем регионе одной из главных причин повреждения и гибели озимых является вымерзание растений. Повреждения растений при низких отрицательных температурах часто ослабляют их устойчивость к губительному действию других факторов.

В процессах стойкости к низким температурам большинство исследователей отдадут предпочтение какой-либо одной стороне метаболизма. В конечном счете, ту или иную продуктивность или скорость развития можно рассматривать как интегральную реакцию на воздействие внешних условий.

Вместе с тем в системе «организм - среда» условия нельзя признать ведущим фактором хотя бы потому, что характер реакции организма на один и тот же фактор будет определяться его генотипической и онтогенетической спецификой. Строго говоря, при исследовании реакции необходимо учитывать три обстоятельства: состояние объекта, режим действия фактора (или факторов) и условия после воздействия. Важно также представлять биологическую значимость показателя, по которому оценивается реакция, его место в иерархии биосистемы (Костин В.И., 2014).

Задача повышения морозо- и зимостойкости растений очень сложная, так как прогнозировать действие какого-либо фактора во времени невозможно. Комбинации этих составляющих по степени влияния на перезимовку уникальны по регионам, годам и даже отдельным участкам поля (Костин В.И. и др., 2001, 2003; Исайчев В.А. и др., 2013). У озимых растений в процессе эволюции сформировалась способность адаптироваться к зимним неблагоприятным условиям в процессе закаливания.

Закаливание – процесс обратимого физиологического приспособления растений к неблагоприятным условиям внешней среды. Это активный метаболический процесс, а не замедление жизнедеятельности,

хотя он и связан с резким снижением темпов роста и переходом растения в покоящееся состояние (Третьяков Н.Н., 2005; Исайчев В.А., 2011).

Важными условиями для протекания первой фазы закаливания являются освещенность растений прямыми солнечными лучами и низкие положительные температуры, что способствует большему накоплению в растении криозащитных веществ. Для нормального протекания первой фазы закалки температура должна быть днем в пределах $+10^{\circ}\text{C}$, ночью от 0 до -2°C .

Чертой второй фазы закаливания, проходящей при морозах от -2 до -5°C , является обезвоживание содержимого клетки. Фотосинтез при этом прекращается, но активизируются биохимические процессы, ведущие к накоплению растворимых белков, углеводов и других защитных веществ (фосфолипидов). Клетки съеживаются, увеличивается размер межклетников. Белковые агрегаты, образующие твердую основу студня, при этом сближаются, что приводит к увеличению локальных связей (Исайчев В.А. и др., 2016).

Структура геля вследствие уменьшения размеров ячеек сначала улучшается, но при сильных морозах, в результате чрезмерного уплотнения, она становится менее устойчивой к механическим деформациям. Отток воды из клеток в межклетники – наиболее эффективный способ защиты растения от образования льда внутри протопласта, однако, главное его условие – медленное снижение температуры.

Ряд авторов (Дорофеев Н.В., 1998; Кошеляев В.В., 2014; Каримова Л.З. др., 2015) связывают зимостойкость растений с водным режимом, содержанием связанной воды в растениях, с накоплением моносахаров, олигосахаров, небелковых форм азота.

В работах многих исследователей отмечено, что в течение всего зимнего периода количество аминокислот в растении колеблется. Это, в первую очередь, связано с колебанием температуры на глубине узла кущения (Костин В.И. и др., 2009). Они выполняют важную роль в защите биокolloидов протоплазмы от повреждающих факторов зимовки, а с началом вегетации участвуют в процессах синтеза белка и репарации тканей. На протяжении зимнего периода основную долю (75-90 %) составляет глутаминовая кислота, которая является исходным соединением для синтеза пролина, аланина, аспарагиновой кислоты, лейцина.

Большую роль при закаливании играют редуцирующие сахара. Функции сахаров во время низкотемпературного стресса весьма разнообразны и многочисленны: повышение концентрации клеточного сока и межклеточной жидкости, что препятствует их замерзанию, выполнение роли криопротекторов белков, устранение эффекта их дегид-

ратации при низких температурах. Важны сахара, как энергетические вещества, которые поддерживают метаболизм растений во время зимовки (Дорофеев Н.В., 1998; Каримова Л.З. и др., 2015).

Велика их важность и в ранневесеннее время при возобновлении роста, когда растения восстанавливают утраченные за зимний период органы. Повышение содержания сахаров при действии низких температур идет в первую очередь за счет гидролиза сахарозы и других олигосахаридов. Накопление моносахаридов способствует повышению осмотических свойств клетки, в результате создаются условия для снижения перевода воды в кристаллическое состояние при низких отрицательных температурах (Исайчев В.А., 2008; Костин В.И. и др., 2009).



Рисунок 6 – Растения озимой пшеницы сорта Волжская К в первую фазу закаливания (21.11.2007 г.)



Рисунок 7 – Отбор растений озимой пшеницы сорта Волжская К во вторую фазу закаливания (05.12.2007 г.)

Результаты исследований (рис. 6, 7, 8, 9, приложения 5 ,6) показывают, что содержание свободных аминокислот и редуцирующих сахаров в растениях озимой пшеницы в течение первой и второй фаз закаливания на опытных вариантах превышает их содержание на контроле.

В период первой фазы закаливания наибольшее количество сво-

бодных аминокислот в растениях накапливалось в вариантах с обработкой семян пирafenом в обеих концентрациях и превышало контроль в среднем на 0,8 %, вариант с применением гиббереллина – на 0,3 % (рис. 8).

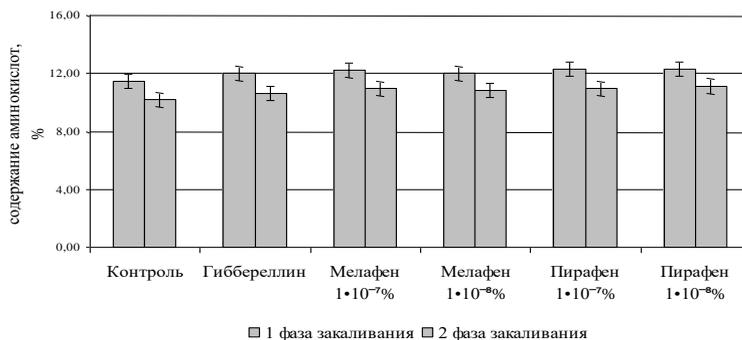


Рисунок 8 – Накопление аминокислот в растениях озимой пшеницы сорта Волжская К под влиянием регуляторов роста, %

Во вторую фазу закаливания максимальное значение по содержанию аминокислот также отмечалось на варианте с применением пирafenа и составляло 11,1 %, что на 0,95 % выше контроля и на 0,5 % больше, чем на варианте с применением гиббереллина.

Во вторую фазу закаливания максимальное значение по содержанию аминокислот также отмечалось на варианте с применением пирafenа и составляло 11,1 %, что на 0,95 % выше контроля и на 0,5 % больше, чем на варианте с применением гиббереллина.

По мере снижения температуры в осенний период во все годы исследований наблюдается увеличение количества редуцирующих сахаров (рис. 9, приложение 7).

Наибольшее содержание редуцирующих сахаров во вторую фазу закаливания наблюдалось на вариантах с применением мелафена 1·10⁻⁷ % и гиббереллина и превышало контроль на 1,7 и 2,1 % соответственно.

Исследования показывают, что используемые фосфорорганические регуляторы роста способствуют повышению содержания криозащитных соединений, повышают адаптивные свойства растений на протяжении всего осенне-зимнего периода, что оказывает влияние на выживаемость опытных растений (табл. 8).

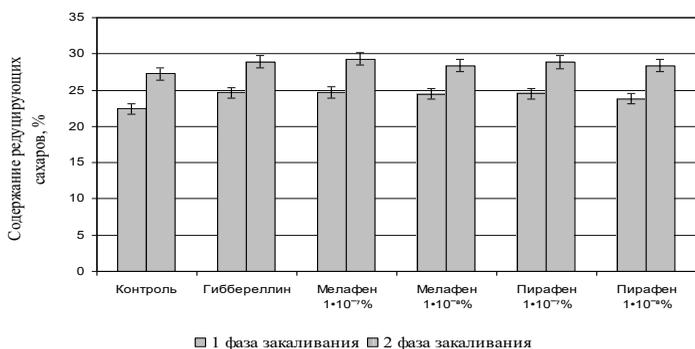


Рисунок 9 – Влияние регуляторов роста на динамику редуцирующих сахаров в растениях озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Таблица 8
Влияние регуляторов роста на зимостойкость озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Вариант	Количество перезимовавших растений, %			Среднее
	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.	
Контроль	66,4±1,6	79,7±2,5	74,8±1,8	73,6
Гиббереллин	78,3±3,3	80,4±4,1	75,2±2,2	78,0
Мелафен 1·10 ⁻⁷ %	85,6±2,4	86,0±1,9	77,6±3,1	83,1
Мелафен 1·10 ⁻⁸ %	81,5±3,2	84,2±1,6	77,9±1,9	81,2
Пирафен 1·10 ⁻⁷ %	83,6±2,4	86,8±2,8	77,3±2,5	82,6
Пирафен 1·10 ⁻⁸ %	83,4±1,9	80,2±1,8	78,2±1,7	80,6

Гибель озимых в годы исследований происходила по разным причинам: 2005-2006 гг. – резкие перепады температур зимой, снежная плесень, 2006-2007 гг. – вымерзание, 2007-2008 гг. – выпревание и снежная плесень.

Исследования показывают, что сохранность озимой пшеницы в 2006-2007 гг. выше, чем в 2005-2006 гг. и 2007-2008 гг., что связано с резкими перепадами температуры, оттепелью в декабре-январе 2005-2006 гг. и выпреванием весной 2008 года.

В 2005-2006 гг. выживаемость растений после перезимовки в среднем составляет 82 %, наибольшая сохранность отмечена на варианте мелафен 1·10⁻⁷ % и составляет 85,6 %, что на 19,2 % выше контроля и на 7,3 % выше гиббереллина.

В 2006-2007 гг. применение регуляторов роста способствовало

повышению сохранности до 7,1-6,3 % в варианте с пирafenом $1 \cdot 10^{-7}$ % и мелафеном $1 \cdot 10^{-7}$ % по сравнению с контролем и на 7,0 и 8,0 % выше гиббереллина. Сохранность растений 2007-2008 гг. в среднем составила 77,5 %. Наибольшие значения получены в вариантах пирafen $1 \cdot 10^{-8}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, где составляют 78,2 и 77,9 %, что выше контроля на 4,1 и 4,5 %, а гиббереллина – на 3,6 и 4,0 % соответственно.

За годы исследований максимальную зимостойкость, которая составила 83,1 %, обеспечивала обработка семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %. Количество перезимовавших растений было на 9,5 % больше, чем на контроле и на 5,1 % больше варианта с применением гиббереллина.

Таким образом, предпосевная обработка семян мелафеном и пирafenом способствует усилению процессов биосинтеза криозащитных соединений в растениях, а, они в свою очередь, способствуют стабилизации осмотически активных веществ и оказывают влияние на усиление закаливания, что ведет к наибольшей их выживаемости во время и после перезимовки.

ГЛАВА 3. АССИМИЛЯЦИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛИСТОВОГО АППАРАТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В современных условиях главной задачей отрасли растениеводства является производство продукции высокого качества с наименьшими затратами материальных и трудовых ресурсов.

Одним из важнейших путей решения этой задачи является применение в ресурсосберегающих технологиях возделывания сельскохозяйственных культур минеральных удобрений и регуляторов роста (Костин В.И. и др., 2006; Половинкин В.Г., Исайчев В.А., Провалова Е.В., 2012; Каргин В.И. и др., 2016; Шафран С.А., 2021).

Практическое значение их определяется многими обстоятельствами: влияя на рост и развитие растений, они способны значительно ускорить обменные процессы и повысить урожайность конечной продукции.

В условиях лесостепи Среднего Поволжья остро стоит проблема питания растений серой и регулирования круговорота серы в агроценозах. Постоянно увеличивается расход серы из почвы на вымывание и вынос её с возрастающими урожаями сельскохозяйственных культур. Следовательно, в определённых условиях растения могут испытывать дефицит данного элемента, в результате чего возможны недобор урожая и снижение качества продукции.

Основу продукционного процесса составляет фотосинтез растений как первичный источник органического вещества. Фотосинтетическая деятельность посевов главным образом связана с обеспеченностью теплом, влагой и элементами корневого питания. Совокупность этих факторов определяет не только общий уровень биологической продуктивности, но и количественный состав биомассы и зерна (Ожередова А.Ю., 2019; Фомин В.Н., 2022).

Фотосинтез – первооснова биологической продуктивности растений, основной процесс питания самих растений, и именно этот процесс определяет возможность получения высоких урожаев (Третьяков Н.Н., 2005; Алехин В.Т., 2006; Костин В.И., 2006; Исайчев В.А., 2012).

По мнению многих исследователей (Костин В.И., 2007; Каргин В.И., 2011), только при условии формирования оптимального фотосинтетического аппарата возможна высокая производительность растительных сообществ, поэтому так важно внедрение в практику сельскохозяйственного производства приемов и способов, повышающих фотосинтетическую деятельность растений.

При изучении фотосинтетической деятельности растений в посевах как главного фактора урожайности, необходимо оценивать те ус-

ловия, которые дают возможность создавать посевы, поглощающие наибольшее количество энергии фотосинтетически активной части солнечной радиации (Ямалеев А.М., 2001; Синеговская В.Т., 2008; Исайчев В.А. и др., 2010, 2011).

В связи с этим, выяснение влияния действия регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность растений имеет актуальное значение.

Наши исследования на озимой пшенице сорта Волжская К в 2005-2008 гг. показывают, что под влиянием регуляторов роста происходит повышение площади листовой поверхности озимой пшеницы в среднем за годы исследований в 1,02-1,33 раза по сравнению с контролем и гиббереллином (рис.10, приложение 8).

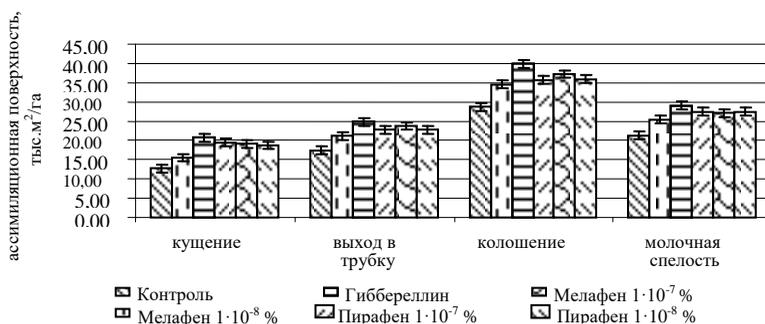


Рисунок 10 – Влияние регуляторов роста на листовую поверхность озимой пшеницы сорта Волжская К в 2005-2008 гг., тыс. м²/га

При этом следует указать, что в вариантах пирафен 1·10⁻⁷ % и мелафен 1·10⁻⁷ % наблюдается наибольшее увеличение ассимиляционной поверхности листьев.

В фазу молочной спелости влияние листьев в фотосинтезе целого растения падает из-за интенсивного оттока ассимилятов в репродуктивные органы и накопление их в зерне.

В полевом опыте в 2008-2011 гг. изучалось действие препаратов на величину площади флагового листа озимой пшеницы сорта Казанская 560.

Главная роль в создании органического вещества принадлежит фотосинтезу – первоначальному этапу формирования урожая. Интенсивность фотосинтеза зависит от площади листовой поверхности, которая зависит от генотипа сорта, уровня агротехники, обеспеченности

влажгой и других условий. Селекция пшеницы ведется, в основном, на увеличение площади флагового листа и повышение фотосинтетического потенциала. При этом установлен преимущественный рост фотосинтетического потенциала верхних листьев, снабжающих наливающееся зерно (табл. 9).

Таблица 9

Площадь флагового листа озимой пшеницы сорта Казанская 560, кв. см.

Вариант	Год исследований				В среднем за годы исследований
	2008	2009	2010	2011	
Контроль	16,24	17,15	9,46	20,24	15,77
Гумимакс	17,12	17,92	11,01	21,06	16,78
Альбит	18,66	20,16	12,20	22,46	18,37
Крезацин	17,25	18,22	11,13	21,18	16,95
Контроль +NPK	17,14	18,11	9,94	21,12	16,58
Микровит +NPK	19,83	19,54	12,50	22,40	18,57
Гумимакс +NPK	18,77	19,40	11,74	21,68	17,90
Альбит +NPK	20,64	21,18	13,05	23,21	19,52
Крезацин+ NPK	19,23	19,73	12,31	22,00	18,32

Установлено, что обработка исследуемыми препаратами существенно повышает ассимиляционную поверхность листьев озимой пшеницы сорта Казанская 560 как на фоне естественного плодородия, так и при использовании минеральных удобрений (рис. 11, 12).

Изменение листовой поверхности озимой пшеницы с момента весеннего отрастания до фазы полной спелости носит параболический характер. Максимальные значения данного показателя приходятся на фазу колошения, когда листовая поверхность увеличивается в среднем за годы исследований в 2,2 раза по сравнению с фазой кушения. Для колошения, наряду с ростом старых листьев, характерно и образование новых. Молочная спелость характеризуется постепенным отмиранием листьев.

Исследования по изучению влияния регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы сорта Землячка проводились нами в 2010-2012 гг.

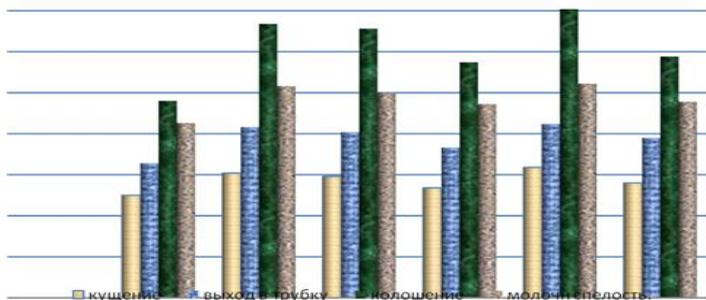


Рисунок 11 – Динамика ассимиляционной площади листьев озимой пшеницы сорта Казанская 560 на фоне естественного плодородия в 2009-2013 гг., тыс. м²/га

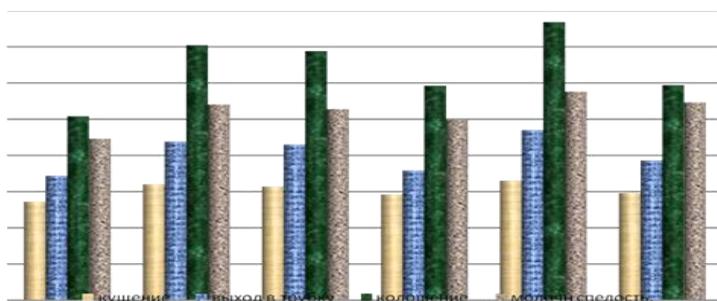


Рисунок 12 – Динамика ассимиляционной площади листьев озимой пшеницы сорта Казанская 560 на удобренном фоне, в 2009-2013 гг., тыс. м²/га

В результате исследований установлено, что применение регуляторов роста способствует увеличению ассимиляционной поверхности листьев яровой пшеницы (рис. 13, приложение 9).

Основной прирост площади листовой поверхности осуществлялся с фазы кущения, достигая максимума к концу фазы колошения. Начиная с фазы молочной спелости происходит снижение этого показателя во всех вариантах опыта из-за интенсивного оттока ассимилятов в колос. Наибольшее увеличение площади листьев наблюдалось в вариантах энергия и крезацин и составляло 0,25-0,50 тыс.м²/га в зависимости от фазы роста и развития яровой пшеницы.

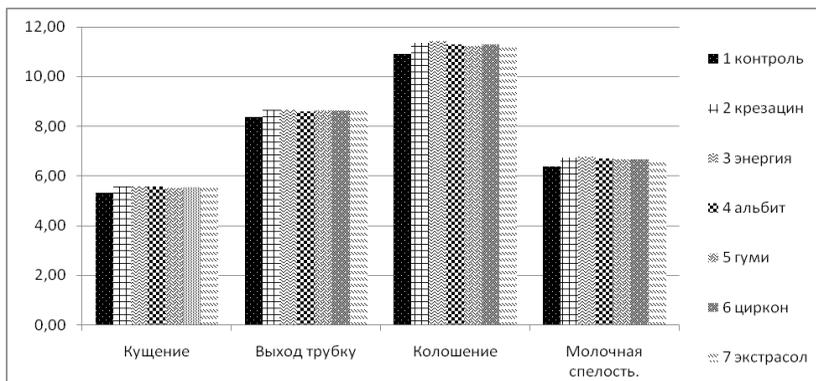


Рисунок 13 – Влияние регуляторов роста на ассимиляционную поверхность листьев яровой пшеницы сорта Землячка, 2010 – 2012 гг., тыс.м²/га

В условиях 2011-2012 гг. ассимиляционная поверхность листьев яровой пшеницы сорта Землячка в фазу кущения на контроле составила 6,64 тыс.м²/га. Применение энергии и альбита способствовало повышению данного показателя на 9,0 и 10,0 % соответственно (рис. 14, приложение 10).

Максимальная листовая поверхность в опытных вариантах с сортом Бирюза в 2011-2015 гг. исследования сформировалась в фазу колошения. Значения находились в пределах 18,45-20,36 тыс.м²/га на неудобренном фоне, 19,01-24,06 тыс.м²/га – на фоне NPK и 21,58-24,48 тыс.м²/га – на фоне NPKS. Наибольшую площадь ассимиляционной поверхности сохраняли растения в вариантах альбит и цецеце на фоне NPKS. Наибольшие показатели в этот период зафиксированы на вариантах альбит (24,60 тыс.м²/га) и цецеце (24,92 тыс.м²/га) на фоне NPKS, что подтверждает мнение других исследователей о положительном влиянии серы на ассимиляционную поверхность листьев и длительность их функционирования. В дальнейшем происходило снижение фотосинтезирующей поверхности растений вследствие отмирания нижних листьев.

В среднем за годы исследований площадь листьев озимой пшеницы сорта Бирюза в фазу кущения изменялась в интервале от 7,39 до 10,06 тыс.м²/га. Наиболее интенсивный прирост листовой поверхности в эту фазу наблюдался при использовании альбита на фоне NPKS –9,84 тыс.м²/га и цецеце на этом же фоне – 10,06 тыс. м²/га. На естественном фоне плодородия эти препараты также максимально повлияли на площадь листьев, которая составила 8,04 тыс.м²/га и 8,30 тыс.м²/га соот-

ветственно. В фазу трубкования происходило увеличение листовой поверхности до 11,20-14,59 тыс.м²/га.

Наибольшие показатели ассимиляционной поверхности листьев озимой пшеницы были достигнуты в фазу колошения на вариантах с применением минеральных серосодержащих удобрений и регуляторов роста, что подтверждает мнение других исследователей о положительном влиянии серы на ассимиляционную поверхность листьев.

При этом следует отметить положительное влияние используемых факторов не только на образование и рост листьев, но и на длительность их жизнеспособности.

В проведенных исследованиях выявлена корреляционная связь между площадью листьев в фазы трубкования (x_1), колошения (x_2), молочной спелости (x_3) и урожайностью (y) (табл. 10).

Таблица 10

Уравнение регрессии зависимости урожайности озимой пшеницы сорта Бирюза от ассимиляционной поверхности листьев

Период	Уравнение регрессии	R
Трубкование	$y = 0,3222 x_1 - 0,9634$	0,87
Колошение	$y = 0,1989 x_2 - 1,2932$	0,86
Молочная спелость	$y = 0,4689 x_3 - 1,5954$	0,80

Формирование урожая зависит не только от площади листьев, но и от времени их функционирования, в связи с этим был рассчитан фотосинтетический потенциал опытных посевов.

Этот показатель изменялся в зависимости от площади листьев и продолжительности их работы по годам исследований. Фотосинтетический потенциал является обобщающим показателем, характеризующим эффективность действия всего комплекса технологических приемов (рис. 15).

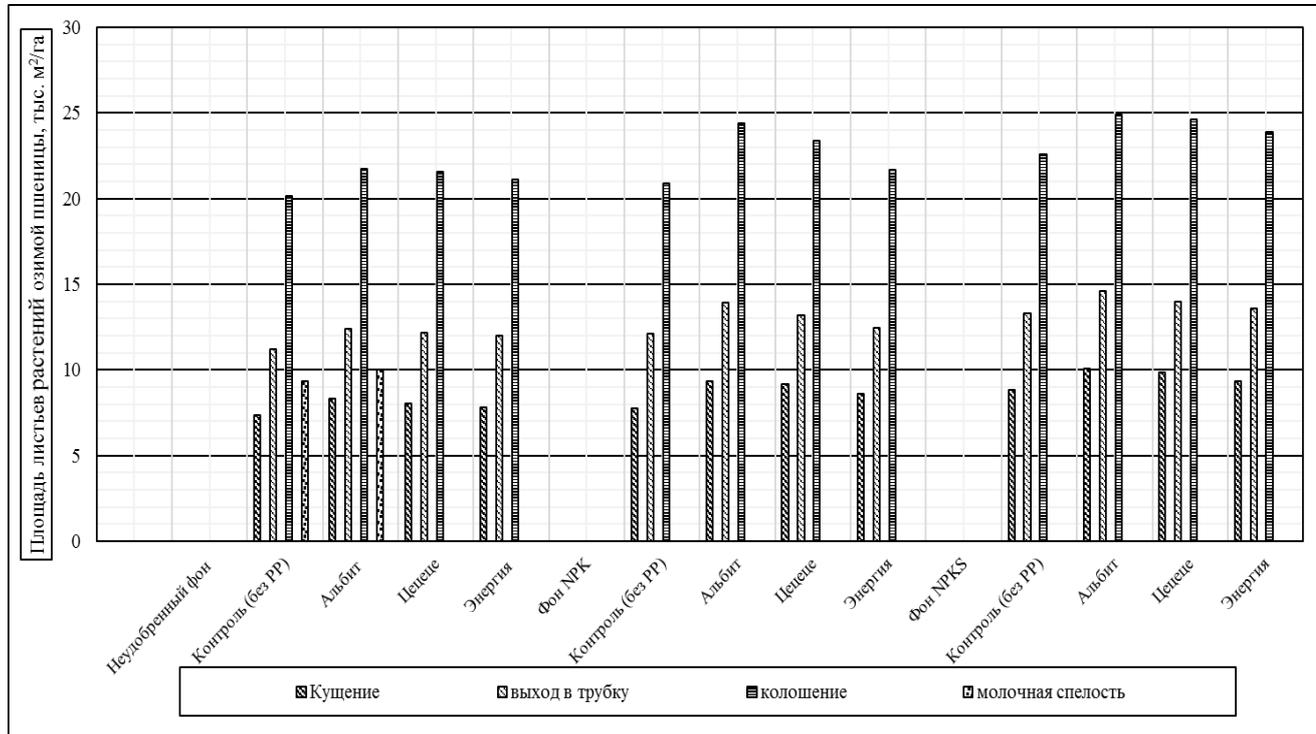


Рисунок 14 – Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на ассимиляционную поверхность листьев озимой пшеницы сорта Бирюза, тыс. м²/га, в среднем за 2011-2015 гг.



Рисунок 15 – Озимая пшеница Волжская К (внешний вид опыта в фазу колошения, 25.06.2007)

Предпосевная обработка семян регуляторами роста положительно сказалась и на продукционных процессах растений озимой пшеницы сорта Волжская К (табл. 11, приложение 11).

Таблица 11
Фотосинтетический потенциал листьев озимой пшеницы сорта Волжская К, млн.м²*дней/га (в среднем за 2006-2008 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза			Σ ФП
	выход трубку	в колошение	Молочная спелость	
Контроль	0,317	0,204	0,500	1,021
Гиббереллин	0,386	0,249	0,600	1,235
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,504	0,292	0,689	1,485
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,474	0,272	0,620	1,366
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,467	0,280	0,647	1,394
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,458	0,268	0,621	1,347

Наибольший фотосинтетический потенциал получен при обработке семян мелафеном в концентрации 1•10⁻⁷%. В среднем за годы исследований данный показатель составил 1,485 млн.м²*дней/га и превышал контроль в 1,45 раза. Наибольший фотосинтетический по-

тенциал сорта озимой пшеницы Казанская 560 отмечался в фазу молочной спелости зерна на варианте с обработкой альбитом, на котором превышение контроля составило 36,8 % на фоне естественного плодородия и 22,3 % на удобренном фоне (табл. 12).

Таблица 12
Фотосинтетический потенциал листьев озимой пшеницы сорта Казанская 560 (млн.кв.м.*дней/ га), в среднем за 2008-2011 гг.

Вариант	Фаза роста и развития			Σ ФП	+/- к контро- лю	% к контро- лю
	выход в трубку	колошение	молочная спелость			
Контроль	0,302	0,217	0,486	1,005	-	-
Гумимакс	0,346	0,230	0,552	1,128	0,123	12,2
Альбит	0,436	0,292	0,647	1,375	0,370	36,8
Крезацин	0,359	0,241	0,570	1,170	0,165	16,4
Контроль +NPK	0,380	0,249	0,564	1,193	-	-
Гумимакс +NPK	0,411	0,276	0,602	1,289	0,096	8,0
Альбит +NPK	0,474	0,295	0,690	1,459	0,266	22,3
Крезацин+ NPK	0,425	0,286	0,600	1,311	0,118	9,9

Необходимо отметить, что пиковые значения фотосинтетического потенциала яровой пшеницы сорта Землячка (табл. 13, приложение 12) по фазам вегетации смещались на более позднее время, чем пиковые значения площади листьев, достигая максимума к молочной спелости. Данная тенденция подтверждается другими авторами (Гареев Р.Г., 1997; Исайчев В.А., 1999; Костин В.И., 2001; Половинкин В.Г., 2012; Зволинский В.П., 2012).

Самый низкий фотосинтетический потенциал (0,22-0,24 млн.м²*дней/га) был в 2010 году из-за высокой температуры и малого количества осадков. В среднем за годы исследований наибольший ФП отмечался в вариантах крезацин и энергия (0,415–0,417 млн.м²*дней/га), что вполне закономерно, учитывая наибольшую ассимиляционную поверхность листьев в этих вариантах.

Проведенные исследования показали, что с первых дней вегетации и до фазы колошения фотосинтетический потенциал листьев озимой пшеницы сорта Бирюза быстро нарастал, достигая максимума. В дальнейшем, с пожелтением и отмиранием листьев нижнего яруса, он

уменьшался (рис. 16, приложение 13).

Таблица 13

Влияние регуляторов роста на фотосинтетический потенциал листьев растений яровой пшеницы сорта Землячка, млн.м²*дней/га

Вариант	Фазы роста и развития			ФП
	Кушение – трубкование	Трубкование – колошение	Колошение – молочная спелость	
2010 г.				
Контроль	0,052	0,077	0,092	0,221
Крезацин	0,056	0,082	0,095	0,234
Энергия	0,056	0,080	0,095	0,231
Альбит	0,057	0,082	0,096	0,235
Гуми	0,055	0,081	0,093	0,228
Циркон	0,058	0,085	0,098	0,241
Экстрасол	0,060	0,087	0,098	0,245
2011 г.				
Контроль	0,159	0,183	0,244	0,586
Крезацин	0,162	0,185	0,246	0,593
Энергия	0,160	0,186	0,246	0,592
Альбит	0,161	0,185	0,246	0,591
Гуми	0,161	0,185	0,244	0,591
Циркон	0,162	0,184	0,244	0,590
Экстрасол	0,162	0,186	0,245	0,593
2012 г.				
Контроль	0,134	0,106	0,154	0,393
Крезацин	0,142	0,111	0,167	0,420
Энергия	0,145	0,113	0,170	0,427
Альбит	0,141	0,109	0,164	0,414
Гуми	0,141	0,110	0,166	0,417
Циркон	0,138	0,108	0,163	0,409
Экстрасол	0,136	0,106	0,159	0,401
Среднее за 2010 - 2012 гг.				
Контроль	0,115	0,122	0,163	0,400
Крезацин	0,120	0,126	0,169	0,415
Энергия	0,120	0,126	0,170	0,417
Альбит	0,120	0,125	0,168	0,414
Гуми	0,119	0,125	0,168	0,412
Циркон	0,119	0,126	0,168	0,413
Экстрасол	0,119	0,126	0,167	0,413

В 2011-2012 гг. исследования с озимой пшеницей сорта Бирюза в фазу кушения – выхода в трубку наибольший показатель фотосинтетического потенциала зафиксирован на вариантах альбит и цецеце, что выше контрольного на 3,4-6,9 %. Использование данных препаратов на фоне NPK увеличило показатель на 5,8-9,4 %, на фоне NPKS – на 5,4-10,8 %. Максимальные значения получены в фазу колошения – молочной спелости.

В 2012-2013 гг. фотосинтетический потенциал был выше показателей первого и третьего года, что связано с благоприятными метеорологическими условиями. Значительное влияние на фотосинтетический потенциал в фазу колошения – молочно-восковой спелости как на фоне естественного плодородия почвы, так и на удобренных фонах оказали альбит и цецеце, где показатели выше контрольного на 2,3-6,4% соответственно. Такая тенденция с фотосинтетическим потенциалом по данным вариантам прослеживалась до конца вегетации. Фотосинтетический потенциал за вегетацию был выше контроля на 2,0-7,5 % в зависимости от варианта опыта и фона исследований.

В 2013-2014 гг. в течение онтогенеза растений наблюдалось положительное действие минеральных удобрений и регуляторов роста на фотосинтетический потенциал. В фазу выхода в трубку в вариантах альбит и цецеце показатель выше контрольного на фоне без удобрений на 4,3-13,0 %, на фоне NPK – на 13,8-17,2 %, на фоне NPKS – на 10,85-13,5 %.

Суммарный фотосинтетический потенциал листьев озимой пшеницы сорта Бирюза изменялся от 3,02 до 3,58 млн.м²*дней/га в течение онтогенеза растений. Наибольших величин данный показатель достиг на вариантах альбит и цецеце на фоне NPKS (3,41 и 3,58 млн.м²*дней/га), что вполне закономерно, учитывая наибольшую ассимиляционную поверхность листьев на этих вариантах.

Следует также отметить, что величина фотосинтетического потенциала, как и площади листьев, во многом зависит от влагообеспеченности в течение вегетации.

В наших опытах в 2015-2017 гг. на ячмене Нутанс 553 нами изучено влияние, оказываемое внекорневой обработкой регуляторами роста растений ячменя на фотосинтетический потенциал (табл. 14).

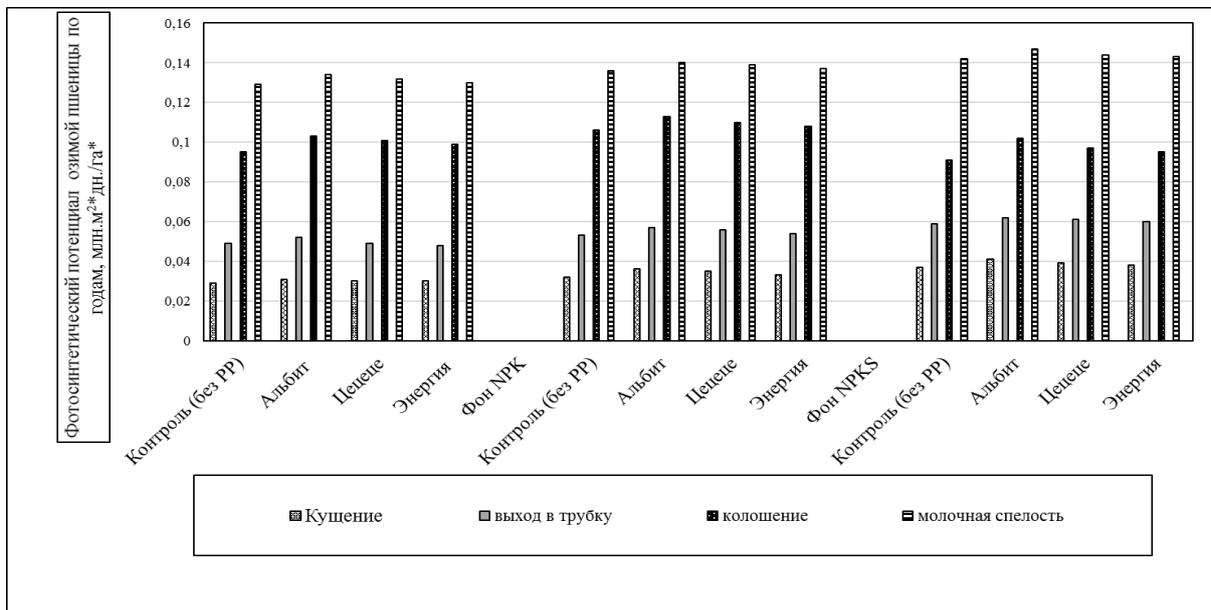


Рисунок 16 – Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы сорта Бирюза по годам, млн.м²*дней/га (среднее за 2011-2015 гг.)

Таблица 14

**Фотосинтетический потенциал растений ячменя сорта Нутанс
553, тыс.м²*дней/га, 2015-2017 гг.**

Вариант	всходы - кушение	кушение - выход в трубку	выход в трубку – колоше- ние	колоше- ние- молочно- восковая спелость	Общий ФП за вегета- цию, млн. м²*дней/га
2015 год					
Контроль	92,7	204,0	395,2	543,4	1,33
Нагро	117,9	249,7	453,0	620,3	1,44
Контроль + NPK	117,0	247,5	447,2	614,6	1,43
Нагро + NPK	123,4	250,1	452,9	625,9	1,47
Контроль + NPKS	122,5	257,9	458,0	628,8	1,48
Нагро + NPKS	121,0	254,0	453,8	623,2	1,44
2016 год					
Контроль	78,8	175,7	488,2	549,4	1,28
Нагро	86,4	194,3	523,5	594,9	1,40
Контроль + NPK	88,0	197,6	528,7	598,5	1,41
Нагро + NPK	90,0	197,9	553,2	625,1	1,47
Контроль + NPKS	98,8	201,5	560,1	630,8	1,49
Нагро + NPKS	96,4	198,3	559,5	633,0	1,44
2017 год					
Контроль	88,8	158,3	383,2	431,8	1,02
Нагро	90,2	173,2	401,5	447,3	1,14
Контроль + NPK	93,5	174,9	403,3	452,1	1,13
Нагро + NPK	94,8	175,5	412,6	455,9	1,17
Контроль + NPKS	95,2	178,8	432,7	474,4	1,16
Нагро + NPKS	94,4	179,1	425,5	470,1	1,10

В начале периода роста растений 2015 года показатель фотосинтетического потенциала был небольшим, так как площадь листьев на-

растала медленно. В фазу всходов – кушения наибольший фотосинтетический потенциал наблюдался в варианте NAGRO+NPK – 123,4 тыс.м²*дней/га, на контроле – 92,7 тыс.м²*дней/га. Далее площадь листьев быстро начинала нарастать и в конечной фазе колошения – молочно-восковой спелости по данному варианту фотосинтетический потенциал составил 625,9 тыс.м²*дней/га, что выше контроля на 82,5 тыс.м²*дней/га.

В 2016 году в фазу всходов – кушения фотосинтетический потенциал ниже показателей 2015 года, это связано с неблагоприятными метеорологическими условиями в данный период. В этих условиях значительное влияние на фотосинтетический потенциал оказал также препарат Нагро, где показатели были выше контрольного в среднем на 25 %.

Такая тенденция с фотосинтетическим потенциалом по данным вариантам прослеживалась до конца вегетации. Фотосинтетический потенциал за вегетацию выше контроля на 3,7-16,2 % в зависимости от варианта опыта.

В 2017 году наибольшее влияние на фотосинтетический потенциал оказало совместное применение Нагро и комплексных минеральных серосодержащих удобрений. В фазу всходов – кушения данный показатель выше контроля на 17,8 %, кушения – выхода в трубку на 26,4 %, выхода в трубку – колошения на 14,6 %, колошения – молочно-восковой спелости на 10,4%.

Таким образом, изучаемые препараты оказывают позитивное влияние на формирование листового аппарата опытных культур, усиливая физиологический транспорт ассимилятов в генеративные органы, способствуя интенсивной фотосинтетической деятельности листового аппарата.

ГЛАВА 4. НАКОПЛЕНИЕ СУХОЙ БИОМАССЫ РАСТЕНИЯМИ

Одним из показателей роста растений является накопление сухой массы в растительном организме, что является результатом накопления солнечной энергии в процессе фотосинтеза (Гретьяков Н.Н., 2005). Многие исследователи (Попов П.Ф., 2003; Исайчев В.А., 2012) указывают на прямую зависимость между площадью листьев и содержанием сухой массы в растениях.

Ситуация с накоплением сухого вещества аналогична динамике ассимиляционной поверхности листьев озимой пшеницы сорта Волжская К.

Содержание биомассы по годам исследований различалось в большей степени из-за погодно-климатических условий. Исследованиями установлено, что максимальный прирост сухой массы отмечен в 2007 году, который оказался более благоприятным для роста и развития озимой пшеницы (рис. 17, приложение 14).

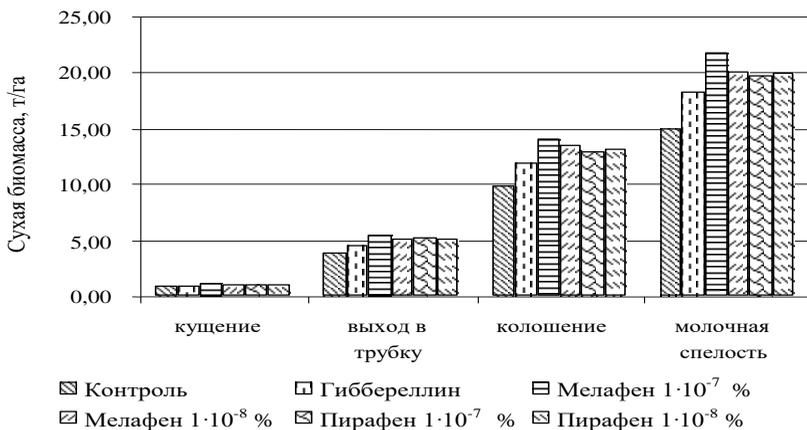


Рисунок 17 – Влияние регуляторов роста на накопление биомассы растениями озимой пшеницы сорта Волжская К в 2006-2008 гг.

Под влиянием используемых регуляторов роста прослеживается тенденция усиленного накопления биомассы растений. Наибольшее содержание сухой массы наблюдается с фазы выхода в трубку, причем наибольший прирост отмечается в вариантах мелафен 1·10⁻⁷ % и пирафен 1·10⁻⁷%, на которых превышение составляет 15,62 г и 16,18 г, со-

ответственно, что на 18,1 и 22,3 % выше контроля и на 7,06 и 10,9 % выше гиббереллина. В фазу колошения и молочной спелости максимальное значение данного показателя отмечается в варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, превышение над контролем составляет 18,8 и 21,7 %, над гиббереллином – 6,9 и 8,2 % соответственно.

Изучение динамики роста и накопления сухого вещества в зависимости от конкретных условий выращивания, применения регуляторов роста представляет значительный научный и практический интерес.

Развитие растений может оцениваться различными способами: накоплением абсолютно сухого вещества, изменениями линейных размеров, концентрацией хлорофиллов в листьях, накоплением сухой биомассы (Деева В.П., 1999; Долбилин А.В., 2016; Доронин В.Г., 2021; Семин С.А., 2021, 2022).

Содержание сухой биомассы в растениях зависит от ассимиляционной поверхности листьев (Костин В.И., 2006; Исайчев В.А., 2008). Более 90 % биомассы растений образуется в процессе фотосинтеза.

Известно, что увеличение накопления сухого вещества растениями озимой пшеницы сорта Казанская 560 усиливается под действием регуляторов роста. Содержание биомассы по годам исследований различалось из-за погодно-климатических условий.

Аномально сухое и жаркое лето 2010 года не позволило накопить растениям достаточного количества сухой биомассы.

Исследованиями на озимой пшенице сорта Казанская 560 за 2008-2011 гг. установлено, что максимальное накопление сухой биомассы растениями озимой пшеницы наблюдалось в 2011 году, который оказался наиболее благоприятным (табл. 15).

Динамика накопления массы сухого вещества растениями озимой пшеницы в значительной мере определяется условиями выращивания этой культуры. К началу фазы выхода в трубку масса сухого вещества растений на вариантах, где применялись удобрения и исследуемые препараты больше, чем на участках с естественным плодородием.

Под влиянием регуляторов роста прослеживается тенденция усиленного накопления биомассы растениями озимой пшеницы. По нашим наблюдениям наиболее активно накопление абсолютно сухого вещества растениями озимой пшеницы проходит в период «выход в трубку – колошение» и достигает максимума в молочную спелость. Наибольший прирост накопления сухой биомассы отмечается в вариантах с применением альбита.

Эта тенденция прослеживается на всех этапах органогенеза: так, в фазе кущения наибольший прирост наблюдался в вариантах с применением препарата альбит (и на фоне естественного плодородия,

и на удобренном фоне), что составляет прибавку к контролю 0,23 и 0,29 т/га соответственно; в фазу выхода в трубку прибавка составила 1,26 и 1,76 т/га соответственно; в фазу колошения увеличение по отношению к контролю 1,28 и 2,37 т/га; и в фазу молочной спелости данный показатель возрос по отношению к контролю на 5,4 и 5,43 т/га соответственно.

Таблица 15
Влияние регуляторов роста на накопление сухой биомассы в растениях озимой пшеницы сорта Казанская 560, т/га, в среднем за 2008-2011 гг.

Вариант	кушение	+/-	выход в трубку	+/-	колошение	+/-	молочная спелость	+/-
Контроль	0,85	-	2,69	-	10,05	-	14,93	-
Гумимакс	0,92	0,07	3,27	0,58	10,68	0,63	16,35	1,42
Альбит	1,08	0,23	3,95	1,26	11,33	1,28	20,33	5,40
Крезацин	0,96	0,11	3,57	0,88	10,88	0,83	17,04	2,11
Контроль + NPK	0,92	-	3,26	-	11,42	-	16,05	-
Гумимакс + NPK	1,01	0,09	3,90	0,64	12,06	0,64	18,01	1,96
Альбит + NPK	1,21	0,29	4,45	1,76	13,79	2,37	21,68	5,43
Крезацин + NPK	1,03	0,11	4,06	0,80	12,19	0,77	18,94	2,89

Влияние изучаемых препаратов на накопление сухого вещества озимой пшеницы сорта Казанская 560 отчётливо выражено во всех вариантах опыта как в отдельные периоды роста, так и в целом за период «кушение – молочная спелость».

На основании множественного корреляционного анализа определено уравнение регрессии, показывающее зависимость урожайности от накопления сухого вещества в растениях озимой пшеницы ($D = 86,5\%$, $R = 0,93$). Выведено уравнение регрессии:

$$Y = - 2,099 + 0,000606x_2 + 0,000907x_3,$$

где Y – урожайность озимой пшеницы; x_2 – накопление сухого вещества в растениях озимой пшеницы в фазу выхода в трубку; x_3 – накопление сухого вещества в растениях озимой пшеницы в фазу колошения.

Опытами на яровой пшенице сорта Землячка за 2010-2012 гг. ус-

тановлено, что емкость накопления сухого вещества увеличивается под действием используемых регуляторов роста (рис.18, приложение 15).

Наибольший прирост сухой массы опытной культуры выражен в период выхода в трубку – колошения. Максимальная сухая масса была накоплена в варианте энергия и превышала контроль на 36,08-547,41 кг/га, в зависимости от фазы роста и развития яровой пшеницы.

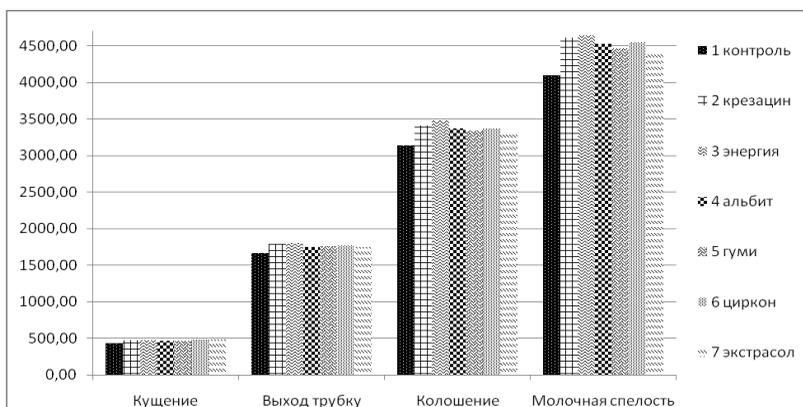


Рисунок 18 – Влияние регуляторов роста на сухую биомассу растений яровой пшеницы сорта Землячка в 2010-2012 гг., кг/га

Анализ полученных данных на озимой пшенице сорта Бирюза показал, что использование минеральных удобрений и регуляторов роста оказало положительное влияние на динамику накопления сухого вещества озимой пшеницы (рис. 19, приложение 16).

Накопление сухой био массы озимой пшеницы, т/га

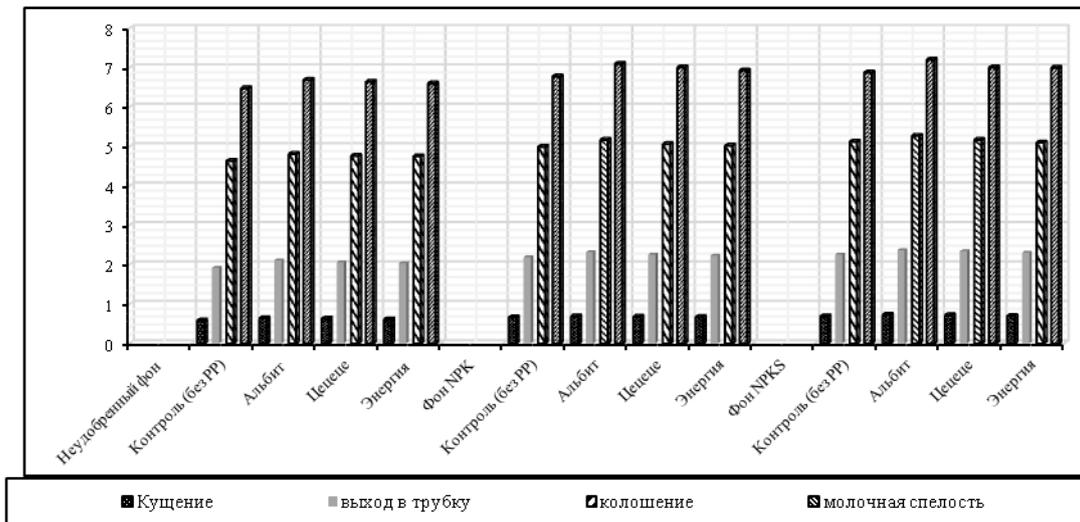


Рисунок 19 – Накопление сухой био массы озимой пшеницы сорта Бирюза, т/га, (среднее за 2011-2015 гг.)

Максимальный прирост сухой фитомассы наблюдался с фазы трубкования до молочно-восковой спелости. Аналогичная закономерность отмечалась по всем годам исследований. В дальнейшем накопление фитомассы происходило в основном за счет генеративных органов растений и достигало максимума в фазу полного налива зерна, что связано с оттоком метаболитов из листьев в репродуктивные органы озимой пшеницы.

В неблагоприятных условиях вегетации 2014-2015 гг. накопление сухой биомассы протекало менее интенсивно по сравнению с предыдущими годами исследований. Недостаточное количество осадков в начале вегетации культуры и среднесуточная температура воздуха, не превышающая 11°C, не позволили растениям сформировать достаточную площадь листовой поверхности, следовательно, показатель накопления сухой биомассы относительно невысокий.

В среднем за годы исследований перед уборкой культуры количество сухой фитомассы в вариантах с применением регуляторов роста варьировало от 6,69 до 7,20 т/га. Наибольшее накопление ее к концу вегетации культуры синтезировано на вариантах альбит совместно с минеральными удобрениями (NPKS) и цецеце на этом же фоне, что составило 7,00 и 7,20 т/га соответственно.

Таким образом, установлено, что внесение минеральных удобрений и регуляторов роста оказало положительное влияние на динамику накопления сухого вещества озимой и яровой пшеницы.

Для установления закономерностей динамики роста и транспорта ассимилятов определяли относительную скорость прироста фитомассы (RGR) озимой пшеницы сорта Волжская К за 2006-2008 гг. (табл.16, приложение 17).

Результаты показывают, что под влиянием используемых регуляторов роста происходит увеличение относительной скорости прироста фитомассы в течение вегетации озимой пшеницы. В период кущения – выхода в трубку наибольшее значение наблюдается в варианте пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, на котором превышение контроля составило 3,3 %, гиббереллина – на 7,2 %.

В период выхода в трубку – колошения максимальное значение определено на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, что соответствует показанию на контроле и незначительно превышает гиббереллин. Следует отметить, что на варианте с применением гиббереллина относительная скорость прироста фитомассы ниже контроля.

В период колошения – молочной спелости максимальные значения установлены в вариантах пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, где превышение над контролем составило 3,8-6,7 %, над вариантом гиббереллин – 2,2 и 5,1 % соответственно. В фазу молочной спелости интен-

сивность роста листьев снижается, происходит постепенное их отмирание.

Таблица 16

Относительная скорость прироста фитомассы в растениях озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/г в сутки (в определении 10 растений), в среднем за 2006-2008 гг.

Вариант	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение- молочная спелость
Контроль	6,66	9,89	4,45
Гиббереллин	6,42	9,87	4,52
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	6,66	9,89	4,75
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	6,68	9,85	4,42
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	6,70	9,36	4,55
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	6,88	9,53	4,62

Относительная скорость прироста фитомассы растений пшеницы позволяет установить закономерность транспорта ассимилятов и динамику роста растений озимой пшеницы сорта Казанская 560 (табл. 17).

Таблица 17

Относительная скорость прироста фитомассы растений озимой пшеницы сорта Казанская 560, мг/г в сутки в определении 10 растений (в среднем за 2010-2011 гг.)

Вариант	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
Контроль	1,94	3,96	3,11
Гумимакс	2,05	4,18	3,44
Альбит	2,07	4,25	3,47
Крезацин	1,98	4,17	3,40
Контроль + НРК	2,01	4,06	3,30
Гумимакс+ НРК	2,09	4,17	3,42
Альбит+ НРК	2,16	4,22	3,49
Крезацин+ НРК	2,09	4,16	3,42

Результаты показывают, что под действием регуляторов роста увеличивается относительная скорость прироста фитомассы озимой пшеницы на различных этапах органогенеза. В фазу выхода в трубку наивысшая скорость прироста фитомассы в варианте с применением препарата альбит: значение выше контрольного варианта на 6,7 % на фоне естественного плодородия и в вариантах с применением минеральных удобрений на 7,4 %.

В фазу колошения максимальное значение данного показателя наблюдается в вариантах гумимакс и альбит. Увеличение по сравнению с контролем составляет 2,7 и 3,9 %.

В фазу молочной спелости отмечается снижение показателя скорости прироста фитомассы озимой пшеницы Казанская 560 вследствие отмирания листового аппарата. Положительная динамика прироста в фазу молочной спелости существует во всех вариантах. Наивысшая скорость прироста наблюдается в варианте альбит – 11,6 % к контролю.

Наши исследования в 2015-2017 гг. на ячмене сорта Нутанс 553 выявили некоторые особенности в формировании биомассы, связанные с используемыми факторами. Так, накопление биомассы сильно изменилось в связи с применением внекорневой обработки растений. Установлено, что емкость накопления сухого вещества увеличивается под действием используемых нами регуляторов роста (Исайчев В.А., 2018).

Данные по накоплению сухой массы у кормового ячменя в годы исследований представлены в таблице 18.

Исследования показывают, что наибольший прирост сухого вещества в опытных вариантах наблюдался в фазу молочно-восковой спелости.

Содержание сухого вещества в годы исследований было различным: в 2015 году максимальное накопление сухого вещества растениями происходило при обработке препаратом Нагро на фоне минеральных удобрений. В среднем за вегетацию в зависимости от варианта опыта этот показатель увеличивается на 7-35 % относительно контроля.

В 2016 году в фазу кущения наибольшую массу имели растения с обработкой Нагро на фоне NPKS, увеличив её на 1,56 ц/га относительно контроля. Максимальный прирост сухого вещества наблюдается в фазу трубкования до молочно-восковой спелости, причем во все годы исследований. В дальнейшем накопление сухого вещества происходило в основном за счет генеративных органов и достигло максимума в фазу полного налива зерна, что связано с оттоком метаболитов из листьев в репродуктивные органы ячменя.

Таблица 18

Влияние препарата Нагро и минеральных удобрений на накопление сухого вещества растениями ячменя сорта Нутанс 553, ц/га

Вариант	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочно- восковая спелость
2015 год					
Контроль	0,75	3,12	15,6	45,67	56,97
Нагро	0,80	3,32	16,48	48,14	62,09
Контроль + NPK	0,83	3,94	20,83	60,81	77,07
Нагро + NPK	0,90	4,05	20,25	59,14	74,42
Контроль + NPKS	0,90	4,10	22,89	66,88	80,34
Нагро + NPKS	0,84	4,01	22,34	67,09	79,42
2016 год					
Контроль	0,77	2,80	15,67	65,24	86,43
Нагро	0,81	3,08	18,25	76,87	98,42
Контроль + NPK	0,81	4,01	21,79	89,17	115,63
Нагро + NPK	0,92	4,12	22,50	90,87	115,99
Контроль + NPKS	1,00	4,00	24,34	95,50	118,23
Нагро + NPKS	0,83	4,36	23,67	90,19	120,15
2017 год					
Контроль	0,88	3,04	18,98	62,98	82,83
Нагро	0,89	3,79	21,68	73,99	97,32
Контроль + NPK	0,91	5,29	29,18	94,83	123,19
Нагро + NPK	0,95	5,40	29,70	96,52	125,33
Контроль + NPKS	1,09	4,99	25,89	95,89	122,55
Нагро + NPKS	0,92	4,65	25,15	93,00	117,95

Исследования показывают, что наибольший прирост сухого вещества в опытных вариантах наблюдался в фазу молочно-восковой спелости.

Содержание сухого вещества в годы исследований было различным: в 2015 году максимальное накопление сухого вещества растениями происходило при обработке препаратом Нагро на фоне мине-

ральных удобрений. В среднем за вегетацию в зависимости от варианта опыта этот показатель увеличивается на 7-35 % относительно контроля.

В 2016 году в фазу кущения наибольшую массу имели растения с обработкой Нагро на фоне NPKS, увеличив её на 1,56 ц/га относительно контроля. Максимальный прирост сухого вещества наблюдается с фазы трубкования до молочно-восковой спелости, причем во все годы исследований. В дальнейшем накопление сухого вещества происходило в основном за счет генеративных органов и достигло максимума в фазу полного налива зерна, что связано с оттоком метаболитов из листьев в репродуктивные органы ячменя.

В 2017 году наибольшее накопление сухого вещества происходило при использовании препарата Нагро на всех фонах плодородия. В зависимости от варианта этот показатель увеличивается в среднем на 11-30 %.

Более интенсивному накоплению сухого вещества в растении способствует его накопление в отдельных органах. Особый интерес представляет действие регуляторов роста и минеральных удобрений на содержание сухого вещества не только в целом растении, но и в отдельных органах растений. Фотосинтетической деятельностью обладают не только листовые пластинки, но и стебель, а также колос.

Наши исследования показывают положительное влияние изучаемых факторов на количество сухого вещества в листьях, стеблях и колосьях, в которых протекают синтетические процессы и на момент определения имеют физиологическую активность.

На основании множественного корреляционного анализа выявлено уравнение регрессии, показывающее зависимость урожайности озимой пшеницы сорта Казанская 560 от относительной скорости прироста фитомассы растений озимой пшеницы ($D = 85,5\%$, $R = 0,92$). Уравнение регрессии имеет вид:

$$Y = - 4,504 + 2,125x_1 + 0,55x_2,$$

где Y – урожайность озимой пшеницы; x_1 – относительная скорость прироста фитомассы растений в фазу выхода в трубку; x_2 – относительная скорость прироста фитомассы растений в фазу колошения.

Чистая продуктивность фотосинтеза (далее – ЧПФ) или нетто-ассимиляция является основным показателем фотосинтетической деятельности растений (накопление биомассы единицей площади листа за единицу времени). Данный показатель подвержен достаточно сильному варьированию в зависимости от условий возделывания и фазы раз-

вития культуры (Чепко С.С., 2006; Исайчев В.А., 2006, 2013; Пахомова В.М., 2012; Базильжанов Е.К., 2016; Киселева Л.В., 2022).

ЧПФ определяется и зависит не только от фотосинтетических процессов, но и от процессов дыхания, поэтому при одинаковой скорости этих процессов ЧПФ будет выше у тех растений, у которых больше вклад надземных фотосинтезирующих органов в фитомассу целого растения.

Показатель ЧПФ определяется количеством созданной органической массы зеленой поверхностью агрофитоценоза за сутки. Данный показатель очень динамичен и может изменяться даже в течение нескольких часов в зависимости от метеорологических условий, но в среднем параметры его для злаковых культур находятся в пределах 4,5-7,0 г/м² (Исайчев В.А., 2002, 2012; Семина С.А., 2019, 2020; Дядюченко Л.В., 2021; Есаулко А.Н., 2022).

В наших исследованиях установлено, что продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы сорта Волжская К колеблется по годам исследования и в течение онтогенеза озимой пшеницы (рис. 20, приложение 18).

Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы сорта Волжская К в 2007 году превышает значения 2006 года в период кушения – выхода в трубку в среднем в 1,6 раза, выхода в трубку – колошения в 1,5 раза. Значения данного показателя в 2008 году также были меньше, чем в 2007 году в среднем в 1,7 раза по фазам развития культуры. Максимальные показатели ЧПФ приходятся на период выхода в трубку – колошения. В этот период наибольшие значения показателя 27,44-28,42 г/м² отмечены в вариантах с обработкой семян мелафеном. В среднем за вегетацию наиболее эффективно ассимиляционный аппарат культуры работал также на этих вариантах – ЧПФ составила 17,40-17,32 г/м².

В опытах с озимой пшеницей наибольший эффект оказывают мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % и пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %. В среднем за годы исследований чистая продуктивность фотосинтеза в период кушения – выхода в трубку выше контроля на 4,04 %, гиббереллина – на 2,4% (пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %), в период выхода в трубку – колошения на 10,41 и 8,5 % соответственно (мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %). Период колошение – молочная спелость характеризуется снижением продуктивности фотосинтеза по сравнению с предыдущей фазой, что связано с отмиранием листьев нижнего яруса, обусловленным оттоком ассимилятов в репродуктивные органы. Максимальное значение ЧПФ в этот период составляет 16,55 г/м² (мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %), что на 19,2 % выше контроля и на 12 % выше гиббереллина. По сравнению с мелафеном влияние обработки семян гиббереллином и пирафеном на ЧПФ было меньше, но

незначительно.

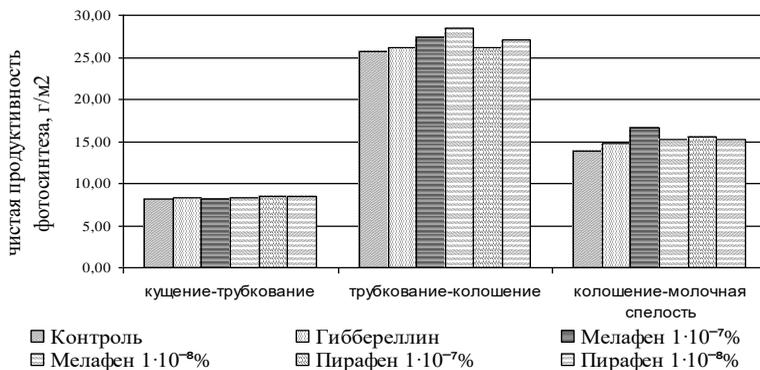


Рисунок 20 – Чистая продуктивность фотосинтеза растений озимой пшеницы сорта Волжская К под действием регуляторов роста, г/м² (в среднем за 2005-2008 гг.)

Влияние регуляторов роста на ЧПФ в растениях озимой пшеницы сорта Казанская 560 за 2010-2011 гг. отражено в таблице 19.

Таблица 19

Влияние исследуемых препаратов на чистую продуктивность фотосинтеза в растениях озимой пшеницы сорта Казанская 560, г/кв.м *сутки, (в среднем за 2010-2011 гг.)

Вариант	Кущение - выход в трубку	+ /-	выход в трубку – колошение	+ /-	Колошение молочная спелость	+ /-
Контроль	7,90	-	24,79	-	12,78	-
Гумимакс	8,16	0,26	25,33	0,54	13,44	0,66
Альбит	8,66	0,76	26,26	1,47	14,22	1,44
Крезацин	8,29	0,39	25,54	0,75	13,65	0,87
Контроль + NPK	8,18	-	25,55	-	13,78	-
Гумимакс + NPK	8,35	0,17	26,17	0,62	14,56	0,78
Альбит + NPK	8,76	0,58	27,48	1,93	15,72	1,94
Крезацин + NPK	8,48	0,30	26,42	0,87	14,86	1,08

В опытах с озимой пшеницей наибольшее действие на ЧПФ оказывает препарат альбит. Максимальные показатели ЧПФ определены в период выхода в трубку – колошения как на удобренном фоне, так и на участках с естественным плодородием.

Значения ЧПФ яровой пшеницы сорта Землячка в 2010-2012 гг. были максимальными в фазу выхода в трубку – колошения во всех вариантах опыта (рис 21, приложение 19).

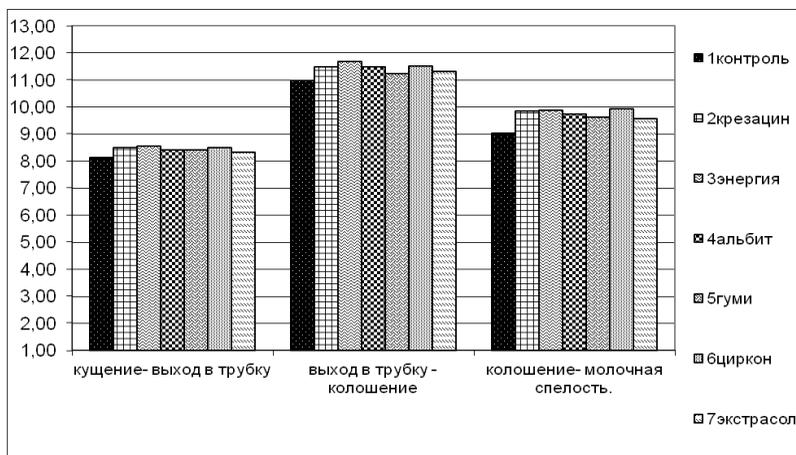


Рисунок 21 - Влияние регуляторов роста на ЧПФ в растениях яровой пшеницы сорта Землячка, г/м² сут. (в среднем за 2010-2012 гг.)

Наибольшая ЧПФ за годы исследований на озимой пшенице сорта Бирюза была в фазу выхода в трубку – колошения во всех вариантах опыта. В среднем за 2011-2015 гг. наиболее высокая продуктивность фотосинтеза отмечалась при использовании регуляторов роста альбит на фоне NPKS и цецеце на этом же фоне, что составило по соответствующим периодам 10,90 и 10,93 г/м² сутки. Наименьшие показатели ЧПФ наблюдались в засушливых условиях вегетации 2014-2015 гг. (рис. 22, приложение 20).

На основании математической обработки данных методом множественного корреляционно-регрессионного анализа обнаружена положительная связь между урожайностью озимой пшеницы и чистой продуктивностью фотосинтеза: совокупный коэффициент множественной корреляции по фазам развития растения R составил 0,897; коэффициент детерминации D равен 80,5 %.

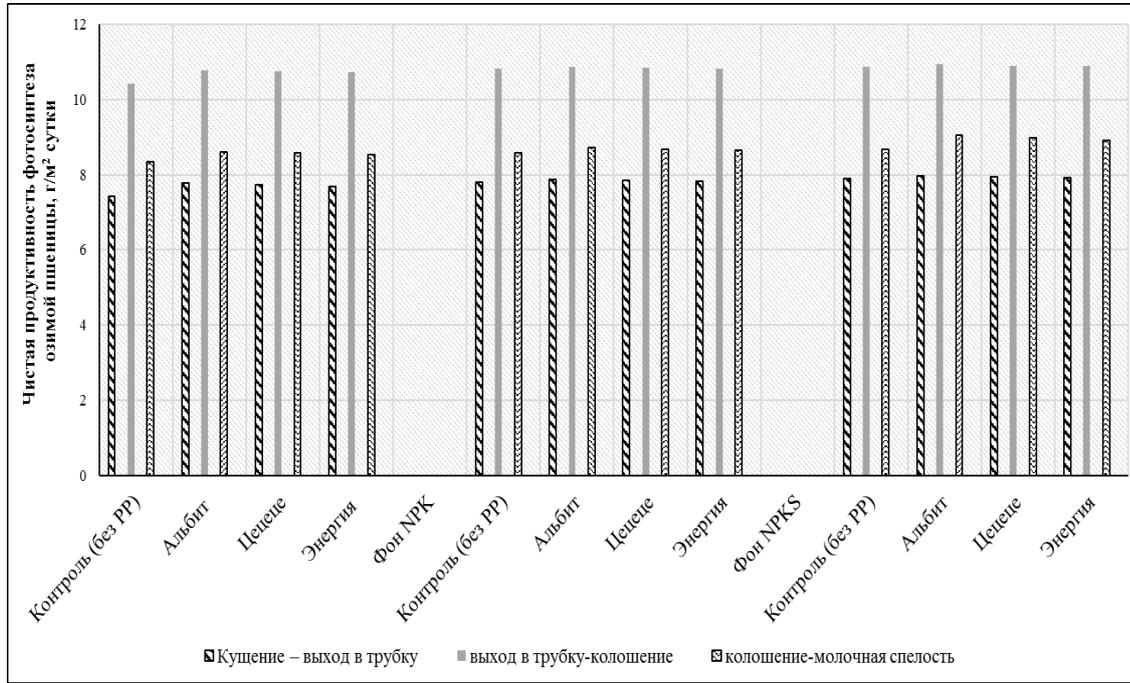


Рисунок 22 – Чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы сорта Бирюза, г/м² сутки (среднее за 2011-2015 гг.)

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = -12,921 + 0,768 x_1 + 1,165 x_3,$$

где y – урожайность, т/га; x_1 – ЧПФ в фазу кушения – выхода в трубку, г/м² сутки; x_3 – ЧПФ в фазу колошения – молочной спелости, г/м² сутки.

Таблица 20
Влияние препарата нагро и минеральных удобрений на ЧПФ растений ячменя сорта Нуганс 553, г/м² в сутки, 2015-2017 гг.

Вариант	всходы – кушение	кушение – выход в трубку	выход в трубку – колошение	колоше- ние- молочно- восковая спелость
2015 год				
Контроль	3,20	8,61	8,75	2,93
Нагро	3,23	8,87	8,96	3,47
Контроль + NPK	3,20	9,42	9,57	3,50
Нагро + NPK	3,37	9,24	9,66	3,39
Контроль + NPKS	3,25	9,44	9,65	3,40
Нагро + NPKS	3,24	9,50	9,43	3,23
2016 год				
Контроль	3,52	9,10	12,10	4,40
Нагро	3,59	9,13	12,80	4,23
Контроль + NPK	3,72	9,16	12,87	4,44
Нагро + NPK	3,73	9,29	12,94	4,20
Контроль + NPKS	3,80	9,51	13,08	4,25
Нагро + NPKS	3,76	9,48	12,95	4,37
2017 год				
Контроль	3,25	8,79	11,65	3,86
Нагро	3,43	8,77	13,23	4,29
Контроль + NPK	3,64	9,20	13,91	4,40
Нагро + NPK	3,63	9,15	13,95	4,44
Контроль + NPKS	3,65	9,10	13,99	4,45
Нагро + NPKS	3,61	9,11	13,82	4,23

ЧПФ находилась в прямой зависимости от накопления сухой фитомассы и в обратной – от фотосинтетического потенциала. Наименьшие показатели ЧПФ наблюдались в засушливые периоды роста и развития сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований в 2015-2017 гг. на ячмене сорта Нутанс 553 показывают, что продуктивность фотосинтеза колеблется в зависимости от применяемых веществ (табл. 20). Следует отметить, что в 2015 году ЧПФ была несколько ниже, чем в 2016 и 2017 годах.

В 2015 году чистая продуктивность фотосинтеза от обработки растений препаратом нагро на фоне минеральных удобрений была максимальной и увеличилась относительно контроля, составив в среднем за вегетацию $6,35 \text{ г/м}^2$ в сутки.

В 2016 году в этих же вариантах прибавка ЧПФ составила $0,55 \text{ г/м}^2$ в сутки относительно контроля и достигла в среднем за вегетацию $7,72 \text{ г/м}^2$ в сутки. Максимальной продуктивности фотосинтеза ячмень достигает в период от выхода в трубку до колошения.

В 2017 году в большей степени чистая продуктивность фотосинтеза также увеличивалась при использовании нагро на разных фонах плодородия, в среднем на $14,1 \%$ по отношению к контролю.

Таким образом, выявленная положительная роль используемых в опытах регуляторов роста и развития растений, проявляется в интенсификации ростовых функций пшеницы и ячменя, процессов формирования фотосинтетического аппарата, как в начальные, так и в последующие периоды развития. Это, в конечном итоге, приводит к увеличению устойчивости фотосинтетического аппарата растений к неблагоприятным факторам среды (высокая температура, низкая влагообеспеченность, засоренность посевов) и позволяет получать высокие урожаи в зоне рискованного земледелия лесостепи Поволжья.

ГЛАВА 5. СОДЕРЖАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В растениеводстве получение максимального урожая полноценного качества возможно только при благоприятном сочетании всех факторов жизни растений. Довольно часто можно наблюдать недостаток влагообеспеченности и питательных веществ, а в последнее время и аномально высокие температуры. При этом наибольшее отрицательное влияние на продуктивность оказывает дефицит макро- и микроэлементов, возникающий в критические фазы роста и развития растения (Зволинский В.П., 2012). Содержание элементов питания в органах растений и их соотношение в отдельные периоды роста и развития являются важным диагностическим показателем уровня обеспеченности элементами питания, который широко используется на практике.

В жизни растений минеральное питание является одним из фундаментальных физиологических процессов. Основным показателем качества продукции растениеводства является накопление питательных веществ в зерне, что в значительной степени определяется содержанием минеральных элементов в почве, особенно азотом, фосфором и калием. Влияние элементов минерального питания в разных фазах роста и развития определяется тем, что они оказывают положительное действие на физиологические, биохимические процессы в растительном организме. В процессе онтогенеза растений характер и интенсивность метаболических процессов претерпевают существенные изменения с определенными требованиями растений к условиям окружающей среды, характерным для отдельных фаз роста и стадий развития.

Элементы минерального питания по степени их доступности вегетирующим растениям можно разделить на три части: нерастворимые (недоступные элементы), растворимые (потенциально доступные элементы) и элементы почвенного раствора (реально доступные элементы). Недопустимо отождествлять количество элементов минерального питания, выявленное в результате химического анализа почвы, с их количеством, действительно доступным растению. Под реально доступным фондом элемента питания следует понимать его максимальное количество, которое может быть поглощено определенной культурой за весь период ее вегетации.

Увеличение коэффициентов использования питательных элементов может быть достигнуто в результате накопления физиологически обоснованного количества последних в органах растений, где они используются в биохимических реакциях клеток, что обеспечивает усиление роста и повышение продуктивности растений. Одним из способов интенсификации поглощения основных элементов питания являет-

ся использование микроудобрений и регуляторов роста (Жердецкий И.Н., 2010; Пронько В.В., 2011; Каргин В.И., 2011).

Известен факт увеличения биомассы растения и урожайности вследствие усиления минерального питания. В процессе минерального питания проявляется одна из наиболее важных и ярких особенностей растений – их автотрофность, то есть способность формировать свои органы и ткани из неорганических веществ. Растительный организм на разных этапах роста и развития использует питательные вещества с различной интенсивностью. Увеличение количества фитогормонов в клетках высшего растения способствует наиболее быстрому поглощению и усвоению минеральных веществ из почвы. Особенность минерального обмена растений – это накопление элементов в тканях в концентрациях более высоких, чем во внешней среде. Другая особенность минерального питания – специфичность в потребности, накоплении и распределении по органам отдельных элементов. Этот процесс в течение индивидуального развития происходит неравномерно. Неравномерность минерального питания во времени связана с прохождением определенных этапов органогенеза и стадий развития растений, их природой и отзывчивостью на отдельные элементы питания. Элементы, соединения которых подвижны, весьма активно поглощаются растениями на ранних этапах онтогенеза.

В настоящее время увеличение производства зерна является главной задачей отрасли растениеводства, которая в современных условиях может быть решена с помощью адаптивности полевых культур к различным погодным условиям, биологизации земельных ресурсов и использования ресурсосберегающих технологий с оптимизацией минерального питания растений. К ресурсосберегающим технологиям возделывания зерновых культур относят обработку семян стимулирующими препаратами, которые дают положительный эффект в усилении корневого питания для растений.

Для оценки и условий минерального питания растений большое значение имеет исследование содержания элементов минерального питания в тканях растений. В связи с этим были проведены исследования по динамике азота, фосфора и калия в вегетативных и репродуктивных органах опытных культур.

5.1 Содержание макроэлементов в растениях

Азот является важнейшим из элементов питания для растений, так как это обязательный компонент всех белковых молекул, аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла, алкалоидов, глюкозидов, многих витаминов, биологически активных соединений, ферментов,

которые в конечном итоге составляют биохимическую основу протоплазмы. Именно в этом элементе растения испытывают наиболее острый дефицит. Недостаток азота в питании приводит к ослаблению или прекращению процессов жизнедеятельности всего растительного организма. На более ранних этапах развития сельскохозяйственных культур необходимо создание ассимилирующей поверхности, поэтому растения нуждаются в усиленном азотном питании (Исайчев В.А., Дозоров А.В., 1999; Исайчев В.А., Андреев Н.Н., 2003; Исайчев В.А., Провалова Е.В., 2011; Исайчев В.А. и др., 2013). В растениях озимой пшеницы, как и у всех злаковых, закладка и дифференциация репродуктивных органов начинается уже в период разворачивания первых трех-четырех листьев. Недостаток азота в этот период приводит к уменьшению формирования числа колосков в колосе и снижению урожая. Даже последующее достаточное (нормальное) питание азотом не может исправить ущерб, нанесенного растению в этот период.

Исследования показывают (табл. 21, приложение 21), что содержание азота в органах озимой пшеницы сорта Волжская К (2005-2008 гг.) подвержено сильным изменениям и колеблется на протяжении всего вегетационного периода. Максимальное количество его во всех вариантах опыта наблюдается в фазу всходов, а в вариантах с применением регуляторов роста его содержание увеличивается на 0,25-0,44%. То есть под влиянием используемых регуляторов роста усиливается метаболизм азотистых соединений. Следует отметить, что наибольшее содержание азота наблюдается на варианте гиббереллин и составляет 3,56 %, что на 0,44 % выше контроля.

В фазу кушения на опытных вариантах эта тенденция сохраняется: наблюдается превышение общего азота на 0,13-0,3%. Наибольшее количество азота в фазу выхода в трубку наблюдается в листьях в вариантах пирарфен $1 \cdot 10^{-8}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, в которых оно составляет 2,60 и 2,67 %, тогда как на контроле не превышает 2,48%. В фазу молочной спелости содержание азота уменьшается по сравнению с контрольным вариантом, за счет более интенсивного оттока азота в репродуктивные органы для построения молекул аминокислот.

Максимальное содержание азота в листьях озимой пшеницы сорта Казанская 560 (2008-2011 гг.) наблюдается в фазу всходов и кушения и составляет от 3,03 до 4,31 % в зависимости от варианта и фазы роста и развития растений. Это подтверждает ранее отмеченную закономерность динамики накопления азота в растениях. Максимальное содержание азота в листьях озимой пшеницы сорта Казанская 560 (2008-2011 гг.) наблюдается в фазу всходов и кушения и составляет от 3,03 до 4,31 % в зависимости от варианта и фазы роста и развития растений. Это подтверждает ранее отмеченную закономерность динамики

накопления азота в растениях.

Таблица 21

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

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущение	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	колосья	листья	стебли	колосья
Контроль	3,12	2,90	2,48	2,17	2,06	2,06	2,49	0,97	1,14	2,44
Гиббереллин	3,56	3,04	2,55	2,21	2,07	1,94	2,65	1,04	1,22	2,65
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,47	3,03	2,67	2,24	2,15	2,06	2,46	1,09	1,23	2,89
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,40	3,04	2,52	2,25	2,10	1,96	2,47	0,98	1,14	2,82
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	3,40	3,10	2,56	2,20	2,17	2,10	2,63	1,07	1,16	2,70
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	3,37	3,07	2,60	2,31	2,14	2,02	2,57	0,98	1,14	2,65

В последующие фазы наблюдается снижение содержания азотистых соединений в листьях опытной культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости (табл. 22).

Данная тенденция объясняется их интенсивным оттоком в репродуктивные органы, что очень важно для формирования высококачественной продукции озимой пшеницы.

Максимальное содержание азота в листьях яровой пшеницы сорта Землячка (2010-2012 гг.) наблюдается в фазу кушения и составляет от 3,0 до 3,27 % в зависимости от варианта опыта. Высокое усвоение азота в данную фазу роста и развития объясняется тем, что растения в этот период нуждаются в большом количестве белка на построение тканей.

С наступлением последующих фаз роста и развития происходит снижение накопления азотистых соединений в листьях опытной культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости яровой пшеницы (рис. 23, приложение 22).

Это происходит благодаря их интенсивному оттоку в репродуктивные органы, что очень важно при формировании полноценного высокобелкового зерна данной культуры.

Таблица 22

Влияние регуляторов роста и удобрений на динамику азота в органах озимой пшеницы сорта Казанская 560, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2008-2011 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %										Зерно	
	Всходы		Кушение		Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос		
Контроль	4,0	3,0	2,8	1,3	2,6	0,7	1,2	2,2	0,7	2,0	2,1	
Гумимакс	4,1	3,1	2,9	1,4	2,7	0,7	1,3	2,2	0,8	2,1	2,2	
Альбит	4,2	3,3	3,1	1,5	2,9	0,8	1,3	2,3	0,8	2,2	2,3	
Крезацин	4,1	3,2	2,9	1,4	2,8	0,8	1,3	2,3	0,8	2,1	2,2	
Контроль + NPK	4,1	3,2	2,9	1,4	2,8	0,8	1,3	2,2	0,8	2,1	2,3	
Гумимакс + NPK	4,2	3,3	3,0	1,4	2,9	0,8	1,3	2,3	0,8	2,2	2,4	
Альбит+ NPK	4,3	3,4	3,2	1,6	3,0	0,9	1,4	2,4	0,9	2,3	2,6	
Крезацин + NPK	4,2	3,3	3,0	1,5	2,9	0,9	1,3	2,3	0,8	2,2	2,4	

Наибольшее содержание азота в листьях опытной культуры в течение онтогенеза было выражено в вариантах крезацин и энергия. Наибольшее содержание азота в листьях яровой пшеницы во все фазы развития наблюдалось в вариантах альбит и крезацин, причем как на естественном, так и на удобренном фоне.

В среднем за годы исследований увеличение от используемых факторов составило от 0,11 до 0,24 % на фоне без удобрений, от 0,06 до 0,29 % на фоне с NPK в зависимости от варианта.

В ходе исследований с сортом озимой пшеницы Бирюза, было выявлено, что содержание азота в органах растений изменялось в зависимости от почвенно-климатических условий, применения минеральных удобрений и регуляторов роста.

Максимальное содержание азота в листьях озимой пшеницы наблюдалось в фазу всходов и кушения и варьировало от 3,01 до 3,88 % в зависимости от варианта опыта и фазы роста и развития растений (табл. 23, приложение 23).

В последующие фазы роста наблюдается снижение азотистых со-

единений в листьях культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости.

В ходе исследований с сортом озимой пшеницы Бирюза, было выявлено, что содержание азота в органах растений изменялось в зависимости от почвенно-климатических условий, применения минеральных удобрений и регуляторов роста.

Максимальное содержание азота в листьях озимой пшеницы наблюдалось в фазу всходов и кущения и варьировало от 3,01 до 3,88 % в зависимости от варианта опыта и фазы роста и развития растений (табл. 23, приложение 23).

В последующие фазы роста наблюдается снижение азотистых соединений в листьях культуры, достигая минимума в фазу молочной спелости.

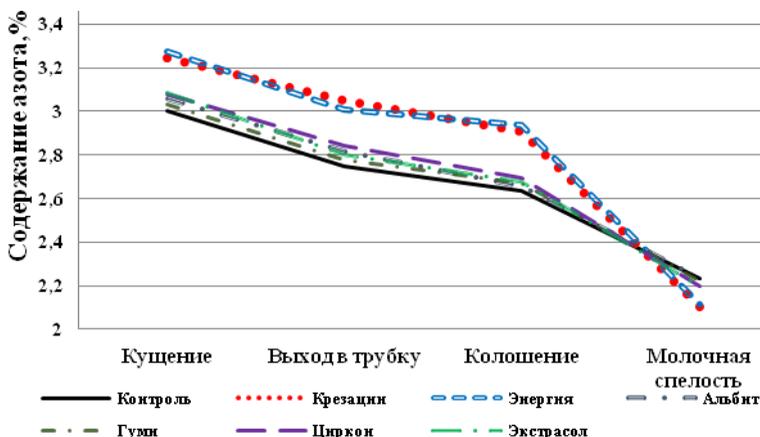


Рисунок 23 - Влияние регуляторов роста на динамику азота в листьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

Наибольшее накопление азота в листьях озимой пшеницы во все фазы развития за годы исследований было на вариантах с альбитом и цецеце, причем как на естественном, так и на удобренном фоне.

В среднем за годы исследований увеличение от используемых факторов составило от 0,05 до 0,19 % на фоне без удобрений, от 0,06 до 0,17 % на фоне с NPK и от 0,03 до 0,15 % на фоне NPKS в зависимости от варианта опыта.

Таблица 23

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику содержания азота в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос		
Неудобренный фон												
Контроль (без РР)	3,6	3,0	2,8	1,2	2,1	0,7	1,3	1,9	0,9	2,0	2,4	
Альбит	3,7	3,1	3,0	1,2	2,2	0,8	1,4	1,8	1,0	2,1	2,5	
Цецеце	3,8	3,2	3,1	1,3	2,3	0,8	1,4	1,8	1,0	2,2	2,6	
Энергия	3,7	3,1	2,9	1,2	2,2	0,8	1,4	1,8	1,0	2,1	2,5	
Фон NPK												
Контроль (без РР)	3,7	3,1	2,9	1,3	2,2	0,8	1,4	1,9	1,0	2,2	2,5	
Альбит	3,8	3,2	3,0	1,3	2,3	0,8	1,4	1,8	1,0	2,3	2,8	
Цецеце	3,8	3,28	3,1	1,4	2,4	0,9	1,4	1,8	1,1	2,3	2,8	
Энергия	3,8	3,19	3,0	1,3	2,3	0,8	1,4	1,8	1,0	2,2	2,7	
Фон NPKS												
Контроль (без РР)	3,7	3,2	3,0	1,3	2,3	0,8	1,4	1,9	1,1	2,2	2,6	
Альбит	3,8	3,3	3,1	1,4	2,3	0,9	1,5	1,8	1,1	2,3	2,8	
Цецеце	3,9	3,4	3,2	1,4	2,4	0,9	1,5	1,8	1,1	2,4	2,8	
Энергия	3,8	3,3	3,1	1,4	2,3	0,9	1,5	1,8	1,1	2,3	2,7	

Максимальному накоплению данного элемента в листьях озимой пшеницы в течение онтогенеза способствовало внесение минеральных удобрений NPKS. Следует отметить, что сера активно влияет на образование хлорофилла. Она способствует усилению роста и поглощательной деятельности корневой системы, а также повышенному усвоению и накоплению растениями основных элементов питания.

В среднем за годы исследований складывалась положительная динамика при использовании опытных препаратов. Так при применении альбита и цецеце совместно с минеральными удобрениями NPKS было достигнуто максимальное накопление данного элемента (3,82 – 3,88 % соответственно).

Динамика содержания азота в стеблях озимой пшеницы сорта Казанская 560 аналогична листьям, то есть наблюдается постепенное снижение этого показателя с наступлением последующих фенофаз. Минимальное содержание азота в стеблях, как и в листьях, наблюдается в фазу молочной спелости опытной культуры.

Установлена положительная корреляционная связь урожайности озимой пшеницы сорта Казанская 560 с содержанием азота: в листьях - в фазу кушения ($D = 84,34 \%$, $R = 0,919$); в стеблях – в фазу молочной спелости ($D = 88,48 \%$, $R = 0,941$); в колосьях – в фазу колошения ($D = 84,20 \%$, $R = 0,918$).

Количество азота в стеблях яровой пшеницы сорта Землячка аналогично с листьями, то есть постепенно снижается с наступлением последующих фенофаз роста и развития (рис. 24). Минимальное содержание азота в стеблях опытной культуры происходило в фазу молочной спелости.

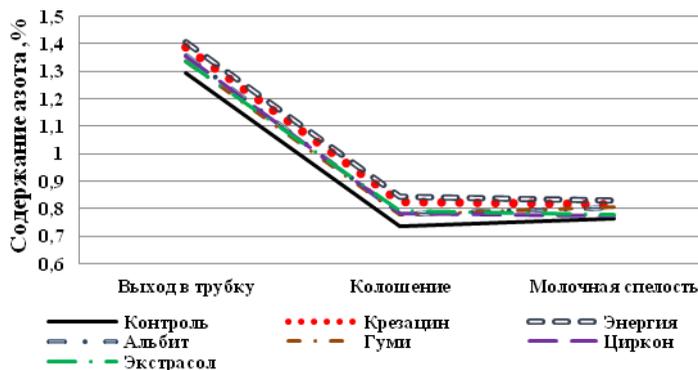


Рисунок 24 - Влияние регуляторов роста на динамику азота в стеблях озимой пшеницы сорта Казанская 560, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

Динамика содержания азота в стеблях озимой пшеницы сорта Бирюза аналогична динамике в листьях, также наблюдалось постепенное снижение рассматриваемого показателя с наступлением последующих фенофаз. Максимальное увеличение выявлено на вариантах альбит и цецеце на всех фонах и оно составляет от 0,03 до 0,12 %. Минимальное содержание азота как в листьях, так и в стеблях определено в фазу молочной спелости озимой пшеницы.

Установлена положительная корреляционная связь урожайности озимой пшеницы с содержанием азота: в листьях – в фазу кушения ($r = 0,805$); в стеблях – в фазу молочной спелости ($r = 0,818$); в колосьях – в фазу колошения ($r = 0,896$) (рис. 25, 26, 27).

Динамика содержания азота в стеблях озимой пшеницы сорта Бирюза аналогична динамике в листьях, также наблюдалось постепенное снижение рассматриваемого показателя с наступлением последующих фенофаз. Максимальное увеличение выявлено на вариантах альбит и цецеце на всех фонах и оно составляет от 0,03 до 0,12 %. Минимальное содержание азота как в листьях, так и в стеблях определено в фазу молочной спелости озимой пшеницы.

Установлена положительная корреляционная связь урожайности озимой пшеницы с содержанием азота: в листьях – в фазу кушения ($r = 0,805$); в стеблях – в фазу молочной спелости ($r = 0,818$); в колосьях – в фазу колошения ($r = 0,896$) (рис. 25, 26, 27).

Под действием регуляторов роста и минеральных удобрений увеличивается содержание азота в репродуктивных органах. Максимальная прибавка отмечается в вариантах альбит и крезацин на обоих фонах опыта, что составляет от 0,16 до 0,54 %.

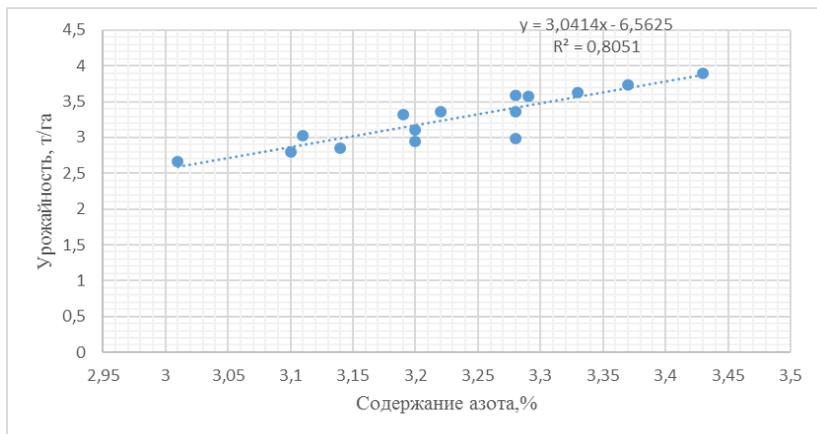


Рисунок 25 – Зависимость урожайности от содержания азота в листьях озимой пшеницы сорта Бирюза в фазу кушения

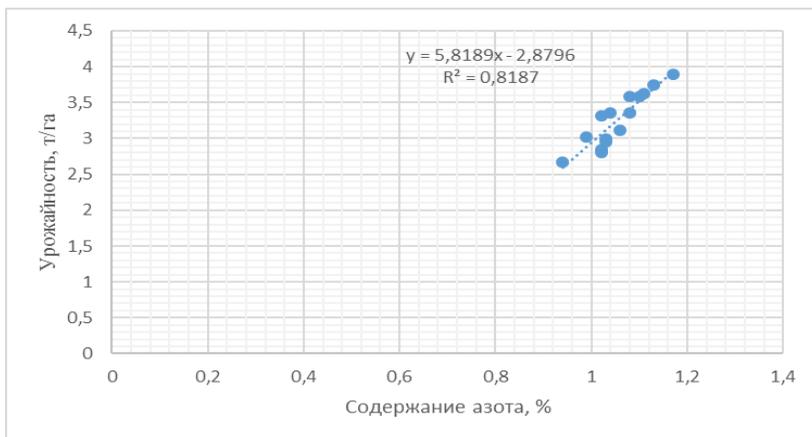


Рисунок 26 – Зависимость урожайности от содержания азота в стеблях озимой пшеницы сорта Бирюза в фазу молочной спелости

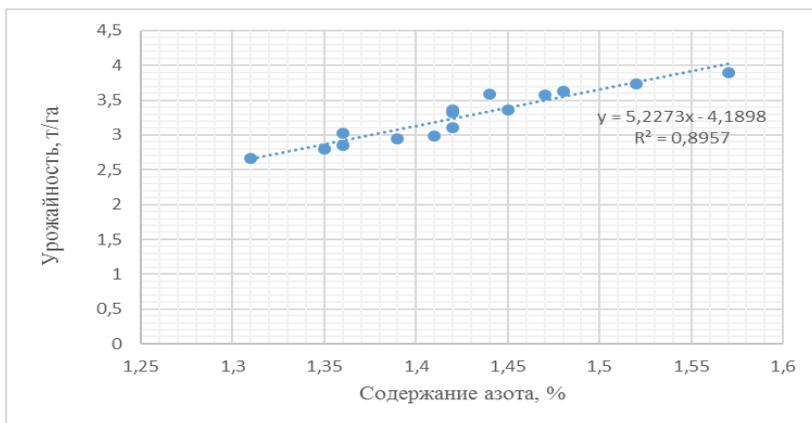


Рисунок 27 – Зависимость урожайности от содержания азота в колосьях озимой пшеницы сорта Бирюза в фазу колошения

Содержание азота в репродуктивных органах яровой пшеницы сорта Землячка также увеличивалось под действием регуляторов роста. Максимальное увеличение азота установлено в вариантах крезацин и энергия и составляет 0,24 и 0,27 % соответственно (рис. 28). Отток азотистых соединений из вегетативных органов не совпадает с поступлением его в генеративные.

Необходимо отметить, что во время созревания пшеницы теряет-ся до 20-25 % поглощенного азота, калия до 35 %, натрия около 38 %. Данные потери происходят вследствие перемещения питательных веществ к концу созревания в корневую систему, что в конечном итоге остается в опавших листьях, пожнивно–корневых остатках и т.д.

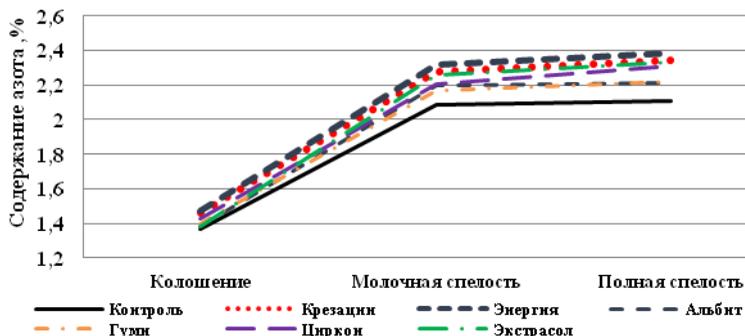


Рисунок 28 – Влияние регуляторов роста на динамику азота в колосьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

Установлена положительная корреляционная связь урожайности яровой пшеницы с содержанием азота: в листьях – в фазу кушения ($D = 89,8 \%$, $r = 0,94$), в стеблях – в фазу выхода в трубку, колошения ($D = 98,8 \%$, $R = 0,99$), в колосьях – в фазу колошения, молочной спелости ($D = 97,7 \%$, $R = 0,98$).

Интенсивный отток азотистых соединений из листостебельной массы в генеративные органы опытной культуры под влиянием регуляторов роста создает предпосылки для наибольшего содержания белка в зерне.

Корреляционно-регрессионный анализ показывает положительную зависимость между белком в зерне и содержанием азота в растениях яровой пшеницы: в листьях – в фазу кушения ($D = 61,9 \%$, $r = 0,78$), в стеблях – в фазу колошения ($D = 81,6 \%$, $r = 0,90$), в колосьях – в фазу молочной спелости ($D = 81,6 \%$, $r = 0,90$).

Таким образом, на основании результатов исследований можно сделать вывод, что применение регуляторов роста как на фоне естественного плодородия почвы, так и на удобренных фонах увеличивало поступление азота в растения пшеницы.

Известно, что поглощение фосфора растением происходит в основном в виде гидро- дегидрофосфат анионов и находится в прямой зависимости от наличия в почве. В отличие от анионов NO_3^- и SO_4^{2-} ,

фосфат ионы не восстанавливаются в растениях до усвояемых форм, а находятся в окисленной форме. Фосфорное питание растений влияет на уровень фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза. Фосфор участвует в синтезе белка и сложных углеводов, необходимых в процессе дыхания. Установлено, что, увеличивая содержание растворимых углеводов в клеточном соке, фосфор усиливает зимостойкость озимых культур.

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

Это указывает на то, что относительная потребность в фосфоре в первые периоды, когда преобладают процессы роста, выше, чем в последующие, так как на первом этапе жизни растений образуется большая часть массы цитоплазмы, в которой фосфор является необходимой составной частью. Для формирования полноценного урожая зерновых культур необходимо интенсивное фосфорное питание в растительном организме (Исайчев В.А., Дозоров А.В., 1999; Исайчев В.А., Андреев Н.Н., 2003; Исайчев В.А., Провалова Е.В., 2011; Исайчев В.А. и др., 2013).

Достаточное фосфорное питание значительно ускоряет образование растениями озимой пшеницы сорта Волжская К репродуктивных органов, этому способствуют фосфорорганические росторегуляторы – мелафен и пирафен.

Установлено, что в среднем за годы исследований в фазы выхода в трубку и колошения содержание фосфора было больше в листьях озимой пшеницы сорта Волжская К, чем в стеблях как на контрольном, так и в опытных вариантах. В фазу молочной спелости происходит уменьшение содержания фосфора в листьях и в стеблях по сравнению с предыдущими фенофазами и увеличение его в колосьях, причем в листьях фосфор уменьшается в большей степени (табл. 24, приложение 24).

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

Исследования показали, что применяемые регуляторы роста увеличивают содержание фосфора в растениях озимой пшеницы сорта Казанская 560. Анализируя динамику соединений фосфора по фазам

роста и в отдельных органах, можно отметить аналогичность с динамикой азота в растениях опытной культуры. Максимальное содержание фосфора в листьях и стеблях наблюдается в фазу всходов и кущения, что составляет 0,77-1,13 % и 0,68-1,05 % соответственно. При созревании количество фосфора в листостебельной биомассе уменьшается с одновременным увеличением его содержания в репродуктивных органах. Наибольший эффект по данному показателю отмечен в варианте альбит как на фоне с NPK, так и на фоне без NPK.

Таблица 24

Влияние регуляторов роста на динамику содержания фосфора (P₂O₅) в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2005-2008 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущение	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	колосья	листья	стебли	колосья
Контроль	0,57	0,44	0,40	0,37	0,36	0,32	0,41	0,21	0,26	0,5
Гибберелин	0,62	0,46	0,41	0,38	0,37	0,33	0,46	0,22	0,27	0,5
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,61	0,49	0,41	0,38	0,39	0,36	0,44	0,20	0,23	0,5
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,63	0,51	0,42	0,38	0,36	0,32	0,45	0,19	0,23	0,5
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,65	0,53	0,39	0,35	0,38	0,35	0,44	0,21	0,20	0,5
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,60	0,48	0,43	0,39	0,36	0,33	0,41	0,19	0,22	0,5

В среднем за годы исследований прибавка составляет от 0,11 до 0,36 % в зависимости от варианта и фазы роста и развития (табл. 25). Минимальное содержание фосфора в вегетативной биомассе отмечается в фазу молочной спелости и составляет 0,19-0,40 %.

Интенсивное фосфорное питание растений озимой пшеницы создает условия для формирования высокого урожая. На основании математической обработки данных методом множественного корреляционно-регрессионного анализа обнаружена положительная связь между урожайностью озимой пшеницы сорта Казанская 560 и содержанием фосфора: в листьях – в фазу выхода в трубку и колошения (D = 90,98 %, R = 0,954); в стеблях – в фазу выхода в трубку и колошения (D = 95,40 %, R = 0,977); в колосьях – в фазу колошения и молочной спелости (D = 88,50 %, R = 0,941).

Исследованиями установлено, что применяемые регуляторы рос-

та увеличивают содержание фосфора в растениях яровой пшеницы сорта Землячка.

Анализ динамики соединений фосфора в органах растений и по фазам роста и развития показывает аналогичный характер с динамикой азота в растениях.

Обработка семян регуляторами роста увеличивает содержание фосфора в фазу кущения в листьях яровой пшеницы на 0,27-0,41 %.

Наблюдениями в фазу колошения установлено, что количество фосфора было больше в листьях, чем в стеблях во всех вариантах, а в фазу молочной спелости происходил отток данного элемента из вегетативных органов в репродуктивные.

Содержание фосфора в колосьях опытной культуры в фазу молочной спелости увеличивается под действием регуляторов роста в 1,19-1,28 раза (рис. 29, 30, 31, приложение 25).

Таблица 25

Влияние регуляторов роста и удобрений на динамику фосфора (P₂O₅) в органах озимой пшеницы сорта Казанская 560, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2008-2011 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %										Зерно
	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
Контроль	0,8	0,7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4
Гуми-макс	0,9	0,8	0,5	0,36	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,5
Альбит	0,9	0,9	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6
Крезацин	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,6
Контроль+ NPK	0,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6
Гуми-макс+ NPK	1,0	0,9	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7
Альбит+ NPK	1,1	1,1	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,8
Крезацин+ NPK	1,1	2,0	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7

Корреляционно-регрессионный анализ показывает высокую связь урожайности яровой пшеницы с содержанием фосфора в растениях опытной культуры. Уравнение регрессии имеет вид:

$$\text{для листьев: } Y = 0,486 + 1,501x_3 + 2,964x_4 \quad (D = 97,3 \%, R = 0,98),$$

где Y – урожайность яровой пшеницы; x_3 – содержание фосфора в фазу колошения; x_4 – содержание фосфора в фазу молочной спелости;

$$\text{для стеблей: } Y = 0,977 + 0,114x_1 + 0,768x_2 + 3,042x_3 \quad (D = 95,6 \%, R = 0,97),$$

где Y – урожайность яровой пшеницы; x_1 – содержание фосфора в фазу выхода в трубку; x_2 – содержание фосфора в фазу колошения; x_3 – содержание фосфора в фазу молочной спелости;

$$\text{для колосьев: } Y = 0,203 + 2,769x_1 + 0,359x_2 + 1,03x_3 \quad (D = 93,6 \%, R = 0,96),$$

где Y – урожайность яровой пшеницы; x_1 – содержание фосфора в фазу колошения; x_2 – содержание фосфора в фазу молочной спелости; x_3 – содержание фосфора в фазу полной спелости.

Интенсивное фосфорное питание растений яровой пшеницы также создает условия для формирования зерна с высоким качеством.

На основании математической обработки данных корреляционным анализом обнаружена положительная связь между содержанием фосфора и белком в зерне: в листьях – в фазу колошения и молочной спелости ($D = 87,2 \%$, $R = 0,93$), в стеблях – в фазу выхода в трубку, колошения и молочной спелости ($D = 81,2 \%$, $R = 0,90$), в колосьях – в фазу колошения, молочной спелости ($D = 85,8 \%$, $R = 0,92$).

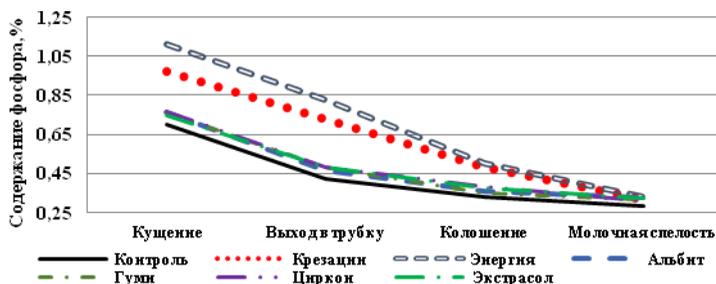


Рисунок 29 – Влияние регуляторов роста на динамику фосфора (P_2O_5) в листьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

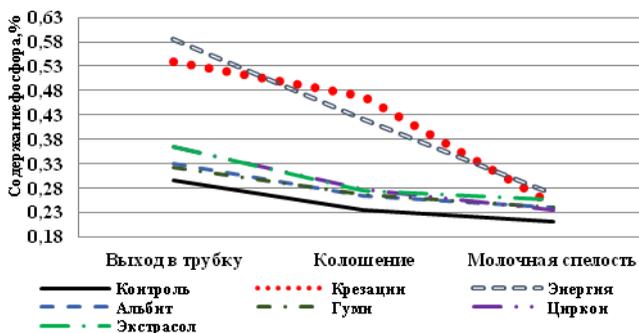


Рисунок 30 – Влияние регуляторов роста на динамику фосфора (P₂O₅) в стеблях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

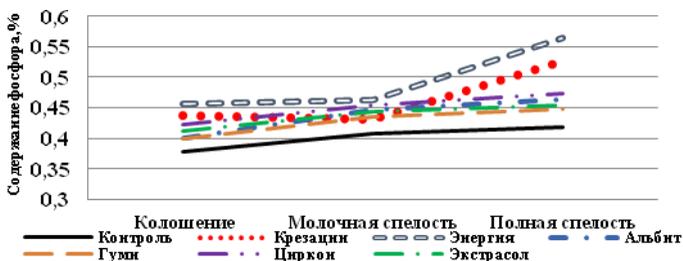


Рисунок 31 – Влияние регуляторов роста на динамику фосфора (P₂O₅) в колосьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

В ходе исследований выявлено, что используемые препараты положительно влияли на динамику содержания фосфора в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза (табл. 26, приложение 26).

Анализ данных накопления этого элемента по фазам роста и в отдельных органах показал аналогичность с динамикой содержания азота в растениях. Максимальное содержание фосфора в листьях зафиксировано в фазу всходов и кущения, что составило 0,65-1,01 % и 0,79-1,13 % соответственно. В процессе роста и развития растений озимой пшеницы количество фосфора в листостебельной биомассе снижалось и одновременно увеличивалось его содержание в репродуктивных органах.

Исследуемые в данном опыте минеральные удобрения и регуляторы роста существенно увеличивали содержание фосфора в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза на протяжении всей вегетации. На

вариантах с применением NPK разница по сравнению с контролем составила: в фазу всходов – 0,07-0,18 %; кушения – 0,06-0,18 %; выхода в трубку – 0,04-0,14 %; колошения – 0,06-0,22 %; молочной спелости – 0,05-0,20 %.

Таблица 26

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику содержания фосфора (P₂O₅) в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Всходы	Кушение листья	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
			листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
Неудобренный фон											
Контроль (без PP)	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4
Альбит	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
Цецеце	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5
Энергия	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4
Фон NPK											
Контроль (без PP)	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5
Альбит	1,0	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5
Цецеце	1,0	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6
Энергия	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5
Фон NPKS											
Контроль (без PP)	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5
Альбит	1,1	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5
Цецеце	1,1	1,0	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6
Энергия	1,0	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5

При использовании серосодержащих минеральных удобрений (NPKS) содержание данного элемента повысилось относительно фона NPK в среднем на 0,05-0,11 % и на 0,22-0,30 % относительно естественного почвенного плодородия в течение всего периода вегетации озимой пшеницы.

Наибольший эффект по данному показателю получен на вариантах альбит и цецеце как на фоне естественного почвенного плодородия, так и на минеральных фонах NPK и NPKS. В среднем за годы исследований увеличение составило от 0,12 до 0,28 % в зависимости от варианта и фазы роста и развития. Содержание фосфора в вегетативной биомассе в фазу молочной спелости варьировало в пределах 0,21-0,47 % и было минимальным.

Таким образом, применяемые препараты способствовали повышению содержания фосфора в растениях пшеницы.

В отличие от азота и фосфора, входящих в состав различных органических соединений в растениях, калий содержится почти целиком в ионной форме и частично в виде растворимых солей (KCl, KНСО₃, K₂НРО₄) в клеточном соке в адсорбированном состоянии на субклеточных структурах клетки и поступает в растения в виде катиона калия.

Калий повышает гидрофильность протоплазмы и увеличивает ее водоудерживающую способность, устойчивость растений к увяданию и преждевременному обезвоживанию и тем самым увеличивает сопротивляемость растений кратковременным засухам, влияет на образование и передвижение углеводов, синтез белка, регулирует активность других элементов питания и тем самым повышает продуктивность сельскохозяйственных культур. Калий влияет на образование клеточных оболочек, повышает прочность стеблей злаковых и их устойчивость к полеганию. Недостаток калия отрицательно сказывается на количестве урожая и его качестве (Исайчев В.А., Дозоров А.В., 1999; Исайчев В.А., Андреев Н.Н., 2003; Исайчев В.А., Провалова Е.В., 2011; Исайчев В.А. и др., 2013).

Таблица 27

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

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %									
	всходы	кущенице	выход в трубку		колошение			молочная спелость		
	листья	листья	листья	стебли	листья	стебли	косья	листья	стебли	косья
Контроль	2,98	2,63	2,31	2,06	1,90	1,95	1,74	1,21	1,28	0,69
Гиббереллин	3,11	2,79	2,30	2,00	1,81	1,83	1,71	1,13	1,38	0,67
Мелафен 1•10-7 %	3,05	2,78	2,39	2,02	1,94	1,97	1,83	1,27	1,46	0,72
Мелафен 1•10-8 %	3,21	2,88	2,39	2,10	1,96	1,99	1,98	1,21	1,39	0,68
Пирафен 1•10-7 %	3,20	2,99	2,26	1,92	1,90	1,92	1,92	1,09	1,40	0,66
Пирафен 1•10-8 %	3,20	2,72	2,33	2,07	1,91	1,84	1,82	1,09	1,37	0,60

Исследования, проведенные нами по динамике калия в растениях озимой пшеницы сорта Волжская К (табл. 27, приложение 27), показывают, что его наибольшее содержание во всех вариантах опыта отме-

чается в фазу всходов и кущения. В листьях максимальное содержание калия в фазу всходов и кущения наблюдается на варианте пирafen $1 \cdot 10^{-7}$ %, на котором превышение составляет 3,20 и 2,99 %, что выше контроля на 0,22-0,36 % и гиббереллина на 0,09-0,2 %. По мере дальнейшего роста и развития содержание калия уменьшается во всех органах. В фазу выхода в трубку, регуляторы роста не оказывают сильного влияния на динамику калия. Это, по-видимому, связано с высокой подвижностью по растению и в связи с его быстрой реутилизацией. В фазу выхода в трубку и колошения увеличение калия отмечается на вариантах с применением мелафена, на которых контроль превышен на 0,08 и 0,06 %, а гиббереллин на 0,09 и 0,15 % соответственно.

Наименьшее количество калия в органах озимой пшеницы наблюдается в фазу молочной спелости (максимальное накопление отмечается на варианте с применением мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ %, превышение составляет 1,27 % при содержании на контроле - 1,21 %, на гиббереллине - 1,13 %).

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

В фазу молочной спелости наибольшее количество калия отмечается на варианте с мелафеном $1 \cdot 10^{-7}$ %, где его содержание выше контроля на 0,18 % и гиббереллина на 0,08 %. Необходимо отметить, что на накопление калия в фазу колошения в колосе также наибольшее значение оказывает мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, где его содержание составляет 1,98 % при 1,74 % на контроле и 1,71 % на гиббереллине, а в фазу молочной спелости 0,72 %, при значении на контроле 0,69 % и 0,67 % на гиббереллине.

По результатам опытов, содержание калия в листьях и стеблях озимой пшеницы сорта Казанская 560 было максимальным в фазы всходов, кущения и выхода в трубку, что подтверждает наибольшую потребность в калии растениями в период их интенсивного роста.

Используемые в опыте регуляторы роста и минеральные удобрения увеличивают содержание калия в органах озимой пшеницы на 0,12-0,16 % по сравнению с контролем.

Наибольшее увеличение наблюдалось в вариантах альбит и крезацин. На фоне с NPK это увеличение наиболее заметно и усилено (табл.28).

Таблица 28

Влияние регуляторов роста и удобрений на динамику калия в органах озимой пшеницы сорта Казанская 560, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2008-2011 гг.)

Вариант	Содержание макроэлементов в органах растений по фазам, %										
	Всходы	Кушение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
Контроль	3,73	3,61	3,27	2,53	3,03	2,44	1,78	2,23	0,99	0,44	
Гумимакс	3,75	3,64	3,29	2,55	3,06	2,47	1,80	2,26	1,02	0,46	0,48
Альбит	3,80	3,71	3,32	2,58	3,10	2,52	1,86	2,30	1,05	0,51	0,54
Крезацин	3,77	3,68	3,30	2,57	3,08	2,49	1,81	2,28	1,02	0,48	0,52
Контроль+ NPK	3,77	3,68	3,31	2,62	3,07	2,48	1,82	2,27	1,02	0,47	0,53
Гумимакс+ NPK	3,81	3,73	3,35	2,65	3,10	2,53	1,87	2,32	1,06	0,52	0,54
Альбит+ NPK	3,87	3,75	3,39	2,69	3,16	2,58	1,94	2,39	1,11	0,57	0,61
Крезацин+ NPK	3,82	3,71	3,36	2,66	3,13	2,55	1,88	2,35	1,08	0,52	0,56

Для калия характерно многократное использование (реутилизация) и он легко передвигается из старых тканей растений, где был уже использован, в молодые. Этим, по-видимому, объясняется несущественное изменение в динамике калия в органах растений озимой пшеницы под действием регуляторов роста.

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ показывает высокую связь урожайности озимой пшеницы сорта Казанская 560 с содержанием калия: в листьях – в фазу выхода в трубку ($D = 92,37 \%$, $R = 0,961$); в стеблях – в фазы выхода в трубку и молочной спелости ($D = 97,87 \%$, $R = 0,989$); в колосьях - в фазу колошения ($D = 84,96 \%$,

R = 0,922).

На содержание калия в растениях яровой пшеницы сорта Землячка используемые регуляторы роста сильного действия не оказывают (наибольшее содержание в начале вегетации и постепенное уменьшение при созревании).

По-видимому, уменьшение содержания калия к концу вегетации связано с тем, что он находится в растениях в ионной форме, не связан с органическими соединениями и легко вымывается выпавшими осадками, но кроме этого потери калия происходят вследствие частичного оттока питательных веществ к концу созревания в корневую систему.

В наших опытах содержание калия в листьях и стеблях опытной культуры было максимальным в фазу кущения и выхода в трубку.

Используемые регуляторы роста увеличивают содержание калия в органах яровой пшеницы по сравнению с контролем на 0,09-0,11 %.

Наибольшее увеличение наблюдается в вариантах энергия и крезацин. Существенных изменений динамики калия в растениях яровой пшеницы под действием регуляторов роста не происходило (рис. 32, 33, 34, приложение 28).

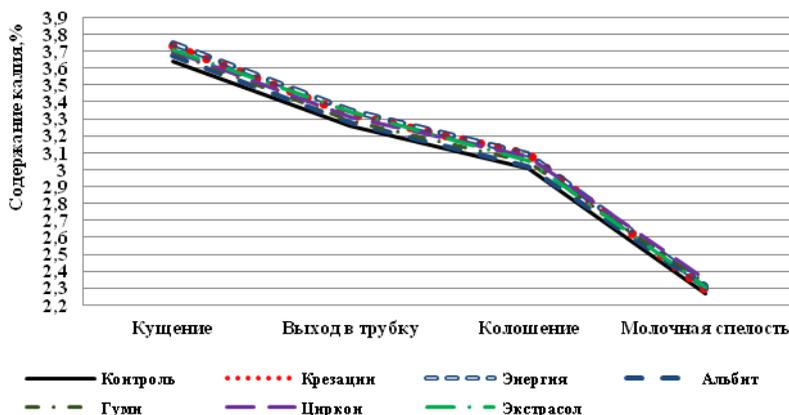


Рисунок 32 – Влияние регуляторов роста на динамику калия (K_2O) в листьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.).

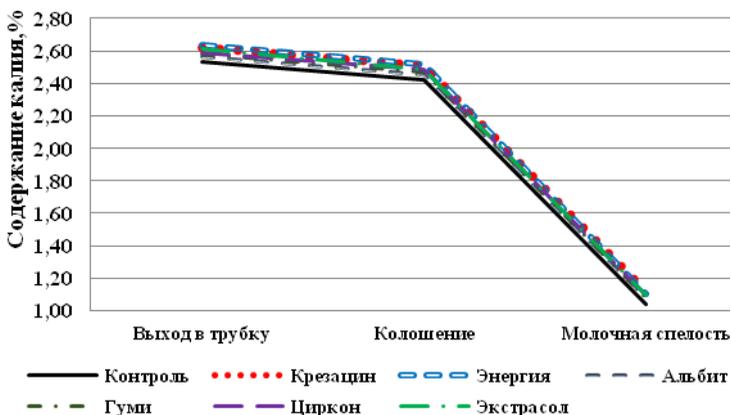


Рисунок 33 – Влияние регуляторов роста на динамику калия (K_2O) в стеблях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.)

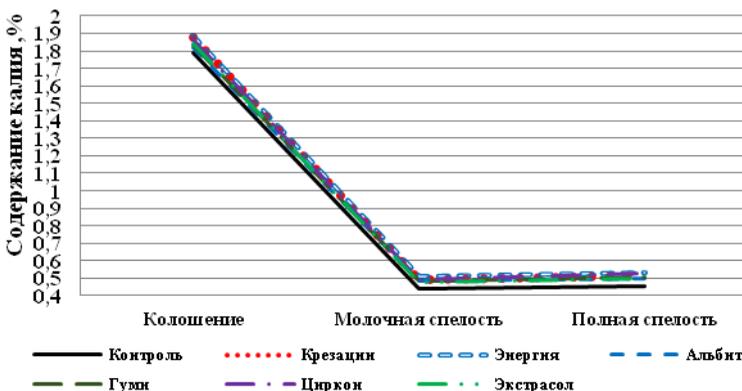


Рисунок 34 – Влияние регуляторов роста на динамику калия (K_2O) в колосьях яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество (в среднем за 2010-2012 гг.).

Содержание калия в листьях растений озимой пшеницы сорта Бирюза в некоторой степени зависит от увлажненности периода исследований. 2013-2014 гг. по климатическим условиям были более увлажненными по сравнению с другими, и значение рассматриваемого показателя в растениях озимой пшеницы оказалось выше, чем в 2011-2012, 2014-2015 гг.. Разница составила в фазу всходов 0,53-0,66 %; кущения 0,54-0,78 %; выхода в трубку 0,60-0,80 %; колошения 0,31-0,49 %; в

фазу полной спелости 0,31-0,50 % соответственно (табл. 29, приложение 29).

Таблица 29

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику калия (K₂O) в органах озимой пшеницы сорта Бируза, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Неудобренный фон											
Контроль (без PP)	2,72	2,66	2,35	1,59	2,13	1,45	0,99	1,40	0,89	0,43	0,45
Альбит	2,85	2,74	2,41	1,63	2,19	1,49	1,06	1,45	0,92	0,47	0,50
Цеце	2,90	2,79	2,45	1,69	2,24	1,54	1,09	1,49	0,96	0,50	0,53
Энергия	2,80	2,72	2,39	1,61	2,18	1,51	1,04	1,43	0,91	0,45	0,48
Фон NPK											
Контроль (без PP)	2,86	2,73	2,42	1,64	2,19	1,53	1,06	1,45	0,92	0,48	0,50
Альбит	2,94	2,78	2,47	1,68	2,24	1,58	1,12	1,50	0,96	0,53	0,58
Цеце	3,01	2,85	2,52	1,75	2,29	1,63	1,16	1,54	0,99	0,57	0,61
Энергия	2,92	2,76	2,45	1,66	2,22	1,56	1,09	1,48	0,94	0,51	0,55
Фон NPKS											
Контроль (без PP)	2,92	2,79	2,46	1,68	2,23	1,57	1,11	1,50	0,97	0,55	0,59

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Альбит	2,98	2,84	2,52	1,72	2,30	1,62	1,18	1,55	1,00	0,60	0,65
Цецеце	3,05	2,92	2,58	1,79	2,36	1,68	1,24	1,60	1,04	0,63	0,68
Энергия	2,96	2,82	2,48	1,71	2,28	1,60	1,16	1,53	1,00	0,58	0,63

В 2011-2012 гг., 2013-2014 гг., 2014-2015 гг. в зависимости от срока наблюдения содержание калия в растениях озимой пшеницы варьировало в пределах 0,43-2,90 %, 0,44-3,43 % и 0,41-2,82 % соответственно.

По результатам опыта установлено, что величина содержания данного элемента в листьях и стеблях озимой пшеницы была максимальной в фазы всходов, кущения и выхода в трубку, что подтверждает наибольшую потребность в калии растений в период их интенсивного роста.

Минеральные удобрения и регуляторы роста увеличивали содержание калия в органах озимой пшеницы сорта Бирюза на 0,10-0,23 % по сравнению с контролем. Наибольшее увеличение было на вариантах альбит и цецеце на фоне использования серосодержащих минеральных удобрений (NPKS).

Сера – жизненно важный элемент для растений. Она способствует лучшему использованию растениями азота и фосфора, повышает устойчивость растений к засухе и болезням. При дефиците серы они перестают синтезировать белки. Таким образом, питательная ценность культуры снижается (Шеуджен, А.Х. и др., 2014).

Она требуется для протекания важных метаболических процессов. В растениях сульфатная сера (SO_4^{2-}) восстанавливается и входит в состав органических соединений, однако животным организмам для удовлетворения потребности в сере необходимо поступление с пищей серосодержащих аминокислот – метионина и цистина (Нортон Р., Миккелсен Р. и Дженсен Т., 2014). Растения поглощают достаточно большое количество серы: многие культуры содержат приблизительно одинаковое количество серы и фосфора (содержание серы в пересчете на элемент колеблется от 0,1 до 1,0 % сухого вещества растений). Вынос серы урожаями колеблется от 30 до 60 кг/га, а для отдельных культур может достигать 100 кг/га.

Сера является неотъемлемым компонентом аминокислот – цис-

теина, цистина и метионина, являющихся белкообразующими аминокислотами. Недостаток серы вызывает нарушения в синтезе белка. И не только количество белка находится в прямой взаимосвязи с обеспеченностью серы, также она влияет на качество белка.

В ходе исследований установлено, что содержание серы в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза различалось под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста. Максимальное накопление данного элемента в листьях отмечено в фазу всходов и составляло 0,20-0,22 % на абсолютно сухое вещество в зависимости от варианта и фазы роста и развития растений.

В последующие фазы наблюдается снижение серосодержащих соединений в листьях озимой пшеницы, при этом минимум достигнут в фазу молочной спелости.

Наибольшее содержание серы в листьях озимой пшеницы сорта Бирюза во все фазы онтогенеза за годы исследований наблюдалось в вариантах альбит и цецеце, причем как на естественном плодородии почвы, так и на удобренных фонах.

В среднем за годы исследований увеличение от используемых факторов составило от 0,001 до 0,007 на фоне без удобрений, от 0,002 до 0,006 % на фоне NPK, от 0,002 до 0,006 % на фоне NPKS по сравнению с контролем в зависимости от варианта.

Динамика содержания серы в стеблях озимой пшеницы аналогична листьям, то есть наблюдалось постепенное снижение этого показателя с наступлением последующих фенофаз (табл. 30, приложение 30).

Таблица 30

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику содержания серы в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Всходы	Кушение			Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Неудобренный фон														
Контроль (без PP ³)	0,203	0,182	0,175	0,125	0,171	0,110	0,084	0,098	0,060	0,127	0,145			
Альбит	0,205	0,186	0,178	0,126	0,176	0,111	0,085	0,102	0,064	0,134	0,159			

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цецеце	0,207	0,187	0,182	0,128	0,178	0,112	0,087	0,106	0,065	0,137	0,163
Энергия	0,204	0,185	0,177	0,126	0,174	0,110	0,085	0,101	0,064	0,132	0,154
Фон NPK											
Контроль (без PP)	0,205	0,184	0,178	0,128	0,175	0,111	0,086	0,101	0,062	0,136	0,161
Альбит	0,207	0,188	0,181	0,130	0,178	0,113	0,089	0,105	0,064	0,140	0,172
Цецеце	0,209	0,190	0,184	0,131	0,179	0,114	0,090	0,110	0,067	0,146	0,174
Энергия	0,206	0,188	0,179	0,129	0,176	0,113	0,089	0,104	0,063	0,140	0,169
Фон NPKS											
Контроль (без PP)	0,211	0,186	0,180	0,130	0,177	0,113	0,089	0,105	0,065	0,140	0,166
Альбит N	0,214	0,190	0,184	0,131	0,179	0,114	0,092	0,109	0,068	0,145	0,177
Цецеце	0,216	0,192	0,187	0,133	0,182	0,116	0,095	0,114	0,071	0,149	0,181
Энергия	0,213	0,190	0,183	0,131	0,178	0,114	0,091	0,108	0,067	0,144	0,171

* – Регуляторы роста

Минимальное содержание данного элемента как в стеблях, так и в листьях наблюдалось в фазу молочной спелости озимой пшеницы сорта Бирюза. Под действием минеральных удобрений и регуляторов роста увеличивалось содержание серы в репродуктивных органах. Максимальное увеличение (от 0,001 до 0,007 %) отмечено на вариантах альбит и цецеце на всех фонах опыта.

Установлена положительная корреляционная связь между содержанием серы в листьях озимой пшеницы сорта Бирюза с содержанием

азота, фосфора в них же в фазу всходов ($r = 0,782$, $r = 0,884$), и калия ($r = 0,782$) в фазу кущения.

Таким образом, применение минеральных удобрений и регуляторов роста оказало положительное влияние на накопление серы во всех частях растения. Наиболее высокий ее уровень наблюдался на вариантах альбит и цецеце на фоне NPKS.

Итак, наши исследования подтверждают целесообразность использования регуляторов роста для обработки семян озимой и яровой пшеницы. Они способствуют улучшению азотного, фосфорного, калийного и серного метаболизма, улучшению энергетического обмена в растительном организме, тем самым создают предпосылки для получения зерна высокого качества и увеличения уровня урожайности.

5.2 Содержание микроэлементов в растениях

Минеральное питание растений является основным регулируемым фактором, используемым для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью создания высокого урожая хорошего качества. Наряду с основными элементами (азот, фосфор, калий, сера, магний) большая роль в питании растений принадлежит микроэлементам. Основным направлением в физиолого-биохимических исследованиях роли микроэлементов в растениях следует считать проблему оптимизации минерального питания растений микроэлементами с учетом комплекса условий среды и агротехники (Исайчев В.А., Мударисов Ф.А., 2003, 2004; Исайчев В.А. и др., 2013).

Поступление микроэлементов в растения и их накопление может колебаться в широких пределах, что объясняется влиянием конкретных почвенно-климатических условий. Кроме этого, сами растения относятся к поглощению микроэлементов избирательно, процесс этот зависит от биологических особенностей растений, в первую очередь, катионообменной емкости корней, биохимического состава и прочности связи ионов с клеточными оболочками. Необходимо также учитывать взаимное влияние одних микроэлементов на изменение содержания других, то есть антагонизм и синергизм ионов (Исайчев В.А., Мударисов Ф.А., 2003, 2004; Исайчев В.А. и др., 2013). Микроэлементы представляют собой группу незаменимых минеральных элементов и в растениях содержатся в очень малых количествах (10^{-3} % и меньше).

Многообразная и значительная роль микроэлементов для растений обусловлена их участием в сложных биохимических и физиологических процессах. Они активизируют деятельность ферментов, витаминов, гормонов, связаны с процессами синтеза органических веществ, способствуют увеличению продуктивности сельскохозяйствен-

ных культур и улучшают качество продукции. Каждый из микроэлементов выполняет свою специфическую функцию, но, в то же время, различные микроэлементы могут выполнять биохимически сходные функции (Елисеева О.В., 2011; Черкасов Е.А., 2012; Исайчев В.А., 2019).

Необходимо указать на значительное влияние микроэлементов на рост и развитие растений. Они нормализуют метаболизм, устраняют его функциональные нарушения, содействуют нормальному течению физиолого-биохимических процессов, влияют на процессы синтеза хлорофилла, стимулируют фотосинтетическую деятельность, сокращают сроки созревания и т.д. Установлено, что микроэлементы в подавляющем большинстве активируют определенные ферментативные системы. Микроэлементы выступают в качестве простетических групп ферментов или кофакторов – активаторов ферментов. (Пирахунова Ф.Н., 2020; Пигорев И.Я., 2021; Пискарева Л.А., 2022).

Дефицит микроэлементов в растениях связан, в первую очередь, с низкой обеспеченностью пахотных почв подвижными формами этих элементов. Баланс микроэлементов в почвах можно улучшить благодаря увеличению объемов внесения органических удобрений (в первую очередь, птичьего помёта и свиного навоза) и использованию комплексных минеральных удобрений, содержащих микроэлементы.

Микроэлементы, прежде чем включиться в обмен веществ, проходят следующие этапы: преодолевают пектоцеллюлозную мембрану клеточной оболочки, затем цитоплазматическую мембрану, толщу цитоплазмы и вакуольную мембрану. Этот путь может быть обусловлен простой диффузией, через поры мембраны по градиенту концентраций, прохождением через поры мембраны с потоком растворителя, липидной диффузией, диффузией с участием переносчика, обменной диффузией, активным метаболическим переносом элементов и пиноцитозом, который проходит за счет втягивания плазматической мембраны в наружных частях клетки. Образовавшаяся при этом полость втягивает раствор, окружающий клетку, а после смыкания протоплазмы в месте, которым полость сообщалась с раствором, образуется капля. В этой капле имеются вещества, в том числе и микроэлементы, которые постепенно рассасываются и усваиваются внутриклеточным содержимым. Мембраны обладают биокаталитической активностью и этим осуществляют направленный перенос веществ и минеральных элементов (Муравин Э.А., 2010; Пахомова В.М., 2012; Плаксина В.С., 2021).

Изучение динамики поступления микроэлементов в растения с учетом использования различных регуляторов роста для предпосевной обработки семян в региональных условиях лесостепи Поволжья пред-

ставляет практический интерес. Влияние регуляторов роста на динамику содержания микроэлементов в растениях озимой и яровой пшеницы имеет актуальное значение, поскольку их недостаток или избыток в кормах и продуктах питания приводит к нарушению процесса обмена веществ в организме человека и животных.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что по содержанию в листьях озимой пшеницы сорта Волжская К с фазы всходов до выхода в трубку микроэлементы по количественному содержанию составили ряд: $Mn > Zn > Cu > Mo > J > Co$. Начиная с фазы колошения, элементный ряд принимает следующий вид: $Mn > Zn > Cu > Mo > Co > J$. Этот же ряд характерен и для содержания микроэлементов в стеблях, колосьях и зерне озимой пшеницы.

На вариантах с применением регуляторов роста в листьях увеличивается содержание марганца в 1,02-1,21, цинка в 1,04-1,27, меди в 1,05-1,16, молибдена в 1,03-1,30, йода в 1,02-1,18, кобальта в 1,04-1,20 раза по сравнению с контролем в зависимости от фенофазы.

В листьях максимальное содержание марганца и меди наблюдается в фазу всходов на опытных вариантах, где превышение контроля составляет в среднем 1,6-15,9 %, наибольшее содержание цинка и молибдена приходится на фазу кущения, где оно выше контроля на 5,2-39,2 %, а йода и кобальта в фазу молочной спелости на 5,2-6,2 % (табл. 31, приложения 31, 32, 33, 34, 35, 36).

Необходимо отметить, что используемые фосфорорганические регуляторы роста (мелафен и пирафен) способствуют лучшему накоплению микроэлементов в листьях озимой пшеницы, чем гиббереллин.

Аналогичное влияние регуляторы роста оказали на содержание микроэлементов в стеблях, колосьях и зерне озимой пшеницы.

В стеблях наибольшее содержание марганца и меди наблюдается в фазу выхода в трубку и превышает контроль в среднем на 3,1-7,1 %. Наибольшее накопление цинка (37,23 мг/кг) отмечается в фазу колошения на варианте с применением гиббереллина. Содержание молибдена, кобальта и йода больше всего наблюдается в фазу молочной спелости и превышает контроль на 5,9-10,6 %. При накоплении микроэлементов в стеблях озимой пшеницы мелафен и пирафен увеличили их содержание (за исключением цинка). В колосьях в фазу колошения максимальное содержание марганца наблюдается на опытных вариантах, на которых контроль превышен на 1,5-10,6 %. Самое высокое содержание марганца на варианте пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ % - 85,87 мг/кг, что выше контроля и гиббереллина на 10,6 и 17,1 % соответственно.

Таблица 31

Динамика микроэлементов в органах озимой пшеницы Волжская К (в среднем за 2005-2008 гг.), мг/кг

Вариант	Фенологические фазы												
	Всходы		Кущение		Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
молибден													
Контроль	0,35	1,12	0,35	0,35	0,38	0,25	0,33	0,49	0,67	0,56	0,98		
Гиббереллин	0,46	1,27	0,39	0,41	0,44	0,32	0,41	0,62	0,80	0,60	1,03		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,52	1,44	0,39	0,46	0,46	0,29	0,36	0,72	0,76	0,68	1,12		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,51	1,51	0,35	0,42	0,47	0,34	0,40	0,57	0,77	0,89	1,06		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,52	1,56	0,37	0,36	0,39	0,31	0,37	0,55	0,74	0,92	1,10		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,48	1,25	0,36	0,35	0,40	0,27	0,36	0,60	0,83	0,75	1,15		
йод													
Контроль	0,089	0,077	0,083	0,074	0,059	0,049	0,068	0,079	0,065	0,049	0,077		
Гиббереллин	0,108	0,084	0,101	0,088	0,075	0,050	0,076	0,097	0,083	0,062	0,086		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,109	0,095	0,096	0,095	0,074	0,063	0,084	0,107	0,089	0,071	0,088		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,127	0,094	0,098	0,085	0,073	0,064	0,079	0,087	0,074	0,063	0,083		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,146	0,098	0,109	0,086	0,083	0,067	0,078	0,092	0,092	0,055	0,078		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,133	0,103	0,095	0,084	0,076	0,066	0,082	0,109	0,082	0,055	0,084		
кобальт													
Контроль	0,093	0,076	0,077	0,069	0,086	0,058	0,069	0,111	0,124	0,060	0,112		
Гиббереллин	0,111	0,078	0,087	0,078	0,097	0,069	0,078	0,138	0,145	0,074	0,120		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,107	0,087	0,082	0,084	0,107	0,079	0,097	0,129	0,141	0,087	0,124		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,114	0,088	0,086	0,087	0,107	0,070	0,093	0,138	0,160	0,073	0,125		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,104	0,088	0,083	0,077	0,117	0,080	0,094	0,122	0,162	0,070	0,128		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,120	0,101	0,083	0,080	0,112	0,087	0,106	0,127	0,129	0,068	0,121		
марганец													
Контроль	108,70	92,20	95,33	87,33	105,00	78,17	66,67	49,10	54,10	52,67	34,60		
Гиббереллин	128,93	108,17	106,33	97,00	126,33	89,60	79,33	54,60	58,33	63,33	36,80		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	121,57	97,33	110,00	98,00	119,00	89,13	81,00	61,03	63,53	64,67	38,67		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	131,67	98,93	114,67	99,00	124,67	86,37	83,83	51,70	57,60	57,00	39,20		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	140,67	105,90	106,67	94,00	119,67	86,93	85,87	51,87	57,43	59,67	38,83		

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	128,79	99,80	113,00	105,33	126,33	85,90	77,23	55,93	64,63	65,33	35,53
медь											
Контроль	12,58	10,33	9,17	9,77	9,63	8,57	7,87	5,00	5,03	6,50	3,13
Гиббереллин	13,84	11,53	10,10	10,63	10,47	9,63	8,57	5,40	5,33	7,10	3,80
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	14,81	12,37	9,97	10,83	10,77	9,07	8,63	5,57	5,77	7,27	3,53
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	14,02	11,93	10,23	10,07	10,87	9,33	8,17	5,60	5,40	7,33	4,30
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	14,49	10,80	9,50	10,80	12,03	9,17	9,03	5,50	5,63	7,73	4,50
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	13,25	11,07	10,07	11,00	10,53	8,97	9,00	5,60	5,80	7,17	4,20
цинк											
Контроль	21,62	26,13	21,23	25,27	20,87	32,87	18,27	14,27	18,10	19,17	26,20
Гиббереллин	24,67	28,73	25,03	27,57	22,97	37,23	22,03	14,90	21,20	23,73	27,37
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	25,93	29,83	23,33	27,30	24,63	34,03	21,27	14,93	20,97	21,83	27,43
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	24,13	27,43	23,23	26,40	23,30	33,30	19,50	16,40	19,67	22,20	28,27
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	25,95	26,97	23,83	28,27	22,57	34,70	18,57	15,40	19,23	22,17	28,03
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	25,48	27,07	23,50	26,60	22,77	34,10	20,60	15,83	20,73	21,77	26,77

Максимальное накопление кобальта и йода в фазу колошения наблюдается на варианте с применением пирарфена $1 \cdot 10^{-8}$ %, при этом превышение над контролем составляет 5,1 и 12,8 % и над гиббереллином 10,3 и 25,0 %. Необходимо отметить, что накопление марганца, меди, кобальта и йода на варианте с применением гиббереллина в фазу колошения было ниже по сравнению с контролем. Содержание цинка и молибдена выше всего в фазу молочной спелости (12,1 – 58,6 % к контролю). Необходимо отметить, что максимальное содержание цинка приходится на вариант с применением гиббереллина.

Таблица 32

Динамика микроэлементов в листьях яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант	Cu	Co	Zn	Mn	Fe
1	2	3	4	5	6
Кущение					
Контроль	26,76	0,096	41,98	44,46	161,39
Крезацин	28,26	0,105	43,60	47,10	163,44
Энергия	29,06	0,113	43,69	46,57	164,20
Альбит	27,78	0,102	42,65	45,24	162,29
Гуми	27,61	0,101	42,75	45,50	162,21
Циркон	27,53	0,103	42,65	46,44	162,48
Экстрасол	28,36	0,101	43,09	46,17	162,54
Выход в трубку					
Контроль	23,04	0,083	36,37	40,78	150,95
Крезацин	24,41	0,091	38,19	42,45	153,45
Энергия	25,87	0,100	38,64	42,87	153,38
Альбит	23,32	0,090	37,21	41,48	152,12
Гуми	24,74	0,089	37,63	42,26	151,10
Циркон	24,62	0,087	37,23	42,16	152,23
Экстрасол	24,32	0,094	38,07	43,00	152,56
Колошение					
Контроль	19,85	0,112	31,90	30,54	143,39
Крезацин	20,99	0,127	34,02	33,10	146,03
Энергия	21,91	0,128	33,85	32,69	146,49
Альбит	20,60	0,116	32,25	30,86	144,11
Гуми	21,26	0,119	33,86	31,56	144,22
Циркон	21,70	0,117	32,78	31,78	144,57
Экстрасол	20,97	0,118	33,39	31,86	144,95
Молочная спелость					
Контроль	13,93	0,16	27,87	19,92	135,43
Крезацин	15,84	0,23	29,87	21,46	137,32
Энергия	16,81	0,27	28,90	22,63	137,56

Продолжение таблицы 32

1	2	3	4	5	6
Альбит	14,09	0,21	28,58	20,20	135,65
Гуми	15,13	0,19	29,11	21,06	137,05
Циркон	16,25	0,20	28,96	21,05	137,83
Экстрасол	15,10	0,21	29,70	21,57	136,46

В зерне озимой пшеницы, по сравнению с содержанием в колосе в фазу молочной спелости, под влиянием предпосевной обработки семян происходит увеличение спектра микроэлементов, в том числе молибдена, йода и кобальта.

Степень накопления микроэлементов в растениях яровой пшеницы сорта Землячка варьируется по фазам роста и развития. По содержанию в листьях и стеблях опытной культуры с фазы кушения до молочной спелости микроэлементы составили ряд: Fe > Mn > Zn > Cu > Co (табл. 32, 33, 34, приложения 37, 38, 39, 40, 41).

Таблица 33

Динамика микроэлементов в стеблях яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант	Cu	Co	Zn	Mn	Fe
1	2	3	4	5	6
Выход в трубку					
Контроль	18,25	0,100	29,82	30,90	139,10
Крезацин	19,99	0,111	31,75	32,87	142,30
Энергия	20,37	0,117	32,42	33,59	142,11
Альбит	17,98	0,105	30,63	31,29	140,22
Гуми	19,13	0,108	31,23	32,54	140,65
Циркон	19,95	0,104	31,42	32,57	140,67
Экстрасол	19,35	0,108	31,68	33,30	141,15
Колошение					
Контроль	15,23	0,107	25,43	18,43	109,99
Крезацин	16,63	0,115	27,38	20,35	112,62
Энергия	17,47	0,121	28,53	20,49	113,32
Альбит	15,67	0,114	26,79	19,60	110,47
Гуми	16,62	0,113	27,01	19,10	111,28
Циркон	16,24	0,113	27,46	20,60	111,18
Экстрасол	17,01	0,116	27,63	20,21	111,83
Молочная спелость					
Контроль	10,12	0,111	19,11	12,32	74,07
Крезацин	11,13	0,119	21,26	14,05	76,27

Продолжение таблицы 33

Энергия	11,93	0,124	19,96	14,25	76,19
Альбит	10,51	0,114	20,16	12,75	74,91
Гуми	11,19	0,115	21,06	13,88	75,40
Циркон	11,61	0,118	20,87	13,74	75,40
Экстрасол	11,09	0,117	20,18	14,36	76,12

Таблица 34

Динамика микроэлементов в колосьях яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант	Cu	Co	Zn	Mn	Fe
Контроль	6,41	0,16	18,18	2,83	16,23
Крезацин	7,63	0,26	18,94	3,32	18,07
Энергия	7,77	0,23	18,41	3,38	18,32
Альбит	7,01	0,22	18,82	3,21	16,66
Гуми	7,14	0,19	18,78	3,27	17,38
Циркон	6,85	0,21	19,85	3,10	17,36
Экстрасол	7,84	0,21	20,78	3,08	17,44
Молочная спелость					
Контроль	7,05	0,23	23,56	5,12	23,44
Крезацин	7,70	0,27	23,44	5,49	25,38
Энергия	7,67	0,28	23,89	5,63	26,38
Альбит	7,53	0,27	24,61	5,90	25,51
Гуми	7,23	0,30	25,01	6,00	25,52
Циркон	7,84	0,31	25,97	6,15	26,22
Экстрасол	8,04	0,28	24,20	5,96	24,37
Полная спелость					
Контроль	7,13	0,25	23,95	6,09	25,11
Крезацин	8,09	0,34	25,44	6,70	30,24
Энергия	7,82	0,35	26,48	7,44	32,10
Альбит	7,64	0,29	25,07	6,51	27,48
Гуми	7,25	0,31	25,66	6,51	28,38
Циркон	8,10	0,30	26,81	7,37	28,83
Экстрасол	8,27	0,29	24,94	6,70	26,76

Наши исследования показывают, что количество марганца под влиянием мелафена и пирафена выше контроля и гиббереллина на 2,7-13,3 % и на 6,5 % соответственно. Содержание цинка увеличивается на 1,8-7,9 % по отношению к контролю и на 3,3 % по отношению к гиббереллину. Накопление меди на опытных вариантах выше контроля и гиббереллина на 12,8-43,8 % и 18,4 % соответственно. Содержание кобальта выше контроля и гиббереллина на 8-14,3 % и 6,7 % соответ-

ственно. Накопление йода на вариантах с применением мелафена и пирафена выше, чем на контроле на 1,3-14,3 %, а по сравнению с гиббереллином - на 2,3 %. Содержание молибдена превышает контроль в среднем на 8,2-17,3 %, а гиббереллин – на 11,7 %.

В репродуктивных органах элементный ряд принимает следующий вид: Fe > Zn > Cu > Mn > Co. По данным элементного ряда можно проводить расчеты потребления того или иного микроэлемента с учетом физиологической потребности в течение органогенеза, а также можно оценить общие закономерности по избирательному их накоплению растениями. Анализ динамики отдельных микроэлементов свидетельствует, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы различными регуляторами роста положительно влияет на их накопление в органах растений. Содержание микроэлементов в листьях под воздействием регуляторов роста по сравнению с контролем увеличилось: Cu на 0,16...2,88 мг/кг, Co на 0,05...0,32 мг/кг, Zn на 0,67...2,27 мг/кг, Mn на 0,28...2,71 мг/кг, Fe на 0,15...2,81 мг/кг; в стеблях: Cu на 0,39...2,24 мг/кг, Co - 0,03...0,15 мг/кг, Zn на 0,81...3,10 мг/кг, Mn на 0,39...2,69 мг/кг, Fe на 0,48...3,33 мг/кг; в репродуктивных органах яровой пшеницы: Cu на 0,12...0,96 мг/кг, Co на 0,03...0,10 мг/кг, Zn на 0,23...2,86 мг/кг, Mn на 0,25...1,36 мг/кг, Fe на 0,43...6,99 мг/кг.

Данная тенденция наблюдалась во все годы исследований (неблагоприятные и благоприятные по погодно-климатическим условиям), что доказывает положительное действие регуляторов роста при стрессовых ситуациях, очень частых в условиях лесостепи Поволжья (недостаток влаги, повышенные или пониженные температуры). Наилучшие результаты по накоплению микроэлементов в растениях яровой пшеницы сорта Землячка наблюдаются при обработке семян препаратами крезацин, энергия и циркон.

Таким образом, обработка семян регуляторами роста активизирует минеральное питание в растениях опытных культур, в связи с этим создаются предпосылки для более интенсивного накопления микроэлементов в конечной продукции и повышения продуктивности растений.

5.3 Потребление и вынос макроэлементов посевами

В производственной практике потребность культуры в элементах питания чаще всего характеризуют выносом их с хозяйственной частью урожая или на единицу основной продукции с соответствующим количеством побочной (Исайчев В.А. и др., 2014).

Положительное влияние обработки семян регуляторами роста на потребление макроэлементов посевами озимой пшеницы наблюдалось

на протяжении всей вегетации озимой пшеницы сорта Волжская К (рис. 35, приложение 42).

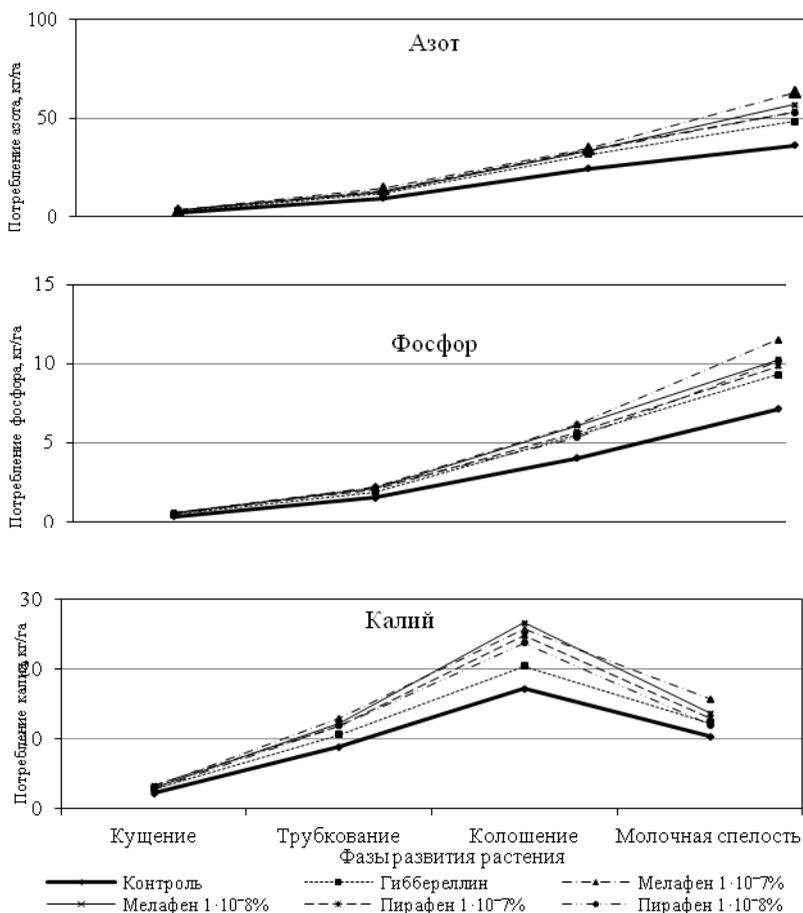


Рисунок 35 – Влияние регуляторов роста на потребление озимой пшеницей сорта Волжская К азота, фосфора и калия по фазам роста и развития

При этом регуляторы роста увеличивали потребление азота к контролю в кущение в 1,27-1,42 раза, в молочную спелость – в 1,33-1,73 раза; фосфора – в 1,28-1,61 раза и 1,3-1,61 раза; калия – в 1,28-1,49 и 1,19-1,52 раза соответственно по фазам. Наибольшее усиление потреб-

ления элементов питания происходило на варианте с обработкой семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %.

Применение для обработки семян пирарфена и особенно гиббереллина, способствовало меньшему усилению потребления макроэлементов посевами озимой пшеницы.

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

Регуляторы роста способствовали увеличению общего выноса макроэлементов с урожаем зерна и соответствующим количеством побочной продукции (табл. 35, приложения 43, 44).

Показатель выноса питательных веществ при применении регуляторов роста существенно отличался от контроля. Так, на контрольном варианте общий вынос с урожаем составил: азота 93,29 кг/га, фосфора 20,86 кг/га, калия 64,31 кг/га.

На изучаемых вариантах общий вынос азота варьировал от 104,73 кг/га (пирарфен $1 \cdot 10^{-8}$ %) до 117,29 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %), фосфора от 21,74 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %) до 25,18 кг/га (гиббереллин), калия от 74,88 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %) до 82,09 кг/га (мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %). Увеличение общего выноса NPK связано как с увеличением содержания элементов в продукции, так и с увеличением урожайности озимой пшеницы.

Таблица 35
Влияние регуляторов роста растений на вынос азота, фосфора и калия с урожаем озимой пшеницы сорта Волжская К, кг/га

Вариант	Зерно			Солома			Общий вынос		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	57,87	10,08	10,55	35,42	10,78	53,76	93,29	20,86	64,31
Гиббереллин	70,30	12,59	11,56	40,83	12,59	63,40	111,13	25,18	74,96
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	77,38	13,67	12,61	39,91	11,13	69,48	117,29	24,8	82,09
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	69,62	11,25	11,65	36,48	10,49	63,23	106,1	21,74	74,88
Пирарфен $1 \cdot 10^{-7}$ %	70,93	11,96	10,92	39,47	12,64	65,36	110,4	24,6	76,28
Пирарфен $1 \cdot 10^{-8}$ %	70,10	11,54	12,69	34,63	10,30	64,27	104,73	21,84	76,96

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

Наибольший вынос азота 117,29 кг/га и калия 82,10 кг/га наблюдался на варианте с обработкой семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %. Увеличение общего выноса макроэлементов под воздействием гиббереллина и пирарфена было меньшим.

Для построения вегетативной системы и репродуктивных органов

растениям необходимо поглощение корнями из корнеобитаемого слоя почвы элементов минерального питания. Данный процесс поглощения осуществляется индивидуально каждым растением и поэтому зависит от характера роста и развития растения, определяемого его генотипом. Максимальное потребление будет зависеть от числа растений на единице площади в зависимости от задаваемых норм высева.

Также следует отметить, что наиболее устойчивым признаком для определения выноса макроэлементов является характер роста, который характеризуется средней массой растений и продолжительностью вегетации. Это необходимо учитывать при разработке биологических основ модели выноса макроэлементов. Ряд авторов (Васин В.Г. и др., 2016; Войнович Н.В. и др., 2019; Гареев и др., 1997) отмечают, что с урожаем яровой пшеницы из почвы выносятся максимальное количество N, P, K.

Величина данного показателя подвержена в значительной степени колебанию и зависит от уровня плодородия почвы, метеорологических условий вегетации культуры, сортовых и биологических особенностей растений и приемов агротехники. Применяемые регуляторы роста в опыте с яровой пшеницей сорта Землячка способствовали повышению общего выноса макроэлементов с урожаем зерна и соломы (табл.36).

Таблица 36

Влияние регуляторов роста на вынос макроэлементов с урожаем яровой пшеницы сорта Землячка, кг/га (среднее за 2010-2012 гг.)

Вариант	Зерно			Солома			Общий вынос		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	42,17	8,27	9,73	26,02	7,73	23,92	68,19	16,00	33,64
Крезацин	53,98	11,95	12,96	34,09	11,77	33,00	88,07	23,72	45,96
Энергия	55,67	12,87	13,37	34,13	12,72	33,25	89,80	25,59	46,61
Альбит	46,64	9,69	10,95	29,08	9,46	26,54	75,72	19,15	37,49
Гуми	46,23	9,50	11,30	28,25	9,49	27,07	74,49	18,98	38,36
Циркон	48,41	9,75	11,62	30,41	10,78	27,19	78,82	20,53	38,81
Экстрасол	50,39	9,65	11,63	30,35	10,15	29,31	80,74	19,80	40,94

Сбалансированное минеральное питание – ключевой фактор формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Оптимизация форм, доз, сроков и способов внесения удобрений, а также использование перспективных регуляторов роста растений повышают

экономическую отдачу при возделывании зерновых культур, в том числе озимой и яровой пшеницы. Применяемые нами регуляторы роста и минеральные удобрения оказывают существенное положительное влияние на обеспечение потребности растений опытной культуры элементами минерального питания.

Таким образом, полученные результаты показали, что при применении регуляторов роста увеличивается вынос азота, фосфора и калия как с основной, так и с побочной продукцией озимой пшеницы. Увеличение выноса связано с ростом урожайности и повышением концентрации этих элементов в продукции. Это объясняется стимуляцией регуляторами роста всех обменных процессов в растениях на всех этапах их роста и развития. Эффективность применения исследуемых препаратов повышается на удобренном фоне, что значительно целесообразнее их отдельного использования в технологии возделывания озимой и яровой пшеницы.

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Урожайность – это основной показатель сельскохозяйственных культур, который характеризует эффективность использования различных агротехнических приемов и является ключевой мерой при оценке воздействия новых факторов на сельскохозяйственные культуры. В настоящее время внедрение в производство более продуктивных сортов пшеницы даёт возможность получать прибавку к урожаю 25-30% (Анохина О.В., 2012; Ахметов Ш.И., 2016).

Кроме сортовых особенностей зерновых культур для получения стабильно высоких урожаев необходимо максимально обеспечить растения питательными веществами в течение всей вегетации. Положительное влияние регуляторов роста на продукционные процессы и урожайность зерновых культур отражено в исследованиях многих авторов (Исайчев В.А., 2012, 2015; Ткачук О.А., 2013; Базильжанов Е.К., 2016).

Уровень урожайности является интегральным показателем, включающим реализацию потенциала продуктивности, заложенного в геноме растения, с состоянием факторов среды и современных технологических приемов, используемых в качестве средства для полного проявления метаболических процессов возделываемой культуры.

Интенсивность роста и развития сельскохозяйственных растений и, как следствие этого, урожай в значительной степени определяются температурным режимом и условиями увлажнения в течение онтогенеза (Макушин А.Н., 2012; Бакаева Н.П., 2016, 2019).

Одним из факторов снижения данного риска является использование регуляторов роста в технологии возделывания пшеницы. Предпосевная обработка семян регуляторами роста способствует стимуляции ростовых процессов на ранних этапах, формированию мощной вегетативной сферы и повышению продуктивности пшеницы (Половинкин В.Г., 2013).

Полученные за годы исследований данные показывают, что применяемые росторегуляторы нового поколения заметно усиливают ростовые и физиологические процессы, обеспечивают лучшее минеральное и воздушное питание растений в течение индивидуального развития озимой пшеницы сорта Волжская К, в результате чего увеличивается урожайность.

Результаты наших исследований (рис. 36, табл. 37) показывают, что в среднем за годы исследований урожайность на опытных вариантах увеличивается на 0,27-0,38 т/га при урожайности на контроле 2,8 т/га. Наибольшую прибавку (0,38 т/га) обеспечило применение мела-

фена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ %.



Рисунок 36 – Озимая пшеница сорта Волжская К перед уборкой (внешний вид опыта 05.08.2008)

Препараты росторегулирующего и ростостимулирующего действия - это обширная группа естественных и искусственных органо-минеральных веществ, которые в небольших дозах активизируют обмен веществ культурных растений. Активизация иммунных систем позволяет индуцировать в растительном организме комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням, а также к стрессовым факторам внешней среды, таким как недостаток влаги, температурный максимум и др.

Механизм действия росторегуляторов предполагает активизацию всех обменных процессов в растении, что в свою очередь способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 15-30 %, снижению количества используемых минеральных удобрений, оптимизации минерального состава растительной биомассы, уменьшению потерь урожая.

В настоящее время известно более пяти тысяч препаратов росторегулирующего и ростостимулирующего действия, но в последние годы наиболее популярны препараты с широким спектром положительных эффектов.

Средневолжский регион занимает одно из ведущих мест по площади посевов зерновых культур в Российской Федерации, однако перспективы роста площадей посева и продуктивности возделываемых

культур используются еще не в полной мере.

К наиболее эффективным путям повышения эффективности аграрного производства в практике растениеводства следует отнести предпосевную обработку семян и листовую обработку растений препаратами росторегулирующего и ростостимулирующего действия, которые вызывают активизацию физиолого-биохимических процессов в растениях в невысоких дозах, способны защищать растения от стрессов, вредителей и болезней, что является очень важным для формирования высокого урожая хорошего качества.

Таблица 37

Влияние регуляторов роста на урожайность озимой пшеницы сорта Волжская К, т/га

Вариант	Год исследований				Прибавка к контролю	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее	т/га	%
Контроль	1,96	2,90	3,55	2,80	-	100
Гиббереллин	2,26	3,27	3,67	3,07	0,27	+109,64
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	2,40	3,33	3,80	3,18	0,38	+113,57
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	2,09	3,25	3,77	3,04	0,27	+108,57
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	2,30	3,40	3,67	3,12	0,32	+111,43
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	2,28	3,30	3,78	3,12	0,32	+111,43
НСР ₀₅	0,12	0,13	0,20	0,10		

Элементы структуры оказывают большое влияние на формирование урожайности. Урожайность зависит от количества растений, сохранившихся к уборке, продуктивных стеблей, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен (табл. 38, 39).

Результаты исследований показали, что при применении опытных регуляторов роста количество растений к уборке было на 9,9-15 % больше по сравнению с контролем; количество продуктивных стеблей больше на 9,6-16,4 и 2,2-5,9 %, количество зерен в колосе больше на 4,6-7,1 %, и 6,7 %, масса зерна с одного колоса – на 7,4-12,8 и 5 %, масса 1000 зерен – на 1,5-4,8 % и 2 % соответственно.

Влияние гиббереллина на элементы продуктивности озимой пшеницы было меньше.

Таблица 38

Влияние регуляторов роста на элементы структуры урожайности озимой пшеницы сорта Волжская К

Год	Вариант	Количество на 1 м ² , шт.		Количество зерен в колосе	Масса, г	
		растений перед уборкой	продуктивных стеблей		зерна с одного колоса	масса 1000 зерен
2006	Контроль	254±3,59	422±6,18	24,8±0,86	0,96±0,05	38,6±1,48
	Гиббереллин	268±2,06	450±9,91	25,9±1,03	1,02±0,04	39,4±1,10
	Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	299±1,71	483±4,99	26,3±1,08	1,08±0,07	40,9±1,67
	Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	287±2,22	468±5,74	25,6±0,96	1,04±0,06	40,6±1,29
	Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	296±2,65	471±4,57	26,9±1,18	1,07±0,06	39,9±1,30
	Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	289±2,99	452±4,32	26,8±0,88	1,06±0,05	39,5±0,60
2007	Контроль	279±2,58	444±4,27	23,1±0,87	0,92±0,03	39,8±0,86
	Гиббереллин	304±3,30	497±5,50	24,2±0,93	0,99±0,04	41,3±1,27
	Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	319±3,30	519±4,04	24,9±0,58	1,04±0,05	41,6±1,33
	Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	314±3,40	519±5,19	23,9±1,00	0,98±0,03	40,9±1,01
	Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	317±3,30	497±3,95	24,3±0,79	0,99±0,04	40,7±0,75
	Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	314±4,43	501±5,20	23,7±1,06	0,95±0,04	40,2±0,82
2008	Контроль	288±3,56	453±5,38	23,8±1,14	0,95±0,03	40±0,64
	Гиббереллин	313±3,30	501±5,72	24,8±0,91	1,02±0,05	41,1±1,56
	Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	327±3,30	533±6,18	25,4±1,27	1,06±0,05	41,7±1,51
	Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	319±1,71	528±2,94	25,2±1,40	1,05±0,03	41,6±1,12
	Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	321±3,30	513±2,75	25,6±1,12	1,03±0,04	40,2±0,90
	Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	301±2,50	494±4,55	25,4±0,91	1,03±0,03	40,6±0,86

В 2006 году при применении мелафена 1•10⁻⁷ % масса зерна с одного колоса возрастает за счет повышения озерненности колоса на 6,0%, за счет формирования большего числа продуктивных стеблей на 14,6 % по отношению к контролю, в 2007 году – на 7,8 и 16,9 %, в 2008 году – на 6,7 и 17,5 % соответственно. При сравнении с гиббереллином прибавка в 2006 году составляет 1,5 и 7,3 %, в 2007 году – 2,9 и 4,5 %, в 2008 году – 2,4 и 6,3 % соответственно.

Таблица 39

Влияние регуляторов роста на элементы структуры урожайности озимой пшеницы сорта Волжская К в среднем за годы исследований, (2006-2008 гг.)

Вариант	Количество на 1 м ² , шт.		Количество зерен в колосе	Масса, г	
	растений перед уборкой	продуктивных стеблей		зерна с одного колоса	масса 1000 зерен
Контроль	274	523	23,9	0,94	39,5
Гиббереллин	295	573	25,0	1,01	40,6
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	315	608	25,5	1,06	41,4
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	307	599	24,9	1,02	41,1
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	311	586	25,6	1,03	40,3
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	301	575	25,0	1,01	40,1

Установлена положительная корреляционная зависимость между урожайностью и элементами структуры урожайности:

- в 2006 году: $y = -0,956 + 0,039x_1 + 0,229x_2 + 0,00627x_4$, где y – урожайность зерна озимой пшеницы, т/га, x_1 – количество зерен в колосе, шт., x_2 – масса зерна с одного колоса, г, x_4 – количество продуктивных стеблей, шт./м². Наибольшая зависимость урожайности отмечается от количества продуктивных стеблей. Она составляет 37,5 % при общей зависимости от исследуемых факторов $D = 56,35$ %, $r = 0,75$;

- в 2007 году: $y = 0,571 + 0,268x_2 + 0,00731x_4$, урожайность также находится в максимальной зависимости от количества продуктивных стеблей и ее значение составляет 60,1 % при общей зависимости $D = 64,56$ %, $r = 0,80$;

- в 2008 году: $y = 1,897 + 0,0118x_1 + 0,685x_2 + 0,00236x_4$, зависимость факторов аналогична предыдущим годам, т.е. наибольшая связь урожайности прослеживается от количества продуктивных стеблей (13,87 %) при общей зависимости $D = 27,14$ %, $r = 0,52$.

- в фазу выхода в трубку – $y = 0,974 + 0,0607x_1 + 0,00168x_2$, $D = 72,6$ %, $r = 0,8$,

- в фазу колошения: $y = 0,63 + 0,0277x_1 + 0,00103x_2$ $D = 70,2$ %, $r = 0,8$,

- в фазу молочной спелости: $y = 0,441 + 0,0164x_1 + 0,0013x_2 + 0,0142x_3$, $D = 79,8$ %, $r = 0,8$.

Коэффициент регрессии $r = 0,8$ указывает на среднюю зависимость между изучаемыми факторами (табл. 40).

Таблица 40

Влияние регуляторов роста и удобрений на урожайность озимой пшеницы сорта Казанская 560, ц/га

Фон	Вариант				Среднее по 1 фактору
	Контроль	Гуми-макс	Аль-бит	Крезацин	
2008 г.					
Регуляторы роста	25,2	26,1	28,5	26,5	26,6
Удобрения	31,6	35,1	36,5	35,3	34,6
Среднее по факторам	28,4	30,6	32,5	30,9	30,6
НСР ₀₅ для частных средних = 0,10, НСР ₀₅ для второго фактора = 0,07					НСР ₀₅ = 0,04
2009 г.					
Регуляторы роста	27,2	28,6	30,1	29,0	28,7
Удобрения	34,0	36,1	37,3	36,3	35,9
Среднее по факторам	30,6	32,4	33,7	32,7	32,3
НСР ₀₅ для частных средних = 0,12, НСР ₀₅ для второго фактора = 0,08					НСР ₀₅ = 0,05
2010 г.					
Регуляторы роста	12,5	13,7	18,2	13,6	14,5
Удобрения	16,4	18,1	22,8	17,6	18,7
Среднее по факторам	14,4	15,9	20,5	15,6	16,6
НСР ₀₅ для частных средних = 0,13, НСР ₀₅ для второго фактора = 0,09					НСР ₀₅ = 0,05
2011 г.					
Регуляторы роста	31,6	32,6	34,6	32,6	32,8
Удобрения	38,0	40,6	45,0	39,6	40,8
Среднее по факторам	34,8	36,6	39,8	36,1	36,8
НСР ₀₅ для частных средних = 2,04, НСР ₀₅ для второго фактора = 1,00					НСР ₀₅ = 1,42
Среднее 2008-2011 гг.					
Регуляторы роста	24,1	25,3	27,9	25,4	25,7
Удобрения	30,0	32,5	35,4	32,2	32,5

Улучшение потребности растений пшеницы в элементах минерального питания в отдельные фазы их роста и развития при использовании регуляторов роста и минеральных удобрений имеет большое практическое значение. Это способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы сорта Казанская 560. В среднем за годы исследований урожайность озимой пшеницы увеличивалась к контролю на 1,2-5,4 ц/га в зависимости от варианта. Наиболее эффективным оказалось применение регулятора роста альбит, особенно на фоне НРК.

В среднем за годы исследований: $y = 0,485 + 0,0139x_1 + 0,924x_2 +$

$0,00395x_3$, $D = 69,4 \%$, $r = 0,8$.

Установлена положительная корреляционная зависимость между урожайностью, x_1 - содержанием сухого вещества, x_2 - площадью листовой поверхности и x_3 - ЧПФ в течение вегетации озимой пшеницы в среднем за годы исследований:

- в фазу кушения: $y = 1,134 + 0,026x_1 + 0,00153x_2 + 0,0407x_3$,
 $D = 71 \%$, $r = 0,8$,

Потенциал урожайности яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья невысокий и зависит, прежде всего, от наличия доступной влаги в почве. За годы исследований вегетационные периоды были различными по влагообеспеченности: 2010 и 2012 годы были засушливыми, 2011 и 2013 – хорошо увлажненными. Так в острозасушливых условиях 2010 года уровень урожайности колебался в пределах 0,65-0,75 т/га (рис. 37).



Рисунок 37 – Яровая пшеница сорта Землячка (фаза полной спелости зерна)

Следует отметить, что позитивное действие регуляторов роста в экстремальных условиях возделывания яровой пшеницы позволило получить прибавку к урожаю – 0,05-0,1 т/га.

Оценивая влияние регуляторов роста на величину урожая в благоприятном 2011 году было установлено, что максимальную прибавку к урожаю обеспечивали регуляторы роста крезацин и энергия – 0,58-0,60 т/га. Уровень урожайности в 2012 году был низким из-за отсутствия влаги и повышенной температуры воздуха на начальных этапах

онтогенеза яровой пшеницы.

Однако обработка семян перед посевом регуляторами роста положительно повлияла на урожайность опытной культуры. Она составила 1,28-1,70 т/га.

Сложившиеся в 2013 году относительно благоприятные метеорологические условия обеспечили получение урожайности в пределах 1,61-2,19 т/га, наибольшая прибавка установлена в варианте энергия – 0,58 т/га.

Результаты исследования показали, что применяемые в опыте факторы способствуют увеличению урожайности на 0,17-0,40 т/га, наибольшую прибавку к контролю обеспечивает применение регулятора роста энергия и составляет 22,3 % (табл. 41).

Таблица 41

Влияние регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы сорта Землячка, т/га

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее	Прибавка	
						т/га	%
Контроль	0,65	3,61	1,28	1,61	1,79	–	–
Крезацин	0,70	4,19	1,65	2,05	2,15	+0,36	20,0
Энергия	0,65	4,21	1,70	2,19	2,19	+0,40	22,3
Альбит	0,70	3,64	1,51	1,99	1,96	+0,17	9,5
Гуми	0,65	3,73	1,56	1,89	1,96	+0,17	9,3
Циркон	0,75	3,71	1,60	1,85	1,98	+0,19	10,6
Экстрасол	0,70	3,80	1,49	1,95	1,99	+0,20	11,0
НСР ₀₅	0,05	0,48	0,20	0,13	–	–	–

Растения яровой пшеницы закладывают в онтогенезе генеративных органов больше, чем они могут реализовать в агробиоценозе. Такой принцип заложен в генетической основе растения и способствует большему развитию элементов продуктивности растений (Плечов Д.В., 2015; Медведева И.Н., 2022; Исайчев В.А., 2019).

Необходимо учитывать, что Ульяновская область относится к зоне рискованного земледелия, где погодно-климатические условия характеризуются низкой влагообеспеченностью и повышенными температурами.

Величина формируемого урожая яровой пшеницы складывается из основных элементов структуры урожайности: высота растений, длина колоса и масса 1000 семян.

Предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Землячка регуляторами роста оказывает положительное влияние на массу 1000 семян, за 2010-2013 гг. данный показатель увеличивался на 0,54-1,8 г. по сравнению с контрольным вариантом.

Максимальное значение установлено в вариантах крезацин, энергия, циркон (табл. 42, приложение 45).

Таблица 42

Влияние регуляторов роста на элементы структуры урожайности яровой пшеницы сорта Землячка (в среднем за 2010–2013 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	73,25	8,87	24,86	0,86	33,54
Крезацин	76,98	9,93	26,68	0,95	34,64
Энергия	77,54	10,25	27,08	0,98	35,34
Альбит	75,00	9,38	26,07	0,92	34,08
Гуми	74,88	9,14	25,98	0,92	34,57
Циркон	75,69	9,72	26,17	0,93	34,84
Экстрасол	74,89	9,27	26,19	0,93	34,41

Исследования показали, что почвенно-климатические условия оказывают определяющее влияние на величину урожая озимой пшеницы сорта Бирюза (табл. 43).

В условиях 2011-2012 гг. урожайность озимой пшеницы изменялась в пределах 2,46 – 3,36 т/га.

Внекорневое внесение регулятора роста энергия на фоне естественного почвенного плодородия повысило ее до 2,68 т/га, альбита – до 2,71 т/га. Наибольшее значение на этом фоне было зафиксировано на варианте цецеце – 2,84 т/га.

Использование изучаемых факторов на фоне минеральных удобрений (NPK) способствовало увеличению сбора зерна до 2,76-3,33 т/га в зависимости от варианта опыта.

Максимальные значения по урожайности были получены при применении альбита и цецеце на фоне NPKS – 3,29 и 3,36 т/га, что выше энергии на этом же фоне на 0,12-0,19 т/га.

Климатические условия 2013-2014 гг. были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы по сравнению с предыдущим годом, вследствие чего урожайность зерна была выше. На контрольном варианте она составила 3,60 т/га. Внекорневое внесение препаратов энергии и альбит в чистом виде способствовало формированию урожайности в 3,70 и 3,80 т/га, цецеце – 3,90 т/га. Использование регуляторов роста на фоне NPK увеличило показатель урожайность на 0,4-0,6 т/га.

Таблица 43

Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Бирюза в зависимости от применения минеральных удобрений и регуляторов роста, т/га

Вариант	Год исследований				Прибавка	
	2012 г.	2014 г.	2015 г.	Средняя за 3 года	т/га	%
Неудобренный фон						
Контроль (без PP)	2,46	3,60	1,96	2,67	–	–
Альбит	2,71	3,80	2,05	2,85	0,18	6,74
Цецеце	2,84	3,90	2,10	2,95	0,28	10,48
Энергия	2,68	3,70	2,03	2,80	0,13	4,87
Фон NPK						
Контроль (без PP)	2,76	4,00	2,31	3,02	–	–
Альбит	3,02	4,20	2,85	3,36	0,34	11,26
Цецеце	3,33	4,50	2,95	3,59	0,57	18,87
Энергия	3,27	4,30	2,68	3,32	0,30	9,93
Фон NPKS						
Контроль (без PP)	2,93	3,90	2,49	3,11	–	–
Альбит	3,29	4,20	3,25	3,58	0,47	15,11
Цецеце	3,36	4,40	3,46	3,74	0,63	20,26
Энергия	3,17	4,05	2,85	3,36	0,25	8,04
НСП ₀₅						
фактор А	0,22	0,23	0,28			
фактор В	0,29	0,30	0,36			

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста растений повысило урожайность озимой пшеницы по сравнению с контрольными вариантами во все годы исследований, что обусловлено улучшением минерального питания растений и положительным влиянием на прирост биомассы вследствие увеличения количества боковых стеблей озимой пшеницы. Это подтверждает тот факт, что на вариантах с применением изучаемых факторов количество продуктивных стеблей было больше на 6-42 шт./м² по сравнению с контрольным вариантом, что, в конечном итоге, отразилось на продуктивности озимой пшеницы.

В третий год исследования увеличение урожайности от применения регуляторов роста относительно контрольного варианта составило 3,6-7,1 % на неудобренном фоне, 9,9-18,9 % на фоне NPK и 8,0-23,8 % на фоне NPKS.

В среднем за три года исследований урожайность по вариантам опыта варьировала от 2,67 до 3,74 т/га. Использование регуляторов роста способствовало ее увеличению до 2,80-2,95 т/га. Наибольшая

прибавка была достигнута на вариантах альбит (3,58 т/га) и цеце (3,74 т/га) на фоне NPKS.

Полученные за годы исследований на ячмене сорта Нутанс 553 в 2015-2017 гг. данные показывают, что применяемые в опыте препараты росторегулирующего и ростостимулирующего действия заметно усиливают ростовые и физиологические процессы, обеспечивают лучшее минеральное и воздушное питание растений в течение индивидуального развития растений кормового ячменя, в результате чего увеличивается урожайность. Исследования показали, что применяемые факторы способствуют увеличению урожайности на 2,94-8,40 ц/га, наибольшую прибавку к контролю обеспечивает применение мегамикса на фоне с комплексными серосодержащими минеральными удобрениями, что составляет 28,6 % (табл.44).

Таблица 44

Влияние жидких удобрительных смесей и минеральных удобрений на урожайность кормового ячменя сорта Нутанс 553 (2015-2017 гг.), ц/га

Вариант	Урожайность				Прибавка	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	ц/га	%
Контроль	28,57	29,44	30,23	29,41	-	-
NAGRO	32,30	32,97	31,77	32,35	2,94	10,0
Мегамикс	34,15	35,40	33,14	34,23	4,82	16,4
Контроль + NPK	32,98	31,70	31,01	31,90	2,49	8,5
NAGRO + NPK	33,65	34,05	32,90	33,53	4,12	14,0
Мегамикс + NPK	36,63	37,16	34,52	36,10	6,69	22,7
Контроль + NPKS	34,65	32,00	34,53	33,73	4,32	14,7
NAGRO + NPKS	35,79	36,04	35,36	35,73	6,32	21,5
Мегамикс + NPKS	36,97	38,52	37,95	37,81	8,40	28,6
HCP ₀₅	0,58	0,48	0,46			

Проведенными исследованиями в 2018-2020 гг. установлено, что урожайность яровой пшеницы, в первую очередь, зависит от погодных условий. Неблагоприятные условия в виде повышенного увлажнения и высоких температур 2019 г. в период прорастания семян способствовали снижению урожайности до 15 % по сравнению с более стабильными и благоприятными погодными условиями 2018 и 2020 гг.

В среднем за годы исследований изучаемые модификации препарата мегамикс на яровой пшенице сорта Ульяновская 100 способство-

вали увеличению урожайности на 0,37-1,43 ц/га на неудобренном фоне и на 1,41-3,12 ц/га на удобренном фоне. Максимальный результат к контролю обеспечивает применение модификации мегамикс – цинк совместно с нитроаммофоской, что составляет 11 % (табл. 45).

Таблица 45

Урожайность яровой пшеницы сорта Ульяновская 100, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее	ц/га	%
Контроль 1	30,34	24,28	30,58	28,40	-	-
Мегамикс- Профи	30,79	24,85	30,66	28,77	0,37	1,3
Мегамикс- Азот	32,00	25,12	30,99	29,37	0,97	3,4
Мегамикс- Цинк	32,85	25,50	31,15	29,83	1,43	5,0
Контроль 2 + НРК	32,22	25,66	31,54	29,81	1,41	4,9
Мегамикс-Профи + НРК	32,40	25,90	31,79	30,03	1,63	5,7
Мегамикс- Азот + НРК	32,41	26,42	31,99	30,27	1,87	6,6
Мегамикс- Цинк + НРК	34,10	26,98	33,48	31,52	3,12	11,0
НСР ₀₅	1,53	0,21	0,38			

Целью интенсивных технологий является максимальная реализация потенциальной продуктивности растений. Она зависит от основных элементов структуры урожая: количества продуктивных стеблей на единице площади, числа зерен в колосе и их массы, абсолютной массы зерна (масса 1000 зерен). Число колосков в колосе говорит о максимальной потенциальной продуктивности, которая возможна при благоприятном сочетании всех факторов, влияющих на рост и развитие растений.

Число зерен в колосе показывает реальную отзывчивость растений, в данном случае – на некорневое внесение минерального удобрения и регуляторов роста. По абсолютной массе зерна можно судить о выполненности зерновок. При формировании колоса и его частей большое значение играют условия внешней среды: обеспечение влагой и питательными веществами, температурные условия, режим освещения и т.д. (Снигирева О.М., 2019; Исайчев В.А. и др., 2013; Костин В.И. и др., 2014, 2015).

Среди данных факторов на первое место выдвигается влага, которая потребляется озимой пшеницей в большем количестве на протяжении всей вегетации, особенно в фазы кущения и колошения (Коше-

ляев В.В., 2019).

В фазу выхода в трубку начинается дифференциация колосков на цветки, от чего зависит озерненность колоса. В период проведения исследований температурный режим и количество осадков за вегетацию отличались по годам исследований как по сумме активных температур, так и по условиям влагообеспеченности.

Структурный анализ урожая озимой пшеницы сорта Бирюза показал положительное влияние используемых препаратов на все элементы структуры урожая как на фоне естественного плодородия почвы, так и на фоне минеральных удобрений NPK и NPKS (табл. 46).

Анализ структуры урожая озимой пшеницы сорта Бирюза показал, что благоприятные почвенно-климатические условия вегетационного периода 2013-2014 гг. позволили сформировать наибольшее количество продуктивных стеблей и зерен в колосе, а также наибольшую массу зерна в колосе и массу 1000 зерен.

Неблагоприятные условия вегетационных периодов 2011-2012 гг. и 2014-2015 гг. способствовали снижению количественных показателей элементов структуры урожая. Во все годы исследований применение минеральных удобрений и регуляторов роста повышало рассматриваемые показатели.

Таблица 46

Структура урожая озимой пшеницы сорта Бирюза в зависимости от применения минеральных удобрений и регуляторов роста

Вариант	Количество продуктивных стеблей на м ² , шт			Количество зерен в колосе, шт			Масса зерна колоса, г			Масса 1000 зерен, г		
	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Нсудобренный фон												
Контроль (без РР)	366,0 0	476,0 0	342,0 0	26,10	30,00	23,10	0,80	0,92	0,68	34,80	41,50	32,60
Альбит	386,00	490,00	356,00	26,40	30,40	23,50	0,91	1,05	0,82	35,70	41,50	34,20
Цецеце	398,00	518,00	361,00	26,70	30,70	23,90	0,93	1,07	0,89	35,90	41,20	34,80

Продолжение таблицы 46

Энергия	374,00	482,00	352,00	26,30	30,30	23,20	0,91	1,05	0,79	35,30	41,20	33,90
Фон NPK												
Контроль (без PP)	408,00	553,00	370,00	32,10	36,90	27,90	1,44	1,65	1,02	34,70	41,30	35,10
Альбит	416,00	562,00	379,00	32,80	37,70	28,60	1,47	1,69	1,07	36,60	43,10	35,60
Цецеце	421,00	571,00	386,00	32,90	37,80	29,30	1,47	1,69	1,11	37,00	42,93	35,90
Энергия	410,00	557,00	374,00	32,80	37,70	28,00	1,45	1,67	1,05	36,70	42,10	35,30
Фон NPKS												
Контроль (без PP)	432,00	581,00	397,00	33,80	38,90	31,80	1,41	1,63	1,17	35,30	41,20	36,00
Альбит	442,00	588,00	403,00	35,30	40,60	32,90	1,48	1,71	1,22	37,00	41,80	36,80
Цецеце	451,00	592,00	407,00	35,30	40,60	33,60	1,49	1,72	1,26	37,40	44,10	37,90
Энергия	436,00	586,00	399,00	35,00	40,20	32,00	1,45	1,66	1,19	37,60	42,00	36,20

В среднем за 2011-2015 гг. озерненность колоса на фоне почвенного плодородия составила 26,4-27,1 шт. с массой зерна 0,80-0,96 г., на фоне NPK – 32,3-33,3 шт. с массой зерна 1,37-1,42 г., на фоне NPKS – 34,8-36,5 шт., масса зерна 1,4-1,5 г. Наилучшие результаты были получены при применении минеральных удобрений и регуляторов роста: на варианте альбит NPKS. Озерненность составила 36,3 шт., масса зерна – 1,47 г., цецеце NPKS – 36,5 шт. с массой зерна – 1,49 г.

В 2015-2017 гг. были проведены исследования на ячмене сорта Нуганс 553 (табл. 47).

Структурно-морфологический анализ урожайности кормового

ячменя по сноповому материалу показывает, что регуляторы роста оказывают заметное влияние на все элементы структуры.

Таблица 47

Влияние жидких удобрительных смесей и минеральных удобрений на элементы структуры урожайности кормового ячменя сорта Нутанс 553 (среднее за 2015-2017 гг.)

Показатель	Контроль	NAGRO	Мегамикс	Контроль + NPK	NAGRO + NPK	Мегамикс + NPK	Контроль + NPKS	NAGRO + NPKS	Мегамикс + NPKS
Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	380	417	432	424	429	449	425	445	453
Число зерен в колосе, шт	20,1	21,0	21,1	21,1	20,9	21,3	20,8	21,5	21,8
Масса зерна в колосе, г	1,03	1,07	1,08	1,08	1,08	1,09	1,06	1,09	1,10
Масса 1000 зерен, г	49,2	50,3	50,6	49,6	51,0	50,7	50,0	50,9	50,9
Высота растения, см	69,6	77,1	77,9	79,1	79,7	82,4	78,7	80,1	78,0
Длина колоса, см	6,4	7,2	7,1	6,8	6,9	7,1	6,6	7,0	7,3

Наиболее существенное влияние на формирование урожая растений оказывают количество продуктивных стеблей и количество зерен в колосе.

Из данных таблицы 47 видно, что высота растений и длина колоса от применения используемых факторов увеличились по сравнению с контролем на 7,2-12,5 см и 0,2-0,9 см, соответственно, в зависимости от варианта. Количество продуктивных стеблей за 2015-2017 годы по вариантам имеют близкие количественные показатели.

Наибольшее количество стеблей сформировалось в варианте мегамикс на всех фонах питания, что составило от 432 шт/м² до 453 шт/м². На вариантах с исследуемыми веществами количество продуктивных стеблей в среднем на 9,7-19,2 % больше, чем на контроле.

Из приведенных данных за 2018-2020 гг. (рис. 38, табл. 48) следует, что высота растений и длина колоса яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 под влиянием используемых факторов увеличились по сравнению с контрольным вариантом на 12,9-9,2 см и 0,32-1,85 см соответственно в зависимости от варианта.



Рисунок 38 – Яровая пшеница сорта Ульяновская 100, фаза выхода в трубку (внешний вид опыта), июнь 2020 г.

Продуктивность колоса, то есть, число зерен в колосе и масса зерна в колосе, также увеличивались при использовании росторегуляторов и комплексных минеральных удобрений.

Максимальное значение было установлено в варианте мегамикс – цинк + NPK.

Внекорневая обработка растений яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 опытными препаратами оказывает положительное влияние на массу 1000 семян.

В среднем за 2018-2020 гг. данный показатель увеличивался на 0,49-2,80 г. по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, предпосевная обработка семян регуляторами роста, а также применение минеральных удобрений являются сильнодействующим фактором воздействия на растения озимой и яровой пшеницы, а также ячменя не только на начальном этапе роста и развития, но и в течение всего периода индивидуального развития.

Таблица 48

Влияние различных модификаций препарата мегамикс на элементы структуры урожайности яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 (среднее за 2018-2020 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г.	Масса 1000 семян, г.
Контроль	69,91	8,80	24,75	0,84	34,07
Мегамикс - Профи	72,88	9,12	25,77	0,87	34,56
Мегамикс - Азот	72,95	9,34	25,95	0,91	34,78
Мегамикс - Цинк	73,07	9,76	26,30	0,99	35,09
Контроль + NPK	73,42	9,96	26,51	1,23	35,41
Мегамикс – Профи + NPK	75,87	10,05	27,18	1,27	35,53
Мегамикс – Азот + NPK	78,66	10,32	27,52	1,33	36,37
Мегамикс – Цинк + NPK	79,14	10,65	28,15	1,40	36,87

Регуляторы роста активизируют ростовые процессы, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам осенне-зимнего периода у озимых, усиливают минеральное питание и поступление микроэлементов, что в конечном итоге приводит к повышению урожайности, и является эффективным агроприемом в технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА 7. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА

Качество зерна – это совокупность биологических, физико-химических и технологических свойств зерна, которые определяют его пригодность и способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением. Качество зерна является фактором интенсификации сельскохозяйственного производства, поэтому улучшение биохимических показателей качества зерна имеет ключевое значение в отрасли растениеводства. Положительное влияние регуляторов роста отмечают многие авторы в своих исследованиях (Исайчев В.А. и др., 2010; Костин В.И., 2010; Дулов М.И., 2010; Тулькибаева С.А., 2017; Тычинская И.Л., 2021).

Качество зерна зависит от совокупности факторов: метеорологических условий, типа почвы, агротехники, системы удобрений, сортовых качеств семян. Оно часто не удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям. В ходе исследований выявлено, что действие изучаемых минеральных удобрений и регуляторов роста не ограничивается только повышением урожайности, но и оказывает положительное влияние на важнейшие показатели качества зерна озимой пшеницы, такие как: содержание белка, клейковины и ИДК, так как они определяют хлебопекарные свойства муки.

Качество зерна пшеницы часто не удовлетворяет предъявляемых к нему требований, однако, следует отметить, что природно-климатические условия большей части Ульяновской области благоприятны для возделывания и получения зерна пшеницы с хорошими биохимическими и хлебопекарными показателями. Для зернового производства наиболее важными показателями качества зерна являются белок, клейковина, индекс деформации клейковины, крахмал, объемная масса, стекловидность (Кошеляев В.В., 2021; Тимошкин О.А., 2021).

Одним из основных показателей качества зерна является содержание белка. Белок – это длинная цепочка аминокислот. Очень важно, чтобы состав белка, особенно содержание в нем так называемых незаменимых аминокислот, соответствовал потребности организма человека или животного. Дефицит какой-либо важнейшей аминокислоты приводит к тому, что для синтеза белка организмом животного используется только часть растительных аминокислот, остальные выводятся или служат источником энергии. Количество и качество белка в растении зависит от многих факторов, и, как показали исследования, большое значение имеют погодные условия вегетационного периода, особенно в период налива зерна.

Важнейшая составная часть зерна пшеницы – азотистые вещества, состоящие главным образом из белков. От их количества и качества зависит питательная ценность конечной продукции. По содержанию белка среди возделываемых культур пшеница превосходит все остальные зерновые злаки. При оптимальных условиях питания растений оно может достигать 20-25 %, но в производственных условиях содержание белка в зерне пшеницы часто не превышает 12-13%, что объясняется влиянием погодных условий, низким уровнем агротехники, недостаточным качеством посевного материала и другими факторами. При низком содержании общего белка (ниже 11%) в пшенице формируется недостаточное количество клейковинного белка, который предопределяет технологические свойства зерна и выработанной из него муки.

Синтез и накопление белков в зерновках злаковых культур происходит в основном за счет оттока азотистых веществ (главным образом аминокислот) из вегетативных органов. Наибольшее количество азотистых веществ поступает в формирующиеся зерновки из листьев, особенно верхнего яруса.

Белок – это сложный комплекс высокомолекулярных органических соединений, в элементарном составе которых около 53 % углерода, 17 % азота, 7 % водорода. Большая часть белков в зерне находится в эндосперме, причем в твердой форме, в качестве запасного вещества, что делает их более стойкими к химическим и физическим воздействиям.

Белок является основой жизненных процессов, протекающих в растительных организмах, находясь во всех органах растений с различной концентрацией. Среди элементов питания белкам принадлежит особенно важное место, так как потребность в них всех видов животных и человека весьма высока – от 14% до 25% сухой массы рациона. В то же время они не могут быть заменены никакими другими компонентами пищи.

Под воздействием регуляторов роста активизируются процессы, связанные с синтезом и накоплением белка в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К, что в конечном итоге способствует повышению его содержания.

Обработка семян опытными регуляторами роста способствовала повышению содержания белка в зерне озимой пшеницы в среднем за 2006-2008 гг. на 0,83-1,88 %.

Наибольшее содержание белка 13,63 и 13,31 % отмечено в вариантах с применением мелафена в концентрациях $1 \cdot 10^{-7}$ % и $1 \cdot 10^{-8}$ %, что на 1,56 и 1,88 % выше контроля (табл. 49).

Таблица 49

Влияние регуляторов роста на содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Вариант	Год исследований			Среднее	Прибавка к контролю
	2006	2007	2008		
Контроль	11,69	12,38	11,17	11,75	-
Гиббереллин	13,05	13,52	11,86	12,81	+1,06
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	14,59	14,09	12,20	13,63	+1,88
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	13,68	13,83	12,43	13,31	+1,56
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	12,22	13,86	12,54	12,87	+1,12
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	12,88	13,11	11,74	12,58	+0,83

В наших исследованиях на основании множественного корреляционного анализа выявлена зависимость содержания белка в зерне озимой пшеницы от накопления сухого вещества, площади листовой поверхности и ЧПФ.

Результаты корреляционного анализа за 2006 год: фаза кушения: $y = 12,600 + 0,00615x_2 - 0,388x_3$, где y - содержание белка в зерне, %, x_1 - сухое вещество, г (в определении 10 растений), x_2 - площадь листовой поверхности, $см^2$ (в определении 10 растений), x_3 - ЧПФ, $г/м^2$. На накопление белка наибольшее влияние оказывает площадь листовой поверхности - 27,42% при общей зависимости от всех исследуемых факторов в 41,75 %, $r = 0,65$. В фазу выхода в трубку: $y = 14,514 + 0,328x_1 - 0,678x_3$, максимальное влияние оказывает чистая продуктивность фотосинтеза - 25,07 %, $D = 30,61$ %, $r = 0,55$. В фазу колошения: $y = 0,893 + 0,189x_1 + 0,00422x_2 + 0,059x_3$, высокая зависимость содержания белка в зерне наблюдается также от накопления сухого вещества - 44,25 %, $D = 60,29$ %, $r = 0,78$. В фазу молочной спелости из исследуемых факторов оказывает влияние только площадь листовой поверхности: $y = 4,848 + 0,121x_1$, $D = 57,05$ %, $r = 0,76$.

Результаты корреляционного анализа за 2007 год показывают, что в фазу кушения наблюдается высокая зависимость содержания белка в зерне от ЧПФ - 74,17 %, $y = 2,895 + 0,509x_1 + 0,00218x_2 + 1,127x_3$, $D = 93,78$ %, $r = 0,968$. В фазу выхода в трубку $y = 0,254 + 0,172x_1 + 0,855x_3$ отмечается наибольшая зависимость от чистой продуктивности фотосинтеза - 56,29 %, $D = 92,94$ %, $r = 0,85$. В фазу колошения: $y = 4,326 + 0,213x_1$, содержание белка в зерне из используемых факторов зависит только от сухого вещества - 80,62 %, $D = 80,62$ %, $r = 0,898$. В фазу молочной спелости: $y = 4,426 + 0,0208296x_1 + 0,00711x_2$, отмечается высокая зависимость от площади листьев - 80,5 %, $D = 94,37$ %, $r = 0,971$.

Анализ уравнений за 2008 год показывает, что в фазу кушения

наблюдается зависимость содержания белка в зерне озимой пшеницы от площади листьев – 65,3 %, $y = 4,604 + 0,01467x_2$, $D = 42,67$ %, $r = 0,65$. В фазу выхода в трубку: $y = 0,407 + 0,01303x_2$ также прослеживается наибольшая связь между накоплением белка в зерне и площадью листьев – 54,33 %, $D = 54,333$ %, $r = 0,74$. В фазу колошения – $y = 2,651 + 0,0638x_1 + 0,00422x_2$ максимальная зависимость отмечается от площади листьев – 26,06 %, $D = 47,75$ %, $r = 0,69$. В фазу молочной спелости – $y = -5,811 + 0,1151x_1 + 0,00864x_2$ наблюдается высокая зависимость от сухого вещества – 48,81 %, $D = 64,21$ %, $r = 0,80$.

В среднем за годы исследований на накопление белка в фазу кущения наибольшее влияние оказывает площадь листовой поверхности – 54,4 % при общей зависимости от всех исследуемых факторов в 63,6 %, $r = 0,8$, $y = 6,589 + 0,529x_1 + 0,00895x_2$.

В фазу выхода в трубку данная зависимость сохраняется: $y = 4,362 + 0,233x_1 + 0,00716x_2$, $D = 54,1$ %, $r = 0,7$.

В фазу колошения наблюдается аналогичная тенденция, но отмечается и небольшая зависимость от ЧПФ: $y = 4,354 + 0,0468x_1 + 0,00783x_2 + 0,22 x_3$, $D = 76,8$ %, $r = 0,8$.

В фазу молочной спелости содержание белка на 78 % зависит от накопления сухого вещества: $y = 4,08 + 0,124x_1$, $D = 78,8$ %, $r = 0,8$.

Исследования показывают, что используемые регуляторы роста и развития растений, а также минеральные удобрения способствуют увеличению содержания белка в зерне озимой пшеницы сорта Казанская 560 на 0,53-1,55 % на естественном фоне и на 1,21-3,09 % на удобренном фоне (табл. 50).

Наибольшее содержание белка в зерне пшеницы во все годы исследований наблюдалось в вариантах альбит и крезацин, причём на обоих фонах питания.

Анализируя динамику накопления белка в зерне по годам исследований следует отметить, что относительно благоприятные погодноклиматические условия 2008, 2009 и 2011 гг. способствовали наибольшему синтезу белковых веществ.

Аномальные, острозасушливые условия вегетационного периода 2010 года привели не только к значительному снижению урожайности озимой пшеницы, но и к минимальным показателям по содержанию белка в зерне.

Наблюдаемая тенденция подтверждает то, что формирование качества зерна чаще всего является результатом взаимосвязи трёх внешних факторов – света, тепла и влаги.

На основании математической обработки данных методом корреляционно-регрессионного анализа обнаружена положительная связь между урожайностью озимой пшеницы сорта Казанская 560 и содер-

жанием белка в зерне: значение совокупного коэффициента множественной корреляции $R = 0,955$; коэффициента детерминации $D = 91,22$ %.

Уравнение регрессии имеет следующий вид: $Y = 6,457 + 0,23x$.

Таблица 50
Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Казанская 560, %

Вариант	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднее
Контроль	10,94	11,06	10,89	14,02	11,73
Гумимакс	11,34	12,08	11,34	14,25	12,26
Альбит	13,11	13,00	12,14	14,93	13,28
Крезацин	11,86	12,20	11,63	14,71	12,60
Контроль +NPK	12,20	12,60	11,91	15,05	12,94
Гумимакс +NPK	13,40	13,62	13,05	15,28	13,85
Альбит +NPK	15,11	14,48	13,68	16,07	14,82
Крезацин + NPK	13,00	13,80	13,22	14,88	13,68
НСР ⁰⁵					
1 фактор	0,43	0,51	0,42	0,46	
2 фактор	0,61	0,72	0,59	0,66	

1 Фактор – регуляторы роста растений

2 Фактор – минеральные удобрения

В проведенных исследованиях под действием регуляторов роста содержание белка в зерне яровой пшеницы повышалось на 0,13-2,13 % в зависимости от варианта.

Наибольшее увеличение наблюдалось в вариантах крезацин и энергия (табл. 51).

Количество и качество белка в растении зависит от многих факторов, и, как показали исследования, большое значение имеют погодные условия вегетационного периода, особенно в период налива зерна. Результаты исследований (табл. 52) свидетельствуют, что используемые препараты способствовали улучшению качественных показателей зерна озимой пшеницы сорта Бирюза.

Под действием регуляторов роста содержание белка в зерне озимой пшеницы повышалось на 0,50-1,30 % на фоне естественного плодородия почвы, на 0,97-1,42 % на фоне NPK, на 0,63-2,61 % на фоне NPKS. Наибольшее содержание белка на вариантах альбит NPKS и цеце NPKS.

Таблица 51

Содержание белка в зерне яровой пшеницы сорта Землячка, % (за 2010-2013 гг.)

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
Контроль	10,87	14,10	11,07	11,33	11,84
Крезацин	12,20	14,87	13,03	12,10	13,05
Энергия	12,13	15,40	13,20	12,53	13,32
Альбит	11,00	14,47	12,43	12,40	12,58
Гуми	11,31	14,37	12,33	12,10	12,53
Циркон	12,27	14,33	12,93	12,20	12,93
Экстрасол	11,60	15,17	13,07	12,30	13,03
НСР ₀₅	0,28	0,52	0,55	0,61	–

Таблица 52

Показатели качества зерна озимой пшеницы Бирюза в зависимости от применения минеральных удобрений и регуляторов роста (среднее за 2011-2015 гг.).

Вариант	Белок, %	Массовая доля клейковины, %	ИДК, ед.
Неудобренный фон			
Контроль (без PP)	13,56	32,00	47,00
Альбит	14,38	33,10	65,00
Цецеце	14,86	33,80	67,00
Энергия	14,06	32,40	64,00
Фон NPK			
Контроль (без PP)	14,48	34,40	64,00
Альбит	15,68	37,30	64,00
Цецеце	15,90	38,00	72,00
Энергия	15,45	36,30	63,00
Фон NPKS			
Контроль (без PP)	14,93	35,30	72,00
Альбит	16,07	39,10	75,00
Цецеце	17,54	40,00	66,00
Энергия	15,56	36,40	68,00

В 2011 году содержание белка в зерне озимой пшеницы на контроле составило 14,13 %. Внесение регуляторов роста увеличило данный показатель до 14,36-15,98 % на неудобренном фоне, до 16,30-16,53 % на фоне NPK. Наибольшее его содержание было на фоне внесения NPKS с применением регуляторов роста альбит и цецеце – 16,42 и 16,70 %. По-видимому, это связано с перераспределением белка ме-

жду вегетативными и генеративными органами.

Во второй год исследований значения были ниже и варьировали в пределах 12,77-14,59 % в зависимости от варианта опыта. Применение регуляторов роста на фоне NPK способствовало повышению содержания белка на 0,5-1,4 % относительно неудобренного фона. Максимальные значения получены на фоне NPKS с применением альбита и цецеце (14,19 и 14,59 % соответственно).

Самое высокое содержание белка в зерне отмечалось в третий год исследований. Применение опытных препаратов на фоне почвенного плодородия повышало исследуемый показатель на 0,8-1,5 % относительно контрольного варианта. Преимущество оставалось за вариантами альбит NPKS и цецеце NPKS.

Белок в ячмене содержит все необходимые аминокислоты, включая особо дефицитные и наиболее ценные (лизин и треонин). Зерно ячменя широко применяют в качестве высококонцентрированного корма. В 1 кг зерна содержится 1,27 к.ед. и 100 грамм переваримого белка. Используется в качестве корма для животных всех видов, особенно широко используется для откорма свиней. Удельный вес ячменя в составе комбикорма достигает 50 % и выше.

Проведенные исследования в 2015-2017 гг. на ячмене Нутанс 553 показывают, что под влиянием изучаемых факторов содержание белка в зерне ячменя увеличивается с 0,07 до 1,34 %, в зависимости от варианта (табл. 53). Наибольшее содержание белка получено в 2016 году в варианте мегамикс на фоне минеральных серосодержащих удобрений. Независимо от погодных условий под влиянием препарата мегамикс на всех фонах плодородия во все годы исследований происходит более интенсивное накопление белка в зерне опытной культуры.

Установлено, что содержание белка в зерне яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 в 2018-2020 гг. зависит от модификации применяемого препарата мегамикс и фона минерального питания (удобренный или неудобренный). Как показали проведенные исследования, под действием внекорневой обработки различными модификациями препарата мегамикс содержание белка в зерне яровой пшеницы в среднем за 2018-2020 гг. повышалось на 0,67-1,03 % в зависимости от варианта. Наибольший прирост данного показателя получен при обработке препаратом мегамикс – цинк. Совместное применение опытных препаратов с нитроаммофоской способствовало более значительному приросту содержания белка в зерне яровой пшеницы, что составило 1,33-1,61 %. Это обусловлено более сбалансированным фоном минерального питания растений.

Таблица 53

Влияние жидких удобрительных смесей и минеральных удобрений на содержание белка в зерне ячменя сорта Нутанс 553, % (2015-2017 гг.)

Вариант	Содержание белка			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Контроль	9,3	9,5	9,2	9,33
Нагро	9,4	9,4	9,3	9,40
Мегамикс	9,5	9,5	9,4	9,47
Контроль + NPK	10,5	10,9	10,2	10,53
Нагро + NPK	9,7	10,5	10,2	10,10
Мегамикс + NPK	9,8	10,4	10,3	10,17
Контроль + NPKS	9,1	10,5	10,4	10,00
Нагро + NPKS	9,8	10,8	10,5	10,40
Мегамикс + NPKS	10,3	11,0	10,7	10,67

Наилучший результат получен в варианте совместного использования препарата Мегамикс в модификации с цинком и нитроаммофоской (табл. 54).

Анализ динамики накопления белка в зерне яровой пшеницы по годам исследований показывает, что существенной разницы в отдельные годы не наблюдается. Это обусловлено в первую очередь тем, что погодные условия в период формирования репродуктивной части растений были схожими и существенно не различались.

В Российской Федерации одним из важнейших показателей, определяющих технологические достоинства хлебопекарной пшеницы, является массовая доля клейковины. Это основной показатель при определении товарного класса пшеницы, регламентируемый стандартом, поскольку многообразие почвенно-климатических условий, резкие колебания метеоусловий по годам, а также влияние вредителей и болезней растений не позволяют ограничиваться только таким количественным показателем белково-протеинозного комплекса зерна, как содержание белка. При одном и том же содержании белка может быть совершенно различное содержание клейковины разного качества.

У пшеницы формирование клейковинного комплекса зерна происходит по мере накопления запасных белков, в процессе созревания содержание клейковины повышается, улучшается её качество. В фазу молочной спелости зерна клейковина имеет низкую гидратационную способность и плохую связность, а к фазе полной спелости она приобретает характерные для неё реологические свойства.

Таблица 54

Содержание белка в зерне яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 при внекорневом применении различных модификаций препарата мегамикс

Вариант	Содержание белка, %			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Контроль 1 (без удобрений)	11,20	10,11	11,14	10,82
Мегамикс -Профи	12,23	10,45	11,78	11,49
Мегамикс - Азот	12,42	10,76	11,89	11,69
Мегамикс - Цинк	12,57	10,98	12,01	11,85
Контроль 2 + NPK	12,57	11,43	12,17	12,06
Мегамикс – Профи + NPK	12,69	11,45	12,32	12,15
Мегамикс - Азот+ NPK	12,87	11,56	12,54	12,32
Мегамикс - Цинк+ NPK	12,91	11,71	12,66	12,43

Главным показателем, определяющим хлебопекарные свойства зерна, является содержание массовой доли клейковины, которое может колебаться от 7,0 до 50 %, но в ещё большей степени она определяется качеством этой клейковины. Под качеством клейковины обычно подразумевают совокупность её физических свойств: растяжимость, упругость, эластичность, вязкость, связность, а также способность сохранять исходные физические свойства. Она образует, так называемый, остов или скелет хлеба, обуславливает газодерживающую способность теста.

При достаточном количестве хорошей массовой доли клейковины тесто становится пористым и легко пропекаемым. Качество клейковины и ее выход зависят не только от сортовых особенностей зерна, но и от района возделывания, погодно-климатических условий, энтомологического фактора (Макушин А.Н., 2012; Мазалов В.И., 2019).

Одним из основных критериев технологических свойств клейковины является способность образовывать эластичную структуру мякши под влиянием газообразования. Качество клейковины чаще всего измеряется с помощью индекса деформации клейковины (далее – ИДК) в условных единицах. В зависимости от показания прибора

клейковину относят к одной из трёх групп качества.

Наши исследования показывают (таб. 55, приложение 48), что содержание клейковины в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К в среднем за годы исследований увеличивается в вариантах с предпосевной обработкой семян регуляторами роста. Необходимо отметить, что наибольшее повышение клейковины отмечается на вариантах гиббереллин и мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, на которых значение данного показателя выше контроля на 1,85 и 2,65 % соответственно.

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

Таблица 55

Качество зерна озимой пшеницы сорта Волжская К (среднее за 2006-2008 гг.)

Вариант	Массовая доля клейковины, %	ИДК, у.е.
Контроль	22,40	87,33
Гиббереллин	25,40	85,00
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	25,63	82,00
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	25,10	82,33
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	24,60	83,17
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	24,33	82,17
НСР ₀₅	0,19	3,40

По результатам опытов содержание клейковины в зерне озимой пшеницы сорта Казанская 560 в среднем за годы исследований колебалось от 21,8 до 25,3 % в зависимости от варианта. Наибольшее содержание клейковины наблюдалось в варианте альбит как на естественном, так и на удобренном фонах. Прибавка к контролю составила 2,7 – 3,5 % в зависимости от фона питания (табл. 56).

Исследования показали, что качество клейковины зерна опытной культуры изменяется под действием используемых регуляторов роста растений и минеральных удобрений (табл.57).

Наилучшие результаты по данному показателю наблюдаются в вариантах альбит и крезацин на обоих фонах питания данной культуры.

Показания ИДК изменяются от 46 до 74 условных единиц, в зависимости от варианта, что соответствует I группе качества.

Таблица 56

Массовая доля клейковины в зерне озимой пшеницы сорта Казанская 560 в зависимости от применения регуляторов роста и минеральных удобрений, %

Вариант	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднее содержание клейковины, %	Прибавка	
						в абс. выражении	в % к контролю
Контроль	21,2	22,0	22,4	21,7	21,8	-	-
Гумимакс	21,8	22,8	24,0	22,8	22,9	1,1	5,0
Альбит	24,6	24,6	25,0	23,6	24,5	2,7	12,4
Крезацин	22,0	22,8	23,2	23,1	22,8	1,0	4,6
Контроль +НРК	22,4	22,6	23,0	22,3	22,6	-	-
Гумимакс +НРК	23,0	23,4	23,6	23,6	23,4	0,8	3,5
Альбит +НРК	25,2	25,6	25,3	25,0	25,3	2,7	11,9
Крезацин + НРК	23,2	23,6	24,0	23,2	23,5	0,9	4,0
НСР ⁰⁵	0,15	0,22	0,33	0,36			
1 фактор	0,21	0,31	0,47	0,52			
2 фактор							

1 Фактор – регуляторы роста растений

2 Фактор – минеральные удобрения

Установлено, что в зерне яровой пшеницы данный показатель максимально увеличивался по сравнению с контролем в вариантах контроля и энергия на 3,27-3,47 % соответственно (табл. 58).

Установлена положительная корреляционная зависимость между накоплением массовой доли клейковины и содержанием азота: в листьях – в фазу кущения ($D = 66,04 \%$, $r = 0,81$), в стеблях – в фазу выхода в трубку и колошения ($D = 88,6 \%$, $R = 0,94$), в колосьях – в фазу колошения, молочной и полной спелости ($D = 89,9 \%$, $R = 0,94$).

Множественный корреляционный анализ показывает, что накопление массовой доли клейковины в зерне имеет тесную связь с содержанием фосфора в листьях, уравнение регрессии имеет вид: $Y = 7,843 + 8,001x_3 + 43,88x_4$, ($D = 89,6 \%$, $R = 0,94$), где Y – массовая доля клейковины в зерне, x_3 – содержание фосфора в фазу колошения; x_4 – содержание фосфора в фазу молочной спелости; в стеблях $Y = 13,535 + 4,157x_2 + 40,495x_3$, ($D = 89,5 \%$, $R = 0,94$), где Y – массовая доля клей-

ковины в зерне, x_2 – содержание фосфора в фазу колошения; x_3 – содержание фосфора в фазу молочной спелости; в колосьях $Y = 5,931 + 31,439x_1 + 12,941x_2$ ($D = 77,4 \%$, $R = 0,88$), где Y – массовая доля клейковины в зерне, x_1 – содержание фосфора в фазу колошения; x_2 – содержание фосфора в фазу молочной спелости.

Таблица 57

Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на качество клейковины в зерне озимой пшеницы сорта Казанская 560

Вариант	2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.	
	ИДК усл. ед.	Группа качества	ИДК усл.ед.	Группа качества	ИДК усл. ед.	Группа качества	ИДК усл. ед.	Группа качества
Контроль	46	I	46	I	47	I	46	I
Гумимакс	52	I	50	I	53	I	54	I
Альбит	60	I	57	I	62	I	61	I
Крезацин	58	I	54	I	57	I	58	I
Контроль+NPК	59	I	56	I	57	I	57	I
Гумимакс+НРК	64	I	62	I	65	I	66	I
Альбит+НРК	70	I	72	I	74	I	71	I
Крезацин+НРК	66	I	65	I	68	I	67	I

Результаты исследований показывают, что по показателю ИДК в среднем за годы исследований предпосевная обработка семян регуляторами роста способствовала формированию клейковины, свойственной зерну яровой пшеницы, относимой к первой группе качества. Отмечается снижение упругости клейковины в вариантах крезацин, альбит и в контрольном варианте.

Внесение минеральных удобрений и регуляторов роста во все годы исследований оказало положительное влияние на продуктивность озимой пшеницы сорта Бирюза как в благоприятный, так и неблагоприятные по агроклиматическим условиям. Активизация производственного процесса в конечном итоге способствовала улучшению качества зерна (приложение 51).

Таблица 58

Количество и качество клейковины в зерне яровой пшеницы сорта Землячка в среднем (за 2010-2013 гг.)

Вариант	Массовая доля клейковины, %	ИДК, у.е.	Группа качества клейковины
Контроль	22,44	81,11	II
Крезацин	25,71	76,70	II
Энергия	25,91	72,70	I
Альбит	24,44	77,70	II
Гуми	24,71	75,70	I
Циркон	24,51	74,70	I
Экстрасол	25,01	75,60	I

В 2011 году содержание клейковины в зерне при внесении регуляторов роста в чистом виде варьировало от 33,8 до 34,9 %, на фоне минеральных удобрений NPK – от 38,3 до 38,8 %, на фоне NPKS – от 37,3 до 39,2 %. Показатель ИДК в данный год равнялся 46-74 единицам, что соответствовало I группе.

Во второй год исследований содержание клейковины в зерне на неудобренном фоне на контроле составило 28,6 %, применение регуляторов роста альбит и цецеце повысило показатель до 29,4 и 30,4 %, что выше варианта энергии и альбита на 0,4-1,4 % соответственно. На фоне минерального питания содержание рассматриваемого показателя увеличилось до 31,1 % (на контроле) – 35,8 % (цецеце), качество при этом соответствовало I группе и равнялось 67 и 74 единицам ИДК. Значения на фоне NPKS были выше предыдущего фона на 1,8-2,5 %. Максимальные показатели были определены на вариантах альбит (35,1%) и цецеце (37,6 %) на фоне NPKS. Качество при этом соответствовало I группе и равнялось 68 и 76 единицам ИДК. На варианте с использованием регулятора роста энергия содержание клейковины составило 34,2 %.

В 2014-2015 гг. содержание клейковины в варианте энергия на фоне естественного почвенного плодородия составило 34,3 %, на фоне NPK – 38,2 %, на фоне NPKS – 37,8 % соответственно. На вариантах альбит и цецеце на соответствующих фонах получены наибольшие показатели – 35,9 и 36,1 %; 39,1 и 39,4 %; 43,0 и 43,3 %.

Массовая доля клейковины в зерне озимой пшеницы в среднем за три года исследований варьировала от 32,0 % (контроль) до 40,0 % (цецеце NPKS). Внекорневое внесение регуляторов роста повысило данный показатель на 0,4-1,8 % по сравнению с контрольным вариантом.

При использовании данных препаратов на фоне минеральных

удобрений (NPK) количество ее возросло на 1,9-3,6 %, на фоне NPKS – на 1,1-4,7 %. Максимальные значения определяемого показателя получены в вариантах альбит NPKS и цецеце NPKS, что составило 39,1 и 40,0 %, качество при этом соответствовало I группе и равнялось 72 единицам ИДК. На вариантах энергия и альбит на данном фоне значения составили 36,4 и 39,1 %, показатель ИДК равнялся 68 и 75 единицам, качество при этом соответствовало I группе.

В результате проведенных опытов 2018-2020 гг. установлено, что массовая доля клейковины в зерне яровой пшеницы Ульяновская 100 по годам исследований значительных колебаний не претерпевала, что можно объяснить достаточно стабильными погодными условиями и неизменяемой технологией возделывания в эти годы.

Однако, использование различных модификаций препарата мегамикс при внекорневой обработке как в чистом виде, так и на фоне с минеральным удобрением способствует увеличению массовой доли клейковины в зерне яровой пшеницы.

В среднем за годы исследований, по сравнению с контрольным вариантом, превышение составило 0,71-1,57 % (неудобренный фон) и 1,94-2,60 % (удобренный фон) в зависимости от варианта опыта. Максимальная прибавка наблюдалась в варианте совместного применения препарата мегамикс в модификации с цинком и нитроаммофоской.

Анализ динамики ИДК в зерне яровой пшеницы по годам исследований показал аналогичную ситуацию с содержанием массовой доли клейковины, то есть значительных изменений не наблюдается. Если же анализировать данный показатель по вариантам опыта, можно говорить о том, что применение препарата мегамикс и комплексного минерального удобрения способствует снижению индекса деформации клейковины, что, в свою очередь, улучшает технологические достоинства зерна пшеницы.

В среднем за 2018-2020 гг. ИДК в зерне яровой пшеницы снижался на 4,44-6,47 у.е. Наилучший результат получен в варианте мегамикс – цинк на фоне с нитроаммофоской (табл. 59).

Также следует отметить, что внекорневая обработка растений яровой пшеницы различными модификациями препарата мегамикс способствовала формированию клейковинного комплекса, свойственного зерну пшеницы, относимой к первой и второй группе качества.

При оценке мукомольных свойств продукции определяют натуру или объемную массу зерна.

Натура - это выражение качественного определения зерновой массы, ее выполненности. Хорошо выполненное, развитое зерно отличается более высоким относительным содержанием эндосперма.

Таблица 59

Количество и качество клейковины в зерне яровой пшеницы сорта Ульяновская 100

Вариант	Массовая доля клейковины, %				ИДК, у.е.			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сред нее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сред нее
Контроль 1	22,54	21,56	22,80	22,3	81,08	79,77	80,45	80,43
Мегамикс – Профи	23,95	21,88	23,21	23,01	74,99	75,14	76,70	75,61
Мегамикс - Азот	24,45	22,43	23,42	23,43	75,81	75,00	76,43	75,75
Мегамикс - Цинк	24,84	22,99	23,78	23,87	77,14	74,87	75,98	75,99
Контроль 2 + NPK	24,99	23,11	24,61	24,24	75,65	75,12	75,76	75,51
Мегамикс– Профи+NPK	25,92	23,59	24,76	24,76	76,40	75,08	75,23	75,57
Мегамикс – Азот+ NPK	25,93	23,80	24,97	24,90	72,74	74,79	74,67	74,07
Мегамикс - Цинк+ NPK	25,97	24,09	25,10	25,05	72,84	74,70	74,35	73,96

При размоле высококачественного зерна можно получить больше муки, чем из низкачественного, с большим содержанием оболочек.

Результаты наших исследований показывают, что обработка семян мелафеном и пифафеном способствует улучшению природы зерна озимой пшеницы сорта Волжская К в среднем на 4,7-14,7 г/л.

Необходимо отметить, что наибольшее значение данного показателя наблюдается на вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % и мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, на которых превышение значения контроля составляет 13,4 и 14,7 г/л соответственно. Натурная масса зерна на вариантах с применением мелафена в обеих концентрациях незначительно превышает значения на варианте с применением гиббереллина (табл. 60).

Опытами установлено, что наибольшая объемная масса зерна яровой пшеницы сорта Землячка соответствует вариантам крезацин и энергия, на которых по сравнению с контролем прибавка составила 12,7-14,7 г/л (табл. 61).

Таблица 60

Качество зерна озимой пшеницы сорта Волжская К (среднее за 2006-2008 гг.)

Вариант	Натурная масса, г/л
Контроль	784,33
Гиббереллин	796,67
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	799,33
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	797,67
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	789,00
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	792,33
НСР ₀₅	10,3

Таблица 61

Влияние регуляторов роста на натуру зерна яровой пшеницы, сорта Землячка, г/л. (за 2010-2013 гг.)

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2010 – 2013 гг.
Контроль	700,0±1,6	748,3±1,5	716,0±2,0	734,7±1,5	724,7
Крезацин	709,0±1,4	762,7±2,1	728,0±1,0	750,3±2,1	737,5
Энергия	709,7±1,5	767,3±1,5	728,7±1,5	752,3±1,5	739,5
Альбит	706,3±1,2	756,0±1,0	725,0±1,0	742,0±1,0	732,3
Гуми	710,0±1,1	755,7±1,5	724,3±1,5	742,3±1,5	733,1
Циркон	711,0±1,0	756,3±1,5	727,0±1,0	747,7±2,1	735,5
Экстрасол	707,0±1,0	758,3±2,1	724,0±1,0	744,7±2,3	733,5

Исследования в 2015-2017 гг. на ячмене сорта Нутанс 553 показали, что самая высокая натура зерна наблюдается в варианте мегамикс на фоне минеральных серосодержащих удобрений, что выше контроля на 10,6 % в 2015 году, в 2016 и 2017 гг. на 10,3 %.

В среднем за годы исследований прибавка от используемых факторов составила 2,3-26,3 г/л в зависимости от варианта (табл. 62).

Ввиду того, что натура не может дать всестороннего представления о физической добротности исследуемого зерна, в лабораторной практике определяют еще вес 1000 зерен. Этот показатель рассматривается как дополнительный к объемному весу. Масса 1000 зёрен показывает количество вещества, содержащегося в зерне, его крупность. Естественно, что более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 зёрен. В крупном зерне количество оболочек и масса зародыша по отношению к ядру наименьшие. Масса 1000 зёрен является также хорошим показателем качества семенного материала. Крупные семена дают более мощные и более продуктивные растения.

Таблица 62

Натура и масса 1000 зерен ячменя сорта Нутанс 553 (2015-2017 гг.)

Вариант	Натура ячменя, г/л				Масса 1000 зерен, г			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Контроль	660	685	682	675,7	48,7	49,2	48,5	48,8
Нагро	667	690	686	681,0	49,0	50,1	49,1	49,4
Мегамикс	669	693	690	684,0	49,8	50,6	49,7	50,0
Контроль + NPK	666	695	692	684,3	48,9	49,8	49,8	49,5
Нагро+ NPK	672	680	696	682,7	49,6	49,6	50,0	49,7
Мегамикс + NPK	680	687	698	688,3	50,0	49,6	50,2	49,9
Контроль + NPKS	698	700	695	697,7	49,7	50,7	50,0	50,1
Нагро+ NPKS	699	702	698	699,7	49,8	50,9	50,1	50,3
Мегамикс + NPKS	700	705	701	702	49,7	50,9	50,5	50,4
НСП ₀₅	4,2	1,9	3,7		0,19	0,33	0,85	

Химический состав зерна зависит от соотношения углеводов и белков в эндосперме. Кроме того, большое влияние на суммарный химический состав оказывает соотношение зародыша и эндосперма, что определяется главным образом степенью выполненности зерна при его наливе.

Показатель массы 1000 зерен ячменя в 2015 году был наибольшим в варианте мегамикс на фоне минеральных удобрений (50,0 г), что выше контроля на 2,6 % (табл. 62). В 2016-2017 годах наилучший результат был в варианте совместного использования мегамикса и серосодержащих минеральных удобрений (выше контроля на 3,4 – 4,1 % соответственно).

Пленчатость зерна — это отношение количества оболочек к общему количеству необрушенного зерна, выраженное в процентах. Пленчатость влияет на пищевую ценность зерна: чем она выше, тем меньше в нем питательных веществ.

Кроме того, она создает дополнительные трудности при переработке зерна, а также повышает стоимость готового продукта. По пленчатости различают тонкопленчатые ячмени с содержанием 6-7 % пленок, средние – 8-9 % пленок и грубопленчатые с содержанием 10 % и более пленок.

Пленчатость у зерна зависит от ряда факторов: сортовых особен-

ностей, климатических условий, района выращивания. Пленчатость является одним из показателей пивоваренных качеств ячменя, но и для кормовых ячменей этот показатель играет немаловажную роль, так как именно оболочки богаты минералами и витаминами, что сказывается на кормовой ценности комбикормов, производимых из кормовых ячменей.

Результаты исследований на ячмене сорта Нутанс 553 показывают, что пленчатость зерна изменяется в зависимости от варианта. Минимальный процент пленчатости наблюдается в 2015-2016 годах в вариантах мегамикс в чистом виде и мегамикс на фоне серосодержащих минеральных удобрений, что составляет 10,3-10,4 % (табл. 63). В 2017 году показатель пленчатости был выше, что можно объяснить большим количеством осадков в период вегетации.

Таблица 63

Влияние жидких удобрительных смесей и минеральных удобрений на пленчатость ячменя сорта Нутанс 553, % (2015-2017 гг.)

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Контроль	11,2	11,4	11,7	11,4
Нагро	10,5	11,0	11,3	10,9
Мегамикс	10,3	10,4	11,0	10,6
Контроль + NPK	10,6	10,9	11,5	11,0
Нагро+ NPK	10,8	11,0	11,3	11,0
Мегамикс + NPK	11,0	11,2	11,2	11,1
Контроль + NPKS	10,6	10,6	11,3	10,8
Нагро+ NPKS	10,4	10,4	11,3	10,7
Мегамикс + NPKS	10,3	10,3	11,1	10,6
НСП ₀₅	0,17	0,15	0,14	

Установлено, что условия дополнительного минерального питания микроэлементами при предпосевной обработке семян и внекорневых подкормках оказывают благоприятное влияние на скорость и направление ферментативных процессов, участвующих в создании качественных показателей в растениях кормового ячменя, в связи с этим можно изменять в желаемом направлении обмен веществ растений (Исайчев В.А., 2016, 2017, 2019; Уткин А.А., 2021).

Исследования 2018-2020 гг. показали, что самая высокая натура зерна яровой пшеницы Ульяновская 100 наблюдается в варианте мегамикс – цинк на фоне минеральных комплексных удобрений, что выше контроля на 23,3 г/л в 2018 году, в 2019 году на 20,7 г/л и в 2020 году на 12,1 г/л.

В среднем за годы исследований прибавка от используемых фак-

торов составила 4,8-18,7 г/л в зависимости от варианта (табл. 64).

Таблица 64

Влияние различных модификаций препарата мегамикс на массу яровой пшеницы сорта Ульяновская 100, г/л (2018 - 2020 гг.)

Вариант	Натура (объёмная масса), г/л			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Контроль	725,4	705,6	743,1	724,7
Мегамикс -Профи	733,3	711,4	743,9	729,5
Мегамикс - Азот	733,5	714,9	745,0	731,1
Мегамикс - Цинк	734,4	717,0	747,2	732,9
Контроль + NPK	738,2	723,5	751,5	737,7
Мегамикс – Профи + NPK	742,8	724,4	753,6	740,3
Мегамикс – Азот + NPK	744,3	725,1	754,4	741,3
Мегамикс – Цинк + NPK	748,7	726,3	755,2	743,4

Ключевое значение при оценке качества зерна придается не только содержанию белков, но и другим показателям, характеризующим питательную ценность и хлебопекарные качества яровой пшеницы (Исайчев В.А., 2020).

К таким показателям относится содержание крахмала в зерне. Из крахмала при выпечке хлеба образуется коллоидная система (студень), способствующая вместе с клейковинным комплексом формированию эластичного мякиша, то есть созданию структуры хлеба.

Максимальное содержание крахмала в зерне яровой пшеницы Землячка наблюдалось в 2011 году в варианте энергия – 60,37 %, минимальное значение данного показателя было установлено в 2010 году в варианте альбит - 53,53 %. Различные погодно-климатические условия за годы исследований оказывали заметное влияние на уровень крахмала в зерне опытной культуры.

За годы исследований установлено, что под действием регуляторов роста содержание крахмала увеличивается по сравнению с контролем на 2,01-5,08 % в зависимости от варианта. Наилучшие результаты наблюдаются при использовании регуляторов роста крезацин и энергия (рис. 39).

В 2018-2020 гг. установлено, что под действием препарата мегамикс и комплексного минерального удобрения в среднем за годы исследований содержание крахмала в зерне яровой пшеницы Ульяновская 100 увеличивается по сравнению с контролем на 1,81-4,99 % в зависимости от варианта.

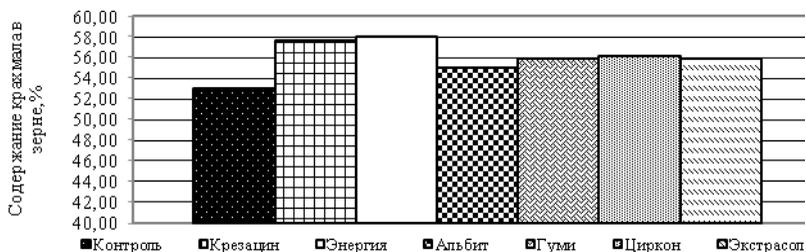


Рисунок 39 – Влияние регуляторов роста на содержание крахмала в зерне яровой пшеницы сорта Землячка, % (среднее за 2010-2013 гг.)

Наиболее эффективным является применение жидкого минерального удобрения мегамикс – цинк на удобренном фоне (табл. 65).

Таблица 65
Содержание крахмала в зерне яровой пшеницы сорта Ульяновская 100, %

Вариант	Содержание крахмала, %			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Контроль 1	52,12	49,66	51,22	51,00
Мегамикс - Профи	55,30	51,45	51,67	52,81
Мегамикс - Азот	55,45	51,88	51,99	53,11
Мегамикс - Цинк	55,89	52,64	52,39	53,64
Контроль 2 + NPK	56,49	53,71	52,76	54,32
Мегамикс – Профи + NPK	57,72	53,90	53,80	55,14
Мегамикс - Азот+ NPK	58,02	54,55	53,92	55,50
Мегамикс - Цинк+ NPK	58,14	55,19	54,63	55,99

Стекловидность зерна пшеницы связывают с содержанием в ней белка. Известно, что высокостекловидная пшеница содержит больше белка и клейковины с высоким качеством, что в конечном итоге улучшает хлебопекарные свойства. Стекловидность зерна зависит от различных факторов: сорта зерна, географических и почвенных факторов, агротехники возделывания зерновых культур (Исайчев В.А., 2021).

Также стекловидность зерна тесно связана с недостатком влаги и содержанием азота в почве в период вегетации культуры. Установлено, что консистенция эндосперма является формой связи белковых веществ с крахмальными зёрнами, при этом образуются широкие прослойки так называемого прикрепленного белка, который не удаляется с них при интенсивной механической обработке.

Стекловидность для мягкой пшеницы может быть различной и

колебаться в очень широких пределах от 10 до 90-95 % (Иванов Д.И., 2021).

Результаты показывают, что более высокая стекловидность зерна яровой пшеницы сорта Землячка наблюдалась в варианте энергия. По сравнению с контролем увеличение составило 4,48 %.

В 2011 году происходило максимальное увеличение данного показателя в вариантах экстрасол и энергия от 3,30 до 4,63 %, минимальное значение в 2010 году в вариантах гуми и крезацин – 2,13-2,93 % (табл. 66).

Таблица 66

Стековидность зерна мягкой яровой пшеницы сорта Землячка, % (за 2010-2013 гг.)

Вариант	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2010 – 2013 гг.
	37,27	44,30	42,17	39,47	40,80
Крезацин	40,20	46,57	45,13	41,30	43,30
Энергия	42,70	48,93	46,17	43,33	45,28
Альбит	42,40	45,70	48,30	42,77	44,79
Гуми	39,40	45,10	46,33	41,43	43,07
Циркон	43,03	45,50	43,30	40,40	43,06
Экстрасол	40,50	47,60	44,53	41,77	43,60
НСР ₀₅	2,41	1,40	1,69	1,55	–

Существенное изменение стекловидности зерна напрямую зависит от метеорологических условий, которые носят нестабильный характер за годы проведения исследований.

Полученные результаты 2018-2020 гг. показывают, что более высокая стекловидность зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 100 наблюдалась в варианте мегамикс – цинк + NPK по сравнению с контролем увеличение составило 4,95 % (2018 г.), 3,21 % (2019 г.), 9,33 % (2020 г.) (табл. 67).

Существенное изменение стекловидности зерна напрямую зависит от метеорологических условий, которые носили нестабильный характер за годы проведения исследований. 2018 год характеризовался недостатком влаги в начальный период роста и развития растений. В 2019 году в целом с благоприятными погодно-климатическими условиями в период налива зерна наблюдался избыток влаги (затяжные дожди). 2020 год наиболее благоприятный по характеру температурного и водного режимов и их распределения по фазам роста и развития растений.

Таблица 67

Влияние различных модификаций препарата мегамикс на стекловидность зерна яровой пшеницы сорта Ульяновская 100, %

Вариант	Стекловидность, %			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Контроль	40,82	35,77	51,14	42,58
Мегамикс -Профи	41,85	36,21	53,53	43,86
Мегамикс - Азот	43,15	36,87	54,76	44,90
Мегамикс - Цинк	43,22	37,04	55,06	45,11
Контроль + NPK	43,88	37,45	56,13	45,82
Мегамикс – Профи + NPK	44,75	38,11	57,18	46,68
Мегамикс - Азот+ NPK	45,54	38,67	57,88	47,36
Мегамикс - Цинк+ NPK	45,77	38,98	60,47	48,41

В качестве показателя биологической ценности белка в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К использовались содержание незаменимых кислот, аминокислотный скор и рассчитывался индекс незаменимых аминокислот (ИНАК). ИНАК на опытных вариантах равен 0,09 при значении на контроле 0,08.

По результатам исследований в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К на всех вариантах отмечается увеличение содержания незаменимых аминокислот по сравнению с контрольным вариантом (табл. 68, приложение 46).

Наибольшее содержание валина наблюдается в вариантах мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % и пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, на которых увеличение составляет 0,51 %, что на 0,06 % выше, чем на контроле и на 0,03 %, чем на гиббереллине. Максимальное количество лейцина отмечается на варианте с обработкой семян мелафеном $1 \cdot 10^{-7}$ % - 0,86 %, что выше контроля на 0,1 % и гиббереллина на 0,02 %.

Содержание изолейцина самое высокое в вариантах с применением гиббереллина и мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ %, где оно составляет 0,39 %, что на 0,05 % больше, чем на контроле.

Наибольшее количество треонина наблюдается в варианте с обработкой семян пирафеном $1 \cdot 10^{-7}$ %, на котором оно составило 0,35 %, что на 0,057 % выше, чем на контрольном варианте и на 0,03 % больше, чем на варианте с применением гиббереллина.

Максимальное содержание метионина – 0,16 % - отмечается в вариантах: мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ % и пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %, что на 0,03 % выше контроля и на 0,01 % гиббереллина. Самое высокое количество фенилаланина и лизина прослеживается в вариантах с применением мелафена в обеих концентрациях, где составляет 0,56 и 0,31 %, что на 0,06 и 0,04 % больше, чем на контроле и на 0,03 и 0,02 %, чем на

гиббереллине.

Наибольшее содержание триптофана наблюдается в варианте мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ % - 0,16 %, на котором его содержание на 0,04 и 0,02 % выше контроля и гиббереллина.

Таблица 68

Влияние регуляторов роста на содержание незаменимых аминокислот в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К, в среднем за 2006-2008 гг., % от содержания белка

Вариант	Валин	Лейцин	Изолейцин	Треонин	Метионин	Фенилаланин	Триптофан	Лизин	сумма	ИНАК
Контроль	0,45	0,76	0,34	0,30	0,13	0,50	0,12	0,27	2,87	0,08
Гиббереллин	0,48	0,84	0,39	0,32	0,15	0,53	0,14	0,29	3,14	0,09
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	0,50	0,86	0,39	0,34	0,15	0,56	0,15	0,31	3,26	0,09
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	0,51	0,84	0,38	0,34	0,16	0,56	0,16	0,31	3,25	0,09
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	0,51	0,82	0,38	0,35	0,16	0,55	0,15	0,30	3,21	0,09
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	0,48	0,84	0,37	0,33	0,16	0,54	0,15	0,29	3,15	0,09

В сумме максимальное количество незаменимых аминокислот отмечается в варианте с применением мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ %. Оно составляет 3,26 %, что на 0,39 % больше, чем на контроле и на 0,12 %, чем на гиббереллине.

Результаты исследований по аминокислотному скору показывают, что под влиянием используемых факторов наблюдается повышение содержания незаменимых аминокислот, а лимитирующей аминокислотой на всех вариантах является лизин (табл. 69, приложение 47).

Наибольшее содержание лизина отмечается в варианте с применением мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ %, оно составляет 5,6 %, что выше контроля и гиббереллина на 0,7 и 0,2 % соответственно.

Второй лимитирующей аминокислотой является метионин. Максимальное количество метионина наблюдается в варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ % - 7,5 %, что на 1,4 % выше контроля и на 0,3 % больше, чем в варианте с применением гиббереллина. Треонин является третьей лимитирующей аминокислотой, причем наибольшее содержание отмечается в варианте с обработкой семян пирафеном $1 \cdot 10^{-7}$ %, на котором оно составляет 8,6 %, что превышает значение контрольного варианта и гиббереллина на 1,1 и 0,7 % соответственно. Суммарный аминокис-

лотный скор повышается на 8,0-11,0 % по отношению к контролю и на 0,5-3,5 % к гиббереллину.

Таблица 69
Аминокислотный скор зерна озимой пшеницы сорта Волжская К под влиянием регуляторов роста, в среднем за 2006-2008 гг., %

Вариант	Валин	Лейцин	Изолейцин	Глютамин	Метионин + цистин	Фенилаланин + Тирозин	Триптофан	Лизин	Σ АК
Контроль	9,1	10,8	8,6	7,5	6,1	11,2	12,3	4,9	70,5
Гиббереллин	9,7	12,0	9,7	7,9	7,2	12,3	14,0	5,2	78,0
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	10,1	12,3	9,8	8,4	7,5	12,9	15,0	5,6	81,5
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	10,2	12,0	9,6	8,4	7,4	12,7	15,5	5,5	81,4
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	10,1	11,7	9,6	8,6	7,2	12,4	15,0	5,5	80,1
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	9,6	12,0	9,1	8,2	7,3	12,3	14,8	5,2	78,5

Таким образом, качество получаемой продукции определяется соотношением внутренних и внешних факторов. Применяемые для обработки семян регуляторы роста являются быстродействующими факторами внешней среды, оказывающими позитивное влияние на качество получаемой продукции. Предпосевная и внекорневая обработка семян росторегуляторами нового поколения повышает содержание белка в зерне ячменя, озимой и яровой пшеницы, увеличивает содержание незаменимых аминокислот, аминокислотный скор, содержание клейковины и натуру зерна, в результате чего получается продукция высокого качества.

ГЛАВА 8. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Одним из важнейших звеньев производства экологически безопасной продукции является нормирование содержания тяжелых металлов.

В связи с этим одним из показателей качества нами рассматривалось содержание тяжелых металлов в зерне полевых культур.

Тяжелые металлы занимают одно из приоритетных мест по распространенности, биологической опасности и способности включаться в трофические цепи в агроэкосистемах среди загрязняющих веществ. Возрастающая биологическая, механическая и химическая нагрузка на компоненты агроэкосистемы приводят к тому, что механизмов естественной саморегуляции оказывается недостаточно. В результате отмечаются прогрессирующее уменьшение плодородия почв, значительные потери урожая сельскохозяйственных культур, ухудшение качества продукции (Ульяненко Л.Н., 2010; Лукаткин А.С., 2019).

В последние десятилетия в окружающую среду поступает значительное количество токсикантов. Сельскохозяйственные растения – промежуточное звено, через которое тяжелые металлы попадают из почвы в организм животных и человека.

В Ульяновской области, наряду с другими регионами Среднего Поволжья, также существует опасность загрязнения агрофитоценозов тяжелыми металлами и снижения качества растениеводческой продукции. Загрязнение тяжелыми металлами окружающей среды приводит к токсикозам растений, животных и человека, что указывает на необходимость разработки приемов возделывания сельскохозяйственных культур, которые способствовали бы снижению размеров поступления тяжелых металлов в растительный организм.

В результате многочисленных исследований в растениях выявлены три защитных механизма на пути проникновения тяжелых металлов в растения: на границе почва-корень, корень-стебель, стебель-зерно. Полученные данные могут быть использованы в системе мероприятий для получения качественной продукции.

Попадая в систему <<почва – растение – животное – человек>>, тяжелые металлы включаются в биологический круговорот и пищевые цепочки, сохраняя в течение длительного времени токсические и мутационные свойства. Это требует разработки адекватных технологических приемов, минимизирующих негативные последствия действия токсикантов (Баранников В.Д., 2008).

Избыток тяжелых металлов в почве вызывает негативные изменения физиологически важных функций растений. Высокие concentra-

ции тяжелых металлов приводят к дисбалансу компонентов питания в растениях и отрицательно влияют на синтез и функции многих биологически активных соединений: ферментов, витаминов, гормонов и др. (Белоус Н.М., 2010).

Согласно СанПиН 2.3.2. 1078-01 в продуктах растительного происхождения обязательному контролю подлежат соли тяжелых металлов. Однако накопление одних и тех же тяжелых металлов в разных растениях может сильно отличаться. По степени накопления тяжелые металлы делятся на три группы.

Соединения свинца, кадмия и ртути, относящиеся к ядам кумулятивного действия, признаны наиболее опасными загрязняющими веществами среди тяжелых металлов. Так, свинец вместе с дождями и снегом попадает в почву (ежегодно до 300 г на гектар) и постепенно в ней накапливается, переходя в сельскохозяйственные культуры. Неорганические соединения свинца способны заменять соединения кальция в костях, превращаясь в постоянный источник отравления организма. Основной источник поступления ртути – сжигание углей и нефти, содержание ртути в которых достигает 210^{-4} %. Кадмий, как и ртуть, обладает относительно высокой летучестью, поэтому он легко проникает в атмосферу. Соединения кадмия очень ядовиты. Они легко накапливаются в почках и печени, вызывают появление камней в почках. Считается, что свинец, ртуть и кадмий образуют «тройку металлов», которые являются наиболее токсичными для человека и окружающей среды.

В работах многих исследователей отмечается, что механизмы поглощения, транспорта, метаболизма и распределения тяжелых металлов в органах и тканях тесно связаны с видовыми и сортовыми особенностями культур и подвержены влиянию экологических и антропогенных факторов. Процесс поглощения химических элементов регулируется растительным организмом в зависимости от характера строения и химического состава клеточных оболочек, а также благодаря биокаталитической активности, обуславливающей направленный перенос веществ.

В последние годы активно исследуется возможность применения регуляторов роста растений для повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам. Регуляторы роста растений стимулируют рост и корнеобразование, регулируют жизненные процессы в клетках растений, способствуют адаптации к неблагоприятным условиям внешней среды и защите от болезней благодаря повышению иммунитета. Применение регуляторов роста растений приводит к увеличению устойчивости растений к повреждающему действию гербицидов и катионов тяжелых металлов, увеличению со-

держания в них антиоксидантов, предотвращению поступления тяжелых металлов и радиоактивных элементов в растения (Исайчев В.А., Мударисов Ф.А., 2002; Исайчев В.А. и др., 2013; Серегина И.И., 2010, 2021; Яхин О.И., 2011).

По результатам исследований (табл. 70, приложение 52) видно, что в вариантах с применением предпосевной обработки семян регуляторами роста проявляется тенденция к снижению содержания тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К. На всех вариантах содержание тяжелых металлов ниже предельно допустимой концентрации. Необходимо отметить, что на опытных вариантах происходит повышение содержания меди и цинка.

Этот факт можно объяснить тем, что данные элементы относятся к числу микроэлементов, а активизация метаболизма в растительном организме, обусловленная применением различных регуляторов роста и макроудобрений, приводит к повышению их содержания в получаемой продукции.

Таблица 70

Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К под влиянием регуляторов роста, в среднем за 2006-2008 гг., мг/кг

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg	Ni	Cr
Контроль	3,13	26,20	0,21	0,085	0,0009	0,320	0,22
Гиббереллин	3,80	27,37	0,12	0,069	0,0005	0,127	0,07
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	3,53	27,43	0,13	0,043	0,0005	0,143	0,08
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	4,30	28,27	0,15	0,040	0,0003	0,106	0,05
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	4,50	28,03	0,17	0,027	0,0004	0,092	0,05
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	4,20	26,77	0,13	0,043	0,0007	0,210	0,15
ПДК	10,0	50,0	0,50	0,10	0,03	0,50	0,50

Наши исследования показывают, что содержание тяжелых металлов в среднем за годы исследований снижается на обработанных вариантах по сравнению с контролем: свинец - на 0,04-0,09 мг/кг, кадмий - на 0,016-0,058 мг/кг, ртуть - на 0,0002-0,0006 мг/кг, никель - на 0,110 - 0,228 мг/кг, хром - на 0,07 - 0,17 мг/кг.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Землячка регуляторами роста способствует снижению накопления тяжелых металлов в зерне. В среднем за 2010-2012 гг. происходило снижение накопления тяжелых металлов по сравнению с контролем: Hg на 0,0002...0,0005 мг/кг, Ni - 0,02...0,06 мг/кг, Pb - 0,02...0,06 мг/кг, Cd - 0,001...0,005 мг/кг, Cu - 0,20...0,59 мг/кг, Zn - 0,39...0,37 мг/кг в зави-

симости от варианта (табл. 71, приложение 54).

По уровню накопления в зерне яровой пшеницы определяемые элементы образуют следующий убывающий элементный ряд: $Zn > Cu > Pb > Ni > Cd > Hg$. Анализ полученных данных показывает, что наиболее эффективной являлась обработка семян препаратами крезацин и энергия. Содержание тяжелых металлов в полученной продукции, независимо от варианта, не превышало установленные предельно-допустимые концентрации.

Таблица 71

Влияние регуляторов роста на содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг, (2010-2012 гг.)

Вариант	Тяжелые металлы					
	ртуть	никель	свинец	кадмий	медь	цинк
Контроль	0,0007	0,28	0,29	0,069	7,66	28,19
Крезацин	0,0003	0,24	0,24	0,063	7,14	27,47
Энергия	0,0002	0,22	0,23	0,062	7,07	27,49
Альбит	0,0004	0,24	0,25	0,067	7,36	27,73
Гуми	0,0005	0,25	0,27	0,068	7,38	27,70
Циркон	0,0003	0,26	0,26	0,066	7,46	27,69
Экстрасол	0,0003	0,23	0,25	0,065	7,40	27,80
ПДК	0,03	0,50	0,50	0,10	10,0	50,0

Интенсивность накопления тяжелых металлов растениями можно оценить по коэффициенту биологического поглощения (КБП), который представляет собой отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в почве. Величина КБП является интегральной, характеризует избирательную способность растения и отражает долю поглощенных элементов.

Расчеты по КБП тяжелых металлов в получаемой продукции озимой пшеницы Волжская К показали, что данный показатель меньше единицы во всех вариантах данной культуры (табл. 72, приложение 53).

Уменьшение КБП по содержанию тяжелых металлов в зерне под действием обработки семян используемыми веществами имеет чрезвычайно существенное значение, как фактор, ограничивающий поступление тяжелых металлов в растительный организм.

Тяжелые металлы по степени накопления в получаемой продукции составили ряд:

$Zn > Cu > Cd > Pb \geq Ni > Cr$.

Расчеты по КБП тяжелых металлов в получаемой продукции яровой пшеницы показали, что данный показатель меньше единицы во всех вариантах (табл. 73). Наименьшие показатели по данному коэф-

фициенту наблюдаются в вариантах крезацин и энергия.

Таблица 72

Коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов растениями озимой пшеницы сорта Волжская К, в среднем за 2006-2008 гг.

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr
Контроль	0,15	0,46	0,013	0,056	0,008	0,0044
Гиббереллин	0,18	0,47	0,007	0,046	0,003	0,0014
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	0,17	0,51	0,008	0,029	0,003	0,0016
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	0,21	0,47	0,011	0,018	0,002	0,0010
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	0,20	0,47	0,011	0,018	0,002	0,0010
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	0,21	0,47	0,008	0,029	0,005	0,0030

Таблица 73

Коэффициент биологического поглощения по накоплению тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка (среднее 2010-2012 гг.)

Вариант	КБП					
	Ni	Pb	Cd	Cu	Zn	Hg
Контроль	0,011	0,022	0,093	0,55	0,89	0,04
Крезацин	0,010	0,018	0,085	0,51	0,87	0,02
Энергия	0,009	0,018	0,083	0,50	0,87	0,01
Альбит	0,010	0,019	0,090	0,52	0,88	0,02
Гуми	0,010	0,021	0,091	0,53	0,88	0,03
Циркон	0,011	0,020	0,089	0,53	0,88	0,02
Экстрасол	0,009	0,019	0,087	0,53	0,88	0,02

Таким образом, в условиях лесостепи Поволжья применение регуляторов роста растений для предпосевной обработки семян озимой и яровой пшеницы оказывает существенное положительное влияние на качество опытных культур. Применение используемых факторов позволило получить урожай с меньшим содержанием ионов тяжелых металлов в конечной продукции. Превышение уровня предельно допустимой концентрации для изучаемых тяжелых металлов не установлено. Повышает эффективность применения исследуемых препаратов и то, что предпосевная обработка семян, как агроприем, легко вписывается в технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА 9. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОСТОРЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Все созидательные процессы происходят в условиях постоянного климатического риска. Поэтому грамотное ведение производства всегда связано с сочетанием возделываемых культур, позволяющих расширять диапазон оптимальных сроков полевых работ, сглаживать последствия эрозионных процессов, добиваться в сумме более высоких валовых результатов. Однако такие приемы противоречат рыночным законам, когда конъюнктура иногда диктует совсем иную линию поведения.

Как известно, в осуществлении любой технологии присутствуют различные ресурсы: от трудовых до овеществленных. Поэтому, имея нормативы энергозатрат на производство основных типов техники, используемой в аграрной отрасли нашей страны и показатели их энергоемкости, располагая операционными технологиями возделывания тех или иных культур, легко определить общую энергоемкость технологии. Данный процесс особо важен при сравнении технологий.

В связи с переходом страны к рыночной экономике, систематическим изменением цен на материалы и услуги невозможно дать объективную экономическую оценку эффективности возделывания той или иной культуры, применения того или иного технологического приема, используя современные экономические методы. Однако для новых сортов, интродуцируемых культур, новых технологических приемов или комплекса приемов, используемых в конкретных экологических условиях, требуется объективная оценка их преимуществ или недостатков. Такой объективной оценкой может быть определение энергетической эффективности возделывания культуры, сорта, применения технологического приема.

Для этого необходимо учесть все энергозатраты на возделывание культуры или использование технологического приема и энергосодержание урожая, выявить степень окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожая. Энергетическая оценка сорта или приема при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного гигаджоуля, т.е. может быть дана экономическая оценка.

Для сельскохозяйственного производства основными энергоносителями, с помощью которых формируется урожай, являются солнечная радиация, которая из всех затрат энергии составляет примерно 50 % (она предоставлена природой бесплатно и нашей постоянной задачей должно быть стремление повышать эффективность ее использования),

все виды удобрений, химические препараты, горюче-смазочные материалы, электроэнергия, труд, машины и оборудование. Без их использования современные технологии неосуществимы, но, перенос энергии в продукцию пропорционален энергозатратам на их собственное производство или содержание. Для расчета эффективности применения той или иной технологии выращивания культуры необходим расчет затрат энергии на ее производство.

Актуальность энергетической оценки технологий возделывания культур вытекает из требований современного производства экономить энергию на единицу получаемой продукции. Агроэкологический потенциал территории характеризуется совокупным энергетическим ресурсом (ФАР, тепло, влага, запасы органического вещества, антропогенная энергия), который обеспечивает условия функционирования агроэкосистем, уровень их продуктивности и устойчивости. В основе существования и функционирования биогеоценозов как целостных систем лежат явления переноса энергии и вещества, происходящие как внутри системы, так и между системой и внешней средой.

Большое значение для понимания физиологической роли микроэлементов и стимуляторов роста и развития растений имеют последние открытия в области строения и механизма действия ФАР, регуляции роста и развития растений. Большие надежды возлагают сейчас на микроэлементы и стимуляторы роста в связи с выявлением механизмов фотосинтеза и фиксации молекулярного азота и работами по повышению использования ФАР растениями.

В связи с этим становится ясно, насколько важна роль исследований по физиолого-биохимическому значению микроэлементов и стимуляторов для роста и развития, особенностей их влияния на процессы обмена и формирования урожая как основы рационального регулирования питания растений.

Затраты техногенной энергии на обработку семян микроэлементами и стимуляторами роста по сравнению с другими элементами технологий возделывания сельскохозяйственных культур невелики, однако данные приемы позволяют значительно повысить урожайность культур и эффективность сельскохозяйственного производства.

Идея энергетической оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур получила широкое распространение в начале 80-х годов нашего столетия в связи с ростом интенсификации сельского хозяйства. Суть ее сводится к расчету затрат энергии на производство сельскохозяйственной продукции и энергии, накопленной с урожаем. Исходя из соотношения энергии, полученной с урожаем, и энергии, затраченной на производство этого урожая, определяют коэффициент энергетической эффективности. Кроме того, ряд авторов счита-

ет, что традиционная экономическая оценка эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур не всегда объективна и предлагает проводить ее в комплексе с биоэнергетической или заметить ее на эколого-экономическую.

На основании данных технологических карт, а также справочной литературы (Базаров Е.Н. и др., 1983) был проведен расчет затрат совокупной энергии на основные и оборотные средства производства, а также трудовые ресурсы при возделывании ячменя с применением регуляторов роста и микроэлементов.

Коэффициенты энергетической эффективности показывают во сколько раз энергия, содержащаяся в урожае, больше энергии, вложенной в технологический процесс. Они считаются эффективными, если при достигнутом уровне урожайности энергетические коэффициенты больше единицы.

Внедрение любого агроприема, в том числе такого, как предпосевная обработка семян, требует проведения его энергетической и экономической оценки, характеризующей затраты энергии, денежных средств на данное мероприятие, рентабельность его внедрения в технологию возделывания культуры, а также позволяет определить пути экономии затрат.

Методика энергетической оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур, разработанная Е.И. Базаровым и Е.В. Глинкой (1983), получила достаточно широкое распространение. В её основе лежит отношение энергии, аккумулированной в продукции, к энергии, затраченной на её получение. Она позволяет независимо от экономических условий определить не только прямые затраты энергии на производство продукции, но и выразить энергию, воплощенную в средства производства и полученную продукцию.

Результаты исследований по энергетической эффективности возделывания озимой пшеницы Волжская К показали, что затраты техногенной энергии по вариантам опыта на фоне почвы составили от 15,68 тыс. МДж/га на контроле до 16,04 тыс. МДж/га на варианте с использованием мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ % (табл. 74).

Применение регуляторов роста способствовало увеличению количества энергии, накопленной в продукции по сравнению с контролем в 1,08-1,13 раза. Наибольший коэффициент энергетической эффективности наблюдается на варианте мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %, на котором он составляет 3,31, что является наиболее энергетически выгодным приемом повышения урожайности.

Все варианты, в которых применялись росторегуляторы, отличались большей энергетической эффективностью по сравнению с контролем.

Таблица 74

Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы сорта Волжская К в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста

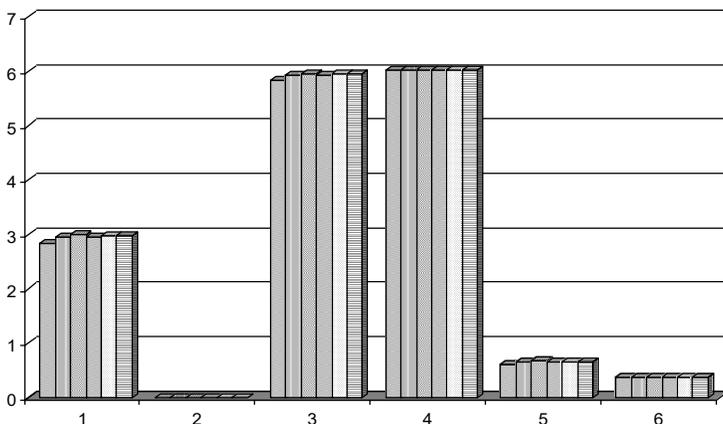
Вариант	Затраты энергии, тыс. МДж/га	Содержание энергии в урожае, тыс. МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль	15,68	46,93	2,99
Гиббереллин	15,92	50,96	3,20
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	16,04	53,13	3,31
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	15,92	50,95	3,20
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	15,99	52,30	3,27
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	15,99	52,30	3,27

Анализ структуры затрат позволяет выявить наиболее энергоемкие операции технологий и долю той или иной категории ресурсов с целью последующей их оптимизации. Нами определена структура затрат как по видам ресурсов, так и по отдельным элементам технологий (рис. 40).

Анализ структуры затрат энергии в технологиях возделывания озимой пшеницы показывает, что доля затрат при использовании росторегуляторов не превышает 1 % от общих энергетических затрат на возделывание.

Наибольший удельный вес занимают затраты на семена – 38,5-37,7 % и топливо – около 37 %. Достаточно высокая доля затрат приходится на машины и оборудование 18,1-18,7 %. Трудовые ресурсы и электроэнергия составляют в сумме не более 6,5 % от общих затрат энергии на возделывание культуры.

Результаты исследований по биоэнергетической оценке эффективности возделывания яровой пшеницы сорта Землячка показывают, что затраты энергии колеблются в пределах от 24092,65 до 24618,86 МДж/га. За годы исследований содержание энергии в урожае наибольшим было в вариантах с применением регуляторов роста крезацин и энергия. Значение данного показателя варьировалось от 35371,37 до 36029,44 МДж/га.



Контроль
 Гиббереллин
 Мелафен 1•10⁻⁷%
 Мелафен 1•10⁻⁸%
 Пирафен 1•10⁻⁷%
 Пирафен 1•10⁻⁸%

Рисунок 40 – Энергетическая оценка предпосевной обработки семян озимой пшеницы Волжская К регуляторами роста

Распределение затрат энергии по статьям расхода

1 – Затраты энергии на машины и оборудование, тыс. МДж/га

2 – Затраты энергии на регуляторы роста, МДж/га

3 – Затраты энергии на топливо, тыс. МДж/га

4 – Затраты энергии на семена, тыс. МДж/га

5 – Затраты энергии на электроэнергию, тыс. МДж/га

6 – Затраты энергии на трудовые ресурсы, тыс. МДж/га

Коэффициент энергетической эффективности показывает, во сколько раз энергия, накопленная в урожае, больше энергии, вложенной в технологический процесс. С энергетической точки зрения технологии возделывания сельскохозяйственных культур считаются эффективными, если при достигнутом уровне урожайности энергетический коэффициент больше единицы.

Использование регуляторов роста способствовало повышению количества энергии, которая была накоплена в продукции по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное значение коэффициента биоэнергетической эффективности наблюдалось в варианте энергия и составляло 1,46 (табл.75).

Таким образом, применение регуляторов роста способствует увеличению коэффициента энергетической эффективности в зерне яровой пшеницы в 1,08-1,17 раз и позволяет получить прибавку к урожаю при относительно небольших энергетических затратах.

Таблица 75

Биоэнергетическая оценка эффективности технологии возделывания яровой пшеницы сорта Землячка в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста

Вариант	Затраты энергии, МДж/га	Урожайность, т/га	Содержание энергии в урожае, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности в зерне
Контроль	23659,79	1,79	29448,72	1,24
Крезацин	24533,42	2,15	35371,37	1,44
Энергия	24618,86	2,19	36029,44	1,46
Альбит	24092,65	1,96	32245,53	1,34
Гуми	24127,83	1,96	32245,53	1,34
Циркон	24100,14	1,98	32574,56	1,35
Экстрасол	24227,02	1,99	32739,08	1,35

Анализ биоэнергетической оценки технологий возделывания озимой пшеницы сорта Бирюза показывает, что применение мелафена и пирафена позволяет получать прибавку урожая при относительно небольших энергетических затратах. Наиболее энергетически эффективным является вариант с использованием мелафена $1 \cdot 10^{-7}$ % (энергетический коэффициент равен 3,31). Доля затрат при использовании изучаемых препаратов не превышает 1 % от общих энергетических затрат.

Расчет затрат совокупной энергии на основные и оборотные средства производства, а также трудовые ресурсы при возделывании озимой пшеницы с применением регуляторов роста и минеральных удобрений был проведен на основании данных технологических карт и справочной литературы.

Результаты исследований (табл. 76) энергетической эффективности возделывания озимой пшеницы сорта Бирюза показали, что затраты техногенной энергии по вариантам опыта на фоне почвы составили от 14,9 ГДж/га на контроле до 14,97 ГДж/га и 15,61 ГДж/га на вариантах альбит и цецеце, на фоне минеральных удобрений NPK – от 27,15 до 27,85 ГДж/га, на фоне NPKS – от 27,41 до 28,08 ГДж/га соответственно.

Конечным критерием биоэнергетической эффективности возделывания озимой пшеницы был биоэнергетический коэффициент. Применение препаратов способствовало увеличению количества энергии, накопленной в продукции по сравнению с контролем в 1,05-1,10 раза на фоне почвы, в 1,10-1,19 раза на фоне NPK, в 1,08-1,20 раза на фоне

NPKS. Коэффициент энергетической эффективности показал, что наиболее энергетически выгодным приемом повышения урожайности стало применение препаратов альбит и цеце на фоне естественного плодородия почвы (3,11-3,12), а на фоне NPK и NPKS он составил 2,04-2,12 и 2,15-2,19 соответственно.

Таблица 76

Энергетическая эффективность приемов возделывания озимой пшеницы сорта Бирюза (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание энергии, тыс. МДж/га	Затраты энергии, тыс. МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Неудобренный фон				
Контроль (без РР)	2,67	43,93	14,88	2,95
Альбит	2,85	46,89	14,97	3,11
Цеце	2,95	48,53	15,61	3,12
Энергия	2,80	46,07	14,93	3,09
Фон NPK				
Контроль (без РР)	3,02	49,68	27,00	1,84
Альбит	3,36	55,28	27,15	2,04
Цеце	3,59	59,06	27,85	2,12
Энергия	3,32	54,62	27,12	2,01
Фон NPKS				
Контроль (без РР)	3,11	51,17	27,21	1,88
Альбит	3,58	58,90	27,41	2,15
Цеце	3,74	61,53	28,08	2,19
Энергия	3,36	55,28	27,30	2,02

Все варианты, в которых применялись препараты, отличались большей энергетической эффективностью по сравнению с контролем.

Анализ структуры затрат энергии в технологиях возделывания озимой пшеницы показал, что доля затрат при использовании минеральных удобрений и регуляторов роста не превышает 1 % от общих энергетических затрат на возделывание (рис. 41).

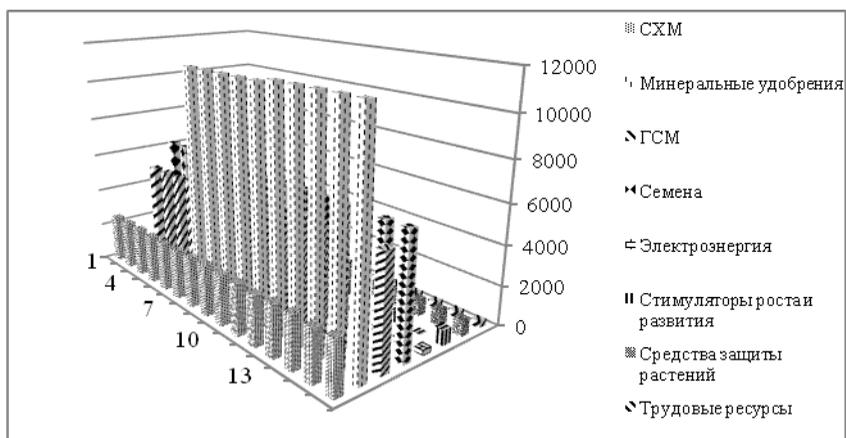


Рисунок 41 - Структура затрат энергии при возделывании озимой пшеницы сорта Бирюза, ГДж/га

Таким образом, анализ энергетической оценки приемов возделывания пшеницы показал, что применение регуляторов роста позволяет получать прибавку урожая при относительно небольших энергетических затратах. Доля затрат при использовании изучаемых препаратов не превышает 1 % от общих энергетических затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях современного агропромышленного производства становятся необходимыми комплексные исследования, направленные на повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, оптимизации минерального питания растений, повышения экологической безопасности продукции. Подобные исследования позволят глубже изучить и обосновать энергосберегающие технологии производства растениеводческой продукции высокого качества, которые становятся всё более востребованными. Это открывает широкие перспективы применения в аграрном производстве препаратов, обладающих ростостимулирующими и росторегулирующими свойствами. Механизм действия таких препаратов предусматривает активизацию всех обменных процессов в растении, начиная с самых первых этапов онтогенеза, а также активизацию иммунных систем растений. В результате у растений повышается устойчивость к стрессовым факторам, в том числе, к дефициту влагообеспечения и высоким температурам в период вегетации, что очень актуально для зон рискованного земледелия. Это, в свою очередь, будет способствовать оптимизации минерального питания и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Также это позволяет экономить классические минеральные удобрения без снижения продуктивности и ухудшения качества растениеводческой продукции.

В настоящее время использование эффективных методов и путей повышения урожайности и качества зерна зерновых культур является ключевой задачей в современных условиях ведения сельского хозяйства. Поэтому исследования по изучению действия регуляторов роста нового поколения приобретают значительный теоретический и практический интерес.

В представленной работе показано, что для направленного положительного изменения продукционных процессов яровой пшеницы с целью получения максимального выхода продукции с минимальными экономическими затратами доминирующее значение имеет установление взаимодействия элементов питания

Наши исследования свидетельствуют о том, что предпосевная обработка семян и последующая внекорневая обработка растений регуляторами роста вызывают положительные изменения в метаболических процессах, вызывают стимуляцию физиологических процессов в прорастающих семенах и развивающихся из них растениях. Высокая эффективность используемых препаратов обеспечивается при соблюдении агротехники, направленной на обеспечение растений элементами минерального питания.

Высокая эффективность регуляторов роста и микроэлементов обеспечивается при соблюдении агротехники, направленной на обеспечение растений элементами питания, водой, светом и теплом. Стимуляция биологических процессов предусматривает реализацию всех возможностей растительного организма, что может быть осуществлено лишь на высоком уровне агрофона.

Регуляторы роста и микроэлементы вызывают положительные сдвиги в метаболизме и оказывают ростостимулирующее воздействие на растения. Их характерной особенностью является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, защитный эффект проявляется тем сильнее, чем более жестким является стрессовое воздействие.

Правильное использование подобных препаратов обеспечивает относительно устойчивое повышение урожайности и качества продукции.

В представленной работе показано, что для направленного положительного изменения продукционных процессов полевых культур с целью получения максимального выхода продукции с минимальными экономическими затратами доминирующее значение имеет установление взаимодействия элементов питания.

Обработка семян росторегуляторами улучшает посевные качества семян яровой пшеницы, повышает энергию прорастания, лабораторную всхожесть, силу роста проростков, способствует активизации начальных ростовых процессов, повышает полевую всхожесть растений, в том числе при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Применение регуляторов роста способствует лучшему синтезу свободных аминокислот и редуцирующих сахаров в растениях озимой пшеницы в период первой и второй фаз закаливания, что способствует повышению адаптации к неблагоприятным факторам среды и повышению зимостойкости.

Под действием регуляторов роста повышаются массовая доля клейковины, содержание крахмала и белка в зерне, стекловидность. Обработка опытными препаратами способствует формированию клейковины, свойственной зерну пшеницы, относимой к первой группе качества.

Экономическая и биоэнергетическая оценка эффективности технологии возделывания пшеницы показала, что обработка семян является энергосберегающим приемом, повышающим коэффициент энергетической эффективности производства зерна и уровень рентабельности, что является очень важным в рыночных условиях ведения сельского хозяйства.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста оказа-

ло положительное влияние на накопление серы в растениях озимой пшеницы. Под влиянием используемых факторов происходило интенсивное поступление и транспорт азота в вегетативные органы растения.

В течение органогенеза на продукционные процессы яровой пшеницы оказывают влияние погодноклиматические условия, а также исследуемые факторы, под действием которых увеличивается размер активности и продолжительность жизни листового аппарата, образование и регулирование сухого вещества в онтогенезе яровой пшеницы. Следует отметить, что в листьях опытных культур к моменту созревания происходит активный отток ассимилятов в генеративные органы.

Показатель ассимилирующей поверхности листьев полевых культур повышался под действием минеральных удобрений и регуляторов роста. Максимальный прирост сухой фитомассы наблюдался с фазы трубкования до фазы молочно-восковой спелости озимой пшеницы.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста способствовало реализации принципов, заложенных в генетической основе растений, для большего развития элементов продуктивности растений опытных культур.

Установлена положительная корреляционная связь фитометрических показателей, элементов минерального питания с урожайностью.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что содержание микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Co, Fe) в растениях увеличивается по сравнению с контролем, а также происходит снижение количества тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Hg) в получаемой продукции данной культуры.

Под влиянием мелафена и пирафена увеличивается степень набухаемости семян озимой пшеницы сорта Волжская К в среднем на 1,6-4,0 %, энергия прорастания повышается в среднем на 10,0-14,0 %, лабораторная всхожесть на 5,8-7,0 %, масса проростков на 9,6-22,9 %, масса корней на 1,9-9,9 %. Полевая всхожесть на опытных вариантах превышает контроль в среднем за годы исследований на 4,7-6,9 %.

Применение регуляторов роста способствует лучшему синтезу свободных аминокислот и редуцирующих сахаров в растениях озимой пшеницы в период первой и второй фаз закаливания, что способствует повышению адаптации к неблагоприятным факторам среды и повышению зимостойкости на 7,0-9,5 %.

Исследуемые регуляторы роста способствуют увеличению площади листовой поверхности в 1,02-1,33 раза по сравнению с контролем и гиббереллином. Фотосинтетический потенциал посева озимой пшеницы сорта Волжская К увеличивается в 1,38-1,59 раза, а гиббереллин в 1,15-1,31 раза. Возрастает чистая продуктивность фотосинтеза. Наи-

большее значение отмечается в период выхода в трубку – колошения, и составляет 27,44-28,42 г/м²·сутки.

Регуляторы роста способствуют повышению содержания азота, фосфора и калия в органах озимой пшеницы сорта Волжская К по фенофазам от 0,2 до 2,24 %. В листьях, стеблях, колосьях в зависимости от фенологической фазы роста и в зерне озимой пшеницы увеличивается содержание марганца в 1,02-1,21 раза, цинка в 1,04-1,27 раза, меди - в 1,05-1,16 раз, молибдена - в 1,03-1,3 раза, йода - в 1,02-1,18 раз, кобальта - в 1,04-1,2 раза.

При обработке семян озимой пшеницы сорта Волжская К регуляторами роста увеличивается общий вынос элементов питания: азота в 1,12-1,26, фосфора в 1,04-1,21 и калия в 1,16-1,28 раза. Наибольших размеров он достигает при использовании мелафена в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$ и составляет: азота 117,29, фосфора 24,80, калия 82,10 кг/га.

Урожайность озимой пшеницы сорта Волжская К под влиянием используемых препаратов увеличивается по сравнению с контролем на 0,27–0,38 т/га. Максимальная прибавка наблюдается на вариантах пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$ и мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$. При сравнении с гиббереллином прибавка на этих вариантах составляет 0,05 и 0,11 т/га.

Применяемые препараты улучшают качество зерна озимой пшеницы сорта Волжская К: содержание клейковины увеличивается на 1,15–2,65 %, количество белка возрастает на 0,83–1,88 %, увеличивается содержание незаменимых аминокислот, при этом наибольшее значение отмечено на варианте с применением мелафена $1 \cdot 10^{-7}\%$. Отмечается снижение содержания тяжелых металлов (Pb, Cd, Ni, Cr) в зерне озимой пшеницы: свинец - на 0,04-0,09 мг/кг, кадмий - на 0,016-0,058 мг/кг, ртуть – на 0,0002-0,0006 мг/кг, никель - на 0,110 - 0,228 мг/кг, хром - на 0,07 - 0,17 мг/кг.

Применение мелафена и пирафена на озимой пшенице сорта Волжская К является энергетически выгодным приемом. Наиболее выгодной оказалась обработка семян мелафеном в концентрации $1 \cdot 10^{-7}\%$, обеспечившая энергетический коэффициент 3,31.

Исследования свидетельствуют о том, что предпосевная обработка семян регуляторами роста растений вызывает положительные изменения в метаболических процессах, вызывает стимуляцию физиологических процессов в прорастающих семенах и развивающихся из них растениях. Высокая эффективность используемых препаратов обеспечивается при соблюдении агротехники, направленной на обеспечение растений элементами минерального питания.

Обработка семян роторегуляторами улучшает посевные качества семян яровой пшеницы, повышает энергию прорастания, лабораторную всхожесть, силу роста проростков, способствует активизации на-

чальных ростовых процессов, повышает полевую всхожесть растений, в том числе при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Установлена положительная корреляционная связь фитометрических показателей, элементов минерального питания с урожайностью яровой пшеницы.

В течение роста и развития яровой пшеницы в вариантах с обработкой семян увеличивается показатель чистой продуктивности фотосинтеза.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что содержание микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Co, Fe) в растениях увеличивается по сравнению с контролем, а также происходит снижение тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Hg) в получаемой продукции данной культуры.

По результатам наших исследований установлено, что предпосевная обработка семян, как агроприем, легко вписывается в технологию выращивания яровой пшеницы, поэтому считаем, что она является эффективной и её следует рекомендовать в сельскохозяйственное производство.

Предпосевная обработка семян влияет на повышение обмена питательных веществ в растениях яровой пшеницы, что выражается в активной мобилизации общего азота и фосфора в начальные этапы роста и развития и их оттоке в момент созревания. Обработка семян не вызывает значительных изменений накопления калия в растениях опытной культуры в течение онтогенеза.

Улучшение обеспечения элементами минерального питания в растительном организме при использовании регуляторов роста является одним из важных факторов в увеличении урожайности и качестве яровой пшеницы.

Под действием регуляторов роста повышается массовая доля клейковины, содержание крахмала и белка в зерне, стекловидность. Обработка семян перед посевом способствует формированию клейковины, свойственной зерну пшеницы, относимой к первой группе качества.

Экономическая и биоэнергетическая оценка эффективности технологии возделывания яровой пшеницы показала, что обработка семян является энергосберегающим приемом, повышающим коэффициент энергетической эффективности производства зерна и уровень рентабельности, что является очень важным в рыночных условиях ведения сельского хозяйства.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста оказало положительное влияние на накопление серы в растениях озимой пшеницы. В среднем за годы исследований увеличение количества

серы от используемых факторов составило от 0,001 до 0,007 % – на фоне без удобрений, от 0,002 до 0,006 % – на фоне с NPK, от 0,002 до 0,006 % – на фоне с NPKS по сравнению с контролем в зависимости от варианта опыта.

Под влиянием используемых факторов происходило интенсивное поступление и транспорт азота в вегетативные органы растения. В получаемой продукции его содержание увеличилось на 0,09–0,17 % на неудобренном фоне, на 0,08–0,18 % – на фоне NPK и на 0,08–0,16 % – на фоне NPKS. Наибольшие показатели были получены на вариантах альбит и цецеце.

Применяемые препараты повышали содержание фосфора и калия в растениях озимой пшеницы. Содержание фосфора в зерне увеличилось на 0,03–0,1 % – на неудобренном фоне, на 0,04–0,12 % – на фоне NPK, на 0,01–0,13 % – на фоне NPKS; калия – на 0,02–0,08 %, 0,05–0,11 %, 0,04–0,09 % соответственно. Максимальные значения были зафиксированы на вариантах альбит и цецеце.

Показатель ассимилирующей поверхности листьев озимой пшеницы повышался под действием минеральных удобрений и регуляторов роста. В среднем за вегетацию увеличение составило от 5,2 до 9,1% на неудобренном фоне, от 4,9 до 16,5 % – на фоне NPK, от 4,3 до 10,1 % – на фоне NPKS.

Максимальный прирост сухой фитомассы наблюдался с фазы трубкования до фазы молочно-восковой спелости озимой пшеницы. Применение регуляторов роста повысило показатель на 2,31–2,60 % относительно контрольного варианта на неудобренном фоне, на 1,12–2,14 % – на фоне NPK и на 0,13–3,25 % на фоне NPKS.

Некорневое внесение изучаемых препаратов повысило показатель фотосинтетического потенциала листьев и чистой продуктивности фотосинтеза растений. Суммарный ФП посевов озимой пшеницы увеличился на 1,7–6,0 % – на неудобренном фоне, на 1,5–5,8 % – на фоне NPK и на 0,9–7,5 % – на фоне NPKS, ЧПФ соответственно на 2,9–3,7 % на неудобренном фоне, на 0,3–1,0 % – на фоне NPK и на 0,9–1,7 % – на фоне NPKS.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста способствовало реализации принципов, заложенных в генетической основе растений, для большего развития элементов продуктивности растений озимой пшеницы. Наилучшие результаты по структуре урожая за три года исследований получены на вариантах альбит NPKS, где озерненность колоса составила 36 шт., масса зерна – 1,47 г., и соответственно цецеце на фоне NPKS – 37 шт. с массой зерна 1,49 г.

Урожайность зерна озимой пшеницы на опытных вариантах увеличивалась на 0,13–0,28 т/га на фоне естественного почвенного плодот-

родия, на 0,30–0,57 т/га – на фоне минерального питания (NPK), на 0,25–0,63 т/га – на фоне NPKS. Максимальная урожайность зерна сформировалась при применении альбита и цецеце на фоне NPKS и составила 3,58 и 3,74 т/га.

Внесение минеральных удобрений и регуляторов роста улучшало качество получаемой продукции: содержание белка в зерне в среднем увеличилось на 0,5–1,3 % на удобренном фоне, на 1,0–1,4 % – на фоне NPK, на 0,6–2,6 % – на фоне NPKS. Массовая доля клейковины была выше на 0,4–1,8 % на фоне почвенного плодородия, на 1,9–3,6 % – на фоне минеральных удобрений NPK и на 1,1–4,7 % на фоне NPKS. Наибольшее содержание рассматриваемых показателей было на вариантах альбит NPKS и цецеце NPKS.

Некорневое внесение используемых препаратов является энергетически выгодным и экономически оправданным агроприемом. Наиболее энергетически и экономически эффективными были варианты с использованием регуляторов роста альбит и цецеце на фоне естественного плодородия почвы, энергетический коэффициент составил 3,11 и 3,12; уровень рентабельности – 88,6–89,1 %.

Предпосевная обработка семян влияет на повышение обмена питательных веществ в растениях пшеницы, что выражается в активной мобилизации общего азота и фосфора в начальные этапы роста и развития и их оттоке в момент созревания. Обработка семян не вызывает значительных изменений накопления калия в растениях опытной культуры в течение онтогенеза.

Изучаемый агроприем влияет на повышение обмена питательных веществ в растениях зерновых культур, что выражается в активной мобилизации общего азота и фосфора в начальные этапы роста и развития и их оттоке в момент созревания. Улучшение обеспечения элементами минерального питания в растительном организме при использовании регуляторов роста является одним из важных факторов увеличения урожайности и качества зерновых культур.

Таким образом, проведенные исследования по изучению регуляторов роста в условиях лесостепи Поволжья показали, что применение исследуемых препаратов при возделывании зерновых культур обеспечивает значительное повышение их урожайности и качества зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёнин, П.Г. Микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты в технологии возделывания озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья / П.Г. Алёнин, С.А. Кшникаткин, Г.В. Ильина, Е.А. Зуева // *Нива Поволжья*. - 2020. - № 2 (55). - С. 2-9.
2. Алехин, В.Т. Альбит на зерновых культурах и сахарной свекле / В.Т. Алехин, В.Р. Сергеев, А.К. Злотников, Ю.В. Попов, Т.А. Рябчинская, В.Ф. Рукин // *«Защита и карантин растений»*. - 2006. - №6. - С.26-27.
3. Анохина, О.В. Роль сорта в повышении урожайности зерна яровой пшеницы / О.В. Анохина // *Мат. межд. научно-практ. конф «Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России»*. - Кемерово, 2012. - С.78 - 79.
4. Ахметов, Ш.И. Влияние минеральных удобрений и обработки препаратом ЖУСС-3 на урожайность и экологическую безопасность зеленой массы кукурузы // Ш.И. Ахметов, Д.И. Иванов, П.В. Иванцов // *Аграрный вестник Верхневолжья*. - 2016. - № 3. - С. 10-16.
5. Базильжанов, Е. К. Влияние регуляторов роста растений на продуктивность и качество яровой пшеницы на южных черноземах Акмолинской области / Е.К. Базильжанов, А.Д. Кантарбаева // *Молодой ученый*. - 2016. - №11. - С. 579-582.
6. Бакаева, Н.П. Влияние обработки семян препаратами ЖУСС и подкормки азотными удобрениями на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы / Н.П. Бакаева, Ю.А. Шоломов, Н.Ю. Коржавина // *Агрохимия*. - 2016. - № 3. - С. 32-38.
7. Бакаева, Н.П. Влияние ранневесенней подкормки озимой пшеницы различными видами азотных удобрений на использование азота минеральных удобрений, урожайность и углеводно-амилазный комплекс зерна / Н.П. Бакаева, Н.Ю. Коржавина // *Агрохимия*. - 2019. - № 9. - С. 47-52.
8. Бакаева, Н.П. Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2019. - № 3. - С. 3-9.
9. Бакаева, Н.П. Состояние углеводно-амилазного комплекса зерна озимой пшеницы разных сортов в зависимости от обработки микроудобрениями ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями / Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова, Н.Ю. Коржавина // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2017. - № 1. - С. 30-34.
10. Баранников, В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кирилов. - М.: Колос,

2008. – 352 с.

11. Белоус, Н.М. Влияние удобрений на содержание азотистых веществ и тяжелых металлов в клубнях картофеля /Н.М. Белоус, В.В. Талызин, В.Ф. Шаповалов, Н.К. Симоненко // Агрохимия. - 2010. - № 3. - С. 22-28.

12. Богомазов, С.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от гуминового удобрения Гумостим и предшественников /С.В. Богомазов, А.В. Лянденбургская, А.А. Левин, О.А. Ткачук, Е.В. Ефремова // Нива Поволжья. - 2020. - № 3 (56). - С. 44-49.

13. Богомазов, С.В. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от применения гуминового и минеральных удобрений /С.В. Богомазов, А.А. Левин, О.А. Ткачук, А.В. Лянденбургская //Нива Поволжья. - 2019. - № 3 (52). - С. 68-73.

14. Богомазов, С.В. Эффективность гуминового и минеральных удобрений в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы /С.В. Богомазов, А.А. Левин, О.А. Ткачук, А.В. Лянденбургская, А.Ю. Кузнецов //Нива Поволжья. - 2018. - № 4 (49). - С. 9-13.

15. Богомазов, С.В. Эффективность применения регуляторов роста ретардантного действия в технологии возделывания семенных посевов озимой пшеницы / С.В. Богомазов, А.Г. Кочмин, Н.Н. Тихонов, С.М. Кудин //Нива Поволжья. - 2017. - № 1 (42). - С. 15-20.

16. Бондаренко, А.Н. Ресурсосберегающие приемы возделывания зернобобовых культур при использовании ростостимулирующих препаратов / А.Н. Бондаренко // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2020. - № 2 (31). - С. 5-8.

17. Васин, А.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность сортов ячменя при разных уровнях минерального питания / А.В. Васин, О.П. Кожевникова, Е.В. Карлов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 4. - С. 3-10.

18. Васин, А.В. Продуктивность и кормовые достоинства чистых и смешанных посевов на зернофураж при применении регуляторов роста /А.В. Васин, Н.В. Васина, Е.О. Трофимова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 1. - С. 34-38.

19. Васин, В.Г. Показатели фотосинтеза ячменя и урожайность при комплексном применении удобрений и стимуляторов роста / В.Г. Васин, А.Н. Бурунов, Н.Г. Михалкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 4. - С. 3-9.

20. Васин, В.Г. Применение стимуляторов роста и микроудобрений при возделывании кормовых культур / В.Г. Васин, А.В. Васин, В.В. Ракитина, Н.В. Васина, А.Н. Бурунов, О.В. Вершинина, И.К. Кошелева, Е.В. Карлов, Е.И. Макарова, Е.О. Трофимова // Земледелие. -

2017. - № 6. - С. 19-26.

21. Васин, В.Г. Продуктивность полевых культур при применении регуляторов роста в зоне Среднего Заволжья / В.Г. Васин, А.В. Васин, Н.В. Васина, А.А. Адамов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 3. - С. 3-8.

22. Васин, В.Г. Структура урожая яровой пшеницы при применении удобрений и стимулирующих препаратов / В.Г. Васин, Н.Г. Михалкин, Н.В. Васина, В.Э. Ким, Е.С. Фадеева // Нива Поволжья. - 2022. - № 1 (61). - С. 1011.

23. Васин, В.Г. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сортов ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста / В.Г. Васин, Е.В. Карлов, А.В. Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3. - С. 15-19.

24. Войтович, Н.В. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы / Н.В. Войтович, В.М. Никифоров, М.И. Никифоров, Г.В. Чекин, А.Л. Силаев, Е.В. Смольский, М.М. Нечаев // Земледелие. - 2019. - № 6. - С. 25-27.

25. Гареев, Р.Г. Взаимодействие минеральных удобрений, микроэлементов и стимуляторов роста на посевах ярового рапса / Р.Г. Гареев, Ф.Н. Сафиоллин, И.Г. Манюкова // «Актуальные проблемы развития АПК на современном этапе». Сборник научных работ сотрудников агрономического факультета, посвященный 75-летию КГСХА. - Казань: Изд-во «Абак», 1997. - С. 79-81.

26. Говоркова, С.Б. Изучение влияния нового регулятора роста растений с ретардатными свойствами на степень полегания озимой пшеницы / С.Г. Говоркова, Р.М. Гафуров, В.А. Цымбалова, Е.В. Калабашкина // Земледелие. - 2019. - № 5. - С. 39-41.

27. Голопятов, М.Т. Влияние минеральных удобрений, биологически активных веществ и микроудобрений на качество зерна гороха сортов нового поколения / М.Т. Голопятов, Б.С. Кондрашин // Земледелие. - 2016. - № 4. - С. 19-21.

28. Гоман, Н.В. Эффективность некорневой подкормки хелатами микроэлементов при возделывании яровой пшеницы на луговочерноземной почве / Н.В. Гоман, И.А. Бобренко, В.В. Попова, Ю.В. Аксенова // Земледелие. - 2020. - № 5. - С. 31-34.

29. Горянин, О.И. Эффективность применения удобрений в засушливых условиях Поволжья / О.И. Горянин, С.В. Обущенко, Б.Ж. Джангабаев, Е.В. Щербинина, Л.В. Пронович // Земледелие. - 2020. - № 8. - С. 29-33.

30. Грязева, В.И. Влияние гуминового удобрения "Гумостим" на продуктивность томатов / В.И. Грязева, Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина // Нива Поволжья. - 2022. - № 2 (62). - С. 1007.

31. Гуреев, И.И. Совершенствование агротехнологии выращивания озимой пшеницы с использованием удобрений, содержащих микроэлементы /И.И. Гуреев, М.Н. Жердев, А.Л. Брежнев // Земледелие. - 2016. - № 8. - С. 25-28.

32. Давидянц, Э.С. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне ранневесенней азотной подкормки /Э.С. Давидянц // Агрохимия. - 2022. - № 6. - С. 45-50.

33. Деева, В.П. Физиолого-биохимические и генетические основы действия разных регуляторов роста на отдельные генотипы / В.П. Деева // Тезисы 5 Межд.конф. «Регуляторы роста и развития растений». - М. - 1999. - С. 89-90.

34. Дозоров, А.В. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на динамику азота в растениях яровой пшеницы и сои / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1999. - №4. - С.53-54.

35. Дозоров, А.В. Влияние предпосевной обработки семян пектином и микроэлементами на качество урожая озимой пшеницы, гороха и сои / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Зерновое хозяйство. - 2001. - №1. - С.31-33.

36. Дозоров, А.В. Влияние хелатов и пектиновых веществ на посевные качества семян /А.В. Дозоров, В.А. Исайчев //Международный сельскохозяйственный журнал. - 1998. - С. 57-59.

37. Долбилин, А.В. Влияние препаратов Микромак и Микроэл на ростовые процессы и физиологические показатели озимой пшеницы / А.В. Долбилин, А.В. Лянденбургская // Нива Поволжья. - 2016. - № 1 (38). - С. 9-15.

38. Доронин, В.Г. Влияние фунгицидов и их смесей с регулятором роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / В.Г. Доронин, Е.Н. Ледовский // Агрохимия. - 2021. - № 10. - С. 17-21.

39. Дорофеев, Н.В. Влияние накопления сахаров на формирование морозостойкости озимой пшеницы в Восточной Сибири в зависимости от возраста растений / Н.В. Дорофеев // Зерновые культуры. - 1998. - №4. - С. 17-19.

40. Дорофеев, Н.В. Озимая пшеница для Восточной Сибири / Н.В. Дорофеев, А.А. Пешкова // Физиология, электрофизиология, ботаника и интродукция сельскохозяйственных растений. - Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2001. - С. 55-58.

41. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб.-М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

42. Дрёпа, Е.Б. Влияние ростстимулирующих препаратов и мик-

роудобрений на всхожесть и энергию прорастания озимой пшеницы / Е.Б. Дрёпа, О.И. Власова, М.В. Пономаренко, Р.Н. Пшеничный, Д.О. Ильминская // Земледелие. - 2022. - № 8. - С. 18-21.

43. Дрёпа, Е.Б. Роль стимулятора роста и микроудобрений в формировании продуктивности озимой пшеницы в засушливых условиях / Е.Б. Дрёпа, Р.Н. Пшеничный, М.В. Пономаренко, Л.В. Трубачева, Л.Н. Петрова // Земледелие. - 2021. - № 3. - С. 23-26.

44. Дулов, М.И. Влияние уровня минерального питания и биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна сортов проса в лесостепи Среднего Поволжья / М.И. Дулов, А.В. Волкова, А.Н. Макушин // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник трудов. - Самара: РИЦ СГСХА, 2010 - С.216 - 224.

45. Дядюченко, Л.В. Влияние нового регулятора роста растений на продуктивность озимой пшеницы / Л.В. Дядюченко, В.В. Тараненко, В.С. Муравьев // Агрохимия. - 2021. - № 12. - С. 64-68.

46. Дядюченко, Л.В. Разработка новых регуляторов роста озимой пшеницы /Л.В. Дядюченко, В.В. Тараненко, В.Д. Стрелков, М.С. Соколов // Агрохимия. - 2019. - № 6. - С. 14-17.

47. Елисеева, О.В. Содержание некоторых микроэлементов в вегетативных органах редьки (*RAPHANUS SATIVUS*L) / О.В. Елисеева, А.Ф. Елисеев // Известия ТСХА. - 2011. - №2. - С.59 – 68.

48. Есаулко, А.Н. Влияние макро- и микроудобрений на фотосинтетическую деятельность и продукционную способность озимой пшеницы на выщелоченном черноземе / А.Н. Есаулко, Е.В. Письменная, А.Ю. Ожередова, В.А. Клец, Ю.Н. Кузьмина // Земледелие. - 2022. - № 7. - С. 36-39.

49. Жердецкий, И.Н. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на продуктивность сахарной свёклы и содержание в ней макроэлементов / И.Н. Жердецкий, А.С. Заримняк, А.В. Ступенко // Агрохимия. - 2010. - №10. - С.20 - 27.

50. Зволинский, В.П. Фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы при использовании внекорневых подкормок / В.П. Зволинский, А.Н. Бондаренко, А.Н. Бармин // Земледелие. - 2012.- №2. - С.36 - 37.

51. Злотников, А.К. Оценка эффективности использования биопрепарата Альбит в системе защиты полевых культур против насекомых-вредителей /А.К. Злотников, А.Т. Подварко, Т.А. Рябчинская, Н.А. Кудрявцев, К.М. Злотников, И.М. Ханиева // Земледелие. - 2017. - № 4. - С. 37-42.

52. Иванов, Д.И. Урожайность и посевные качества яровой пшеницы в зависимости от сорта и внекорневой обработки марганцем, медью и молибденом / Д.И. Иванов, Н.Н. Иванова, Л.Н. Прокина //

Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 3 (36). - С. 22-29.

53. Исaiчев, В.А. Влияние внескорневой подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.А. Исaiчев, В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений: Материалы Международной научно – практической конференции. – Саратов; 2012. - С.40 - 44.

54. Исaiчев, В.А. Влияние жидких минеральных удобрений на продукционные процессы яровой пшеницы / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 2 (35). - С. 15-20.

55. Исaiчев, В.А. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы Казанская 560 в условиях Среднего Поволжья / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, В.Г. Половинкин // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2015.- № 4 (32).- С.13-18.

56. Исaiчев, В.А. Влияние мелафена и хелатных микроудобрений на содержание радионуклидов в сельскохозяйственных растениях / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Вестник РАСХН. - 2013. - №6. - С.46-48.

57. Исaiчев, В.А. Влияние микро и макроудобрений на ростовые и продукционные процессы яровой пшеницы / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, И.Л. Федорова // Нива Поволжья. - 2021. - № 1 (58). - С. 59-66.

58. Исaiчев, В.А. Влияние некорневой подкормки препаратом Мегамикс на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев // Нива Поволжья. - 2020. - № 4 (57). - С. 9-15.

59. Исaiчев, В.А. Влияние пектина и макроэлементов на динамику последних в растениях озимой пшеницы / В.А. Исaiчев, Ф.А. Мударисов // Зерновое хозяйство. - 2004. - №7. - С.18-20.

60. Исaiчев, В.А. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на динамику азота в растениях яровой пшеницы и сои / В.А. Исaiчев, А.В. Дозоров // Зерновое хозяйство. - 1999. - С.12-13.

61. Исaiчев, В.А. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на фото - синтетическую деятельность посевов яровой пшеницы и сои / В.А. Исaiчев// Зерновые культуры. - 1999. - С.12-13.

62. Исaiчев, В.А. Влияние предпосевной обработки семян ростовыми веществами на содержание азота, фосфора и калия в растениях гороха / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев // Вестник РАСХН. - 2003. - №2. – С. 39-41.

63. Исaiчев, В.А. Влияние предпосевной обработки хелатными микроудобрениями и регуляторами роста на посевные качества семян гороха и яровой пшеницы/ В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Нива Поволжья. - 2013. - № 1 (26). - С.16-19.

64. Исaiчев, В.А. Влияние регуляторов роста и удобрений на

продукционные процессы и урожайность озимой пшеницы в Лесостепи Поволжья / В.А. Исaiчев, В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Вестник Курганской ГСХА. - 2012. - №3. - С.30 - 32.

65. Исaiчев, В.А. Влияние регуляторов роста и хелатных микроудобрений на урожайность и показатели качества гороха и озимой пшеницы / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - №1(17). - С.12 - 16.

66. Исaiчев, В.А. Влияние регуляторов роста на ранних этапах роста и развития растений озимой пшеницы / В.А. Исaiчев, Е.В. Провалова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса наука и высшее профессиональное образование. - 2012. - № 3 (27). - С. 80-85.

67. Исaiчев, В.А. Влияние регуляторов роста на содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка в условиях Среднего Поволжья / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Казанского ГАУ. - 2013.- №1(27). - С.103-107.

68. Исaiчев, В.А. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Башкирского ГАУ. - 2013.- С.18-22.

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

70. Исaiчев, В.А. Влияние стимуляторов роста на динамику площади листьев / В.А. Исaiчев, Е.Л. Хованская // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. - 2008. - С. 47-48.

71. Исaiчев, В.А. Действие пектина, мелафена и микроэлементов на прорастание гороха / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев // Аграрная наука. - 2004. - № 2. - С.22-23.

72. Исaiчев, В.А. Динамика микроэлементов в органах растений озимой пшеницы в зависимости от обработки семян амарантовым пектином в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Исaiчев, Ф.А. Мударисов // Зерновое хозяйство. - 2003. - №6. - С.25-26.

73. Исaiчев, В.А. Динамика микроэлементов в растениях яровой пшеницы под влиянием регуляторов роста / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник РАСХН. - 2013. - №4. - С.8-10.

74. Исaiчев, В.А. Зависимость динамики макроэлементов в растениях яровой пшеницы от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исaiчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2013.- №1(21) .- С.14-19.

75. Исайчев, В.А. Использование хелатированных микроэлементов для повышения белковой продуктивности гороха / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Зоотехния. - 2014. - №4 (28).- С.8-10.

76. Исайчев, В.А. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от регуляторов роста нового поколения мелафена и пирафена Волжская К / В.А. Исайчев, О.В. Костин, Е.В. Провалова // Вестник РАСХН. - 2010.- №3.- С. 48-49.

77. Исайчев, В.А. Кормовая и технологическая ценность зерна пшеницы и семян гороха / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мудари-сов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - №2. – С. 24-28.

78. Исайчев, В.А. Накопление криозащитных соединений в растениях озимой пшеницы по фазам закаливания в зависимости от регуляторов роста / В.А. Исайчев, Е.В. Провалова // Аграрная наука. - 2011. - С. 20-21.

79. Исайчев, В.А. Накопление криозащитных соединений под действием регуляторов роста в растениях озимой пшеницы по фазам закаливания/ В.А. Исайчев, Е.В. Провалова // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования», Том VII. - Ульяновск, 2009. - С. 14-17.

80. Исайчев, В.А. Применение различных регуляторов роста и минеральных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Д.В. Плечов, В.Г. Половинкин // Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России». - Иваново, 2015. - С. 98-102.

81. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от применения регуляторов роста, макро и микроэлементов Лесостепи Поволжья / В.А. Исайчев, В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. - 2013. - №1. - С.95-101.

82. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2013. - №3 (23). - С. 14-19.

83. Исайчев, В.А. Фотосинтетическая деятельность озимой пшеницы в зависимости от мелафена и пирафена / В.А. Исайчев, О.Г. Музурова, Е.В. Провалова // Материалы Всероссийского семинара-совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии». – Казань, 2006. - С.37-40.

84. Исайчев, В.А. Фотосинтетическая деятельность яровой пшеницы под влиянием регуляторов роста / В.А. Исайчев, Е.В. Провалова, А.В. Каспировский // Отраслевые аспекты технических наук. - 2012.- С.27-29.

85. Исайчев, В.А. Экологический аспект использования пектина и мелафена в качестве фиторегуляторов в технологии возделывания озимой пшеницы / В.А. Исайчев, Ф.А. Мударисов // Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства». – Пенза, 2002. - С. 208-209.

86. Исайчев, В.А., Потребление и вынос элементов минерального питания из почвы растениями яровой пшеницы под действием регуляторов роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Материалы Международной научно-практической конференции «Микроэлементы и регуляторы роста в питании растений: теоретические и практические аспекты». - Ульяновск, 2014. - С. 47-50.

87. Исайчев, В.А. Влияние различных модификаций препарата мегамикс на параметры прорастания яровой пшеницы / В.А. Исайчев, В.И., Костин, Н.Н., Андреев // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Инновационные достижения науки и техники АПК», 2019. - С. 33-36.

88. Исайчев, В.А. Влияние минеральных удобрений и препарата NAGRO на продуктивность кормового ячменя / В.А. Исайчев, В.И., Костин, Н.Н., Андреев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. - № 4 (48). - С. 51-60.

89. Исайчев, В.А. Продуктивность кормового ячменя в условиях Среднего Поволжья при использовании регуляторов роста и минеральных удобрений / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // В сборнике: Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, Заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова. – Владикавказ, 2017. - С. 72-74.

90. Исайчев, В.А. Действие регуляторов роста и минеральных удобрений на показатели водного режима растений ячменя / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.Р. Абдулмянов // В сборнике: актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения сборник научных трудов. - Кинель, 2016. - С. 83-86.

91. Исайчев, В.А. Влияние микро и макроудобрений на ростовые и продукционные процессы яровой пшеницы / В.А. Исайчев, Н.Н. Ан-

дреев, И.Л. Федорова // Нива Поволжья. - 2021. - № 1 (58). - С. 59-66.

92. Каргин, В.И. Эффективность биопрепаратов в посевах яровой пшеницы / В.И. Каргин, С.Н. Немцев, Р.А. Захаркина, Ю.И. Каргин // Доклады РАСХН. - 2011. - №1. - С. 35-38.

93. Каримова Л.З. Влияние предпосевной обработки семян и нормы высева на формирование урожая и пораженность растений ячменя корневыми гнилями / Л.З. Каримова, Р.И. Сафин, И.П. Таланов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - № 1 (29). - С 21-25.

94. Карпова, Г.А. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы / Г.А. Карпова, Л.В. Карпова, Е.Ю. Фролова // Нива Поволжья. - 2016. - № 1 (38). - С. 29-35.

95. Карпова, Г.А. Динамика ростовых процессов сельскохозяйственных культур при использовании регуляторов роста / Г.А. Карпова // Нива Поволжья. - 2017. - № 4 (45). - С. 88-93.

96. Карпова, Л.В. Влияние удобрений на формирование плотности агроценоза, посевные качества и биохимический состав семян яровой пшеницы / Л.В. Карпова, А.В. Строгонова // Нива Поволжья. - 2019. - № 4 (53). - С. 2-8.

97. Карпова, Л.В. Эффективность применения комплексных жидких удобрений в хелатной форме на фоне естественного и минерального питания растений яровой пшеницы / Л.В. Карпова, Г.А. Карпова, А.В. Строгонова // Нива Поволжья. - 2020. - № 4 (57). - С. 51-57.

98. Киселева, Л.В. Формирование высокопродуктивных агроценозов подсолнечника при комплексной обработке органоминеральными удобрениями и стимуляторами роста в условиях Самарской области // Л.В. Киселева, А.В. Брежнев, В.Г. Васин, В.Э. Ким / Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 4. - С. 16-23.

99. Костин, В.И. Влияние мелафена на зимостойкость, урожайность и качество озимой пшеницы/ В.И. Костин, В.А. Исайчев // Материалы шестой Международной конференции «Регуляторы роста и развития в биотехнологиях». – Москва, 2001. - С.249.

100. Костин, В.И. Влияние пектина и микроэлементов на закалку растений и продуктивность озимой ржи / В.И. Костин, В.А. Исайчев, А.Ю. Семенов // Аграрная Россия. - 2003. - С. 48-49.

101. Костин, В.И. Влияние пектина и микроэлементов на фотосинтетическую деятельность и качество зерна яровой пшеницы/ В.И. Костин, Е.Л. Хованская, В.А. Исайчев// Сборник научных трудов «Физиология электрофизиология, ботаника и интродукция сельскохозяйственных растений». - Нижний Новгород, 2001. - С. 110-113.

102. Костин, В.И. Динамика ростовых процессов озимой пшеницы в зависимости от обработки семян пектином и микроэлементами / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Ф.А. Мударисов // *Зерновое хозяйство*. - 2003. - С. 13-14.

103. Костин, В.И. Использование мелафена в качестве фиторегулятора сельскохозяйственных растений / В.И. Костин, В.А. Исайчев, С.Г. Фаттахов, Н.Л. Лосева // *Сборник научных трудов «Физиология электрофизиология, ботаника и интродукция сельскохозяйственных растений»*. - Нижний Новгород, 2001. - С. 103-106.

104. Костин, В.И. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от регуляторов роста нового поколения мелафена и пирафена / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Е.В. Провалова // *Вестник РАСХН*. - №3. - 2010. - С.48 - 49.

105. Костин, В.И. Мелафен в качестве регулятора роста и развития нового поколения / В.И. Костин, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // *Информационно-справочный указатель «Научные разработки и научно-консультационные услуги»*. - 2007. - С. 41-43.

106. Костин, В.И. Результаты исследований по применению мелафена при возделывании сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, О.В. Костин, В.А. Исайчев // *Материалы Всероссийского семинара-совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии»*. - Казань, 2006. - С.27-34.

107. Костин, В.И. Экологическая эффективность применения природных регуляторов роста в популяции озимой пшеницы / В.И. Костин, Е.Н. Ерофеева // *Вестник Казанского ГАУ*. - №2 (16) - 2010. - С.127 - 130.

108. Костин, В.И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур / В. И. Костин, В. А. Исайчев, О. В. Костин. - М.: Колос, 2006. - 290 с.

109. Кошеляев В.В. Влияние элементов технологии на урожай и посевные качества семян озимой пшеницы / В.В. Кошеляев, Л.В. Карпова // *Нива Поволжья*. - 2014. - №4 (33). - С. 60-66.

110. Кошеляев, В.В. Особенности формирования элементов структуры урожая у сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания / В.В. Кошеляев, И.П. Кошеляева, Н.М. Гурьянова // *Нива Поволжья*. - 2021. - № 2 (59). - С. 46-54.

111. Кошеляев, В.В. Содержание белка в зерне сортов озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания / В.В. Кошеляев, В.И. Сальников, И.П. Кошеляева // *Нива Поволжья*. - 2019. - № 4 (53). - С. 23-28.

112. Кухарев, О.Н. Агрэкологические аспекты применения бак-

териальных препаратов, регуляторов роста и микроэлементных удобрений в технологии возделывания зернобобовых культур / О.Н. Кухарев, А.Н. Кшникаткина // Нива Поволжья. - 2017. - № 2 (43). - С. 33-41.

113. Кшникаткин, С.А. Агрэкологическая эффективность инокуляции семян бактериальными препаратами и комплексными микроэlementными удобрениями в ресурсосберегающей технологии возделывания клевера паннонского / С.А. Кшникаткин, Н.А. Карпов // Нива Поволжья. - 2020. - № 2 (55). - С. 28-33.

114. Кшникаткина, А.Н. Агрэкологические аспекты применения комплексных микроэlementных удобрений и бактериальных препаратов в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы / А.Н. Кшникаткина, И.Г. Русаев // Нива Поволжья. - 2018. - № 1 (46). - С. 41-47.

115. Кшникаткина, А.Н. Влияние комплексных серосодержащих микроэlementных удобрений на урожайность и качество расторопши пятнистой (*silibum magianum*) в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин, И.А. Воронова // Нива Поволжья. - 2019. - № 2 (51). - С. 28-34.

116. Кшникаткина, А.Н. Регуляторы роста и микроудобрения - факторы повышения продуктивности льна масличного / А.Н. Кшникаткина, Е.Ю. Журавлёв // Нива Поволжья. - 2018. - № 4 (49). - С. 67-71.

117. Кшникаткина, А.Н. Эффективность некорневой подкормки микроэlementными удобрениями на урожайность и качество зерна яровой тритикале / А.Н. Кшникаткина, А.Н. Долженко // Нива Поволжья. - 2020. - № 1 (54). - С. 29-34.

118. Кшникаткина, А.Н. Эффективность применения макро- и микроудобрений при возделывании костреча безостого на семена в условиях Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, П.Г. Аленин, С.А. Кшникаткин // Нива Поволжья. - 2016. - № 3 (40). - С. 31-39.

119. Лазарев, В.И. Эффективность микроэlementных удобрений марки Микрофид при обработке семян и посевах яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области / В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко // Земледелие. - 2020. - № 2. - С. 20-23.

120. Лукаткин, А.С. Влияние регулятора роста Эпин-экстра на растения пшеницы при действии тяжелых металлов / А.С. Лукаткин, К.А. Грузнова, Д.И. Башмаков, А.А. Лукаткин // Агрохимия. - 2019. - № 2. - С. 81-88.

121. Мазалов, В.И. Влияние различных доз азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.И. Мазалов, О.М. Мосина, Н.Г. Хмызова, М.М. Донской // Земледелие. - 2019. - № 4. - С. 19-21.

122. Макушин, А.Н. Формирование урожая, технологические и

крупяные достоинство зерна сортов проса в Лесостепи Среднего Поволжья: автореф дис. канд. с. – х. наук / А.Н. Макушин. – Кинель, 2012. – 19с.

123. Медведева, И.Н. Влияние регуляторов роста из группы халконов на урожайность и болезни яровых зерновых культур в Предуралье /И.Н. Медведева, С.В. Чирков, Ж.А. Упилкова // Нива Поволжья. - 2022. - № 1 (61). - С. 1007.

124. Наумов, М.М. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса / М.М. Наумов, Т.В. Зими́на, Е.И. Хрюкина, Т.А. Рябчинская // Агрoхимия. - 2019. - № 5. - С. 21-28.

125. Нортон, Р. Значение серы в питании растений / Р. Нортон, Р. Миккелсен и Т. Дженсен // Питание растений. – № 3. – 2014. - С. 2 – 6.

126. Нуштаева, А.В. Влияние комплексного гуминового препарата на посевные качества семян овощных культур / А.В. Нуштаева, Ю.В. Блинохвато́ва // Нива Поволжья. - 2022. - № 2 (62). - С. 1009.

127. Нуштаева, А.В. Влияние микроудобрений на основе хелатных комплексов на всхожесть семян / А.В. Нуштаева, Ю.В. Блинохвато́ва, Т.А. Власова, Н.П. Чекаев // Нива Поволжья. - 2021. - № 1 (58). - С. 17-22.

128. Ожередова, А.Ю. Формирование планируемой урожайности озимой пшеницы на основе оптимизации минерального питания / А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко // Земледелие. - 2019. - № 7. - С. 21-23.

129. Пахомова В.М. Продукционные и физиологические процессы яровой пшеницы при обработке вегетирующих растений Zn, В – содержащим микроудобрением / В.М. Пахомова, Е.К. Бунтукова, А.И. Даминова, Т.В. Андреева, Н.М. Фомина // Вестник Казанского ГАУ. - №3 (25). - 2012. - С.142 - 145.

130. Пигорев, И.Я. Влияние стимуляторов роста на урожай и качество плодов огурца в условиях защищенного грунта / И.Я. Пигорев, О.А. Грязнова, Д.В. Леонов // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 2 (35). - С. 21-28.

131. Пирахунова, Ф.Н. Влияние координационных соединений микроэлементов на рост, развитие и урожайность хлопчатника / Ф.Н. Пирахунова, А.А.Абзалов, А.А. Туракулов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 1. - С. 23-29.

132. Пискарева, Л.А. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений и стимуляторов роста в посевах ярового ячменя (*hordeum sativum* L.) / Л.А. Пискарева, А.Ю. Чевурдин // Агрoхимия. - 2022. - № 1. - С. 21-31.

133. Плаксина, В.С. Некорневые подкормки сельскохозяйственных культур гуминовыми удобрениями в экспериментальном севообо-

роте / В.С.Плаксина, А.Н. Асташов // Нива Поволжья. - 2021. - № 2 (59). - С. 14-18.

134. Плечов, Д.В. Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность и качество продукции озимой пшеницы / Д.В. Плечов, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2015. - №3 (31). - С. 37-41.

135. Плотникова, Т.В. Влияние обработки семян стимулятором роста Мелафен на формирование рассады и урожайность табака / Т.В. Плотникова, Е.М. Тютюнникова, Л.М. Соболева // Земледелие. - 2020. - № 2. - С. 17-20.

136. Плотникова, Т.В. Эффективность использования современных комплексных удобрений Плантафол и Мегамикс в технологии возделывания табака / Т.В. Плотникова, Н.В. Сидорова, С.Н. Алёхин // Агрохимия. - 2017. - № 7. - С. 42-48.

137. Половинкин, В.Г. Влияние регуляторов роста на фотосинтетический потенциал листьев озимой пшеницы в лесостепи Поволжья / В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Материалы VМеждународной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» / Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2012, т.1. – С.51-57.

138. Половинкин, В.Г. Формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы при использовании удобрений и регуляторов роста / В.Г. Половинкин, Н.Н. Андреев, Е.В. Провалова // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск, 2013. – С.66 -70.

139. Пронько, В.В. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на потребление элементов питания и продуктивность зернового сорго в степном Поволжье / В.В. Пронько, Т.А. Алинкина // Вестник Саратовского ГАУ. - 2011. - № 4. - С.17-19.

140. Самсонова, Н.Е. Влияние цеолита и минеральных удобрений на водный режим растений и урожайность яровой пшеницы (*triticum aestivum* L.) /Н.Е. Самсонова, Н.А. Антонова, И.А. Шупинская // Агрохимия. - 2016. - № 10. - С. 48-55.

141. Семина, С.А. Комплексные удобрения с микроэлементами и формирование продуктивности яровой мягкой пшеницы / С.А. Семина, Н.И. Остробородова // Нива Поволжья. - 2020. - № 2 (55). - С. 40-45.

142. Семина, С.А. Особенности роста растений сахарной свеклы при использовании различных полифункциональных регуляторов роста растений / С.А. Семина, Е.В. Жеряков, Ю.И. Жерякова // Нива Поволжья. - 2022. - № 2 (62). - С. 1008.

143. Семина, С.А. Роль регуляторов роста в формировании уро-

жайности зерна кукурузы / С.А. Семина, И.В. Гаврюшина, Ю.А. Семина, С.Н. Алексеева // Нива Поволжья. - 2021. - № 1 (58). - С. 23-29.

144. Семина, С.А. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от листовой подкормки комплексными удобрениями / С.А. Семина, И.В. Гаврюшина // Нива Поволжья. - 2019. - № 4 (53). - С. 29-35.

145. Серегина, И.И. Влияние препарата Циркон на продуктивность яровой пшеницы и содержание тяжелых металлов в продукции при загрязнении почвы Zn, Cd, Pb / И.И. Серегина, Е.В. Чурсина // Агрехимия. - 2010. - №9. - С.66-71.

146. Серегина, И.И. Изменение продуктивности сортов яровой пшеницы при использовании регуляторов роста / И.И. Серегина // Доклады РАСХН - 2008. - №1. - С. 25-27.

147. Серегина, И.И. Регулирование урожайности яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при выращивании в условиях дефицита влаги в почве путем применения молибдена в зависимости от уровня азотного питания / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская // Агрехимия. - 2021. - № 4. - С. 70-78.

148. Серегина, И.И. Фотосинтетическая активность и донорно-акцепторные отношения растений яровой пшеницы при применении молибденовокислого аммония в условиях засухи / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская // Агрехимия. - 2020. - № 7. - С. 26-35.

149. Синеговская, В.Т. Фотосинтетическая деятельность посевов и ее влияние на формирование урожая сои / В.Т. Синеговская, Ю.Е. Исаева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2008. - №2. - С. 31-33.

150. Снигирева, О.М. Влияние регуляторов роста Эмистим р и Альбит на элементы структуры урожая, продуктивность и качество семян яровой пшеницы сорта Баженка / О.М. Снигирева, Ю.Е. Ведерников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 3. - С. 22-30.

151. Тимошкин, О.А. Влияние регуляторов роста на качество семян сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья / О.А. Тимошкин, Т.Я. Прахова, В.Г. Дружинин // Нива Поволжья. - 2021. - № 2 (59). - С. 69-74.

152. Тихонова, М.А. Влияние применения хелатных форм микроудобрений на урожайность среднераннего картофеля / М.А. Тихонова, И.А. Гайсин, А.Х. Яппаров, Н.Л. Шаронова, М.М. Ильясов // Вестник Казанского ГАУ. - 2015. - № 2 (36). - С.159-163.

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

154. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьякова, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова. - 2-е изд. - М.: КолосС, 2005. - 656 с.

155. Тулькубаева, С.А. Формирование урожайности и качество семян ярового рыжика при использовании регуляторов роста / С.А. Тулькубаева, В.Г. Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 2. - С. 3-7.

156. Тычинская, И.Л. Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя / И.Л. Тычинская, А.А. Зеленов, Е.Н. Мерцалов, Е.С. Михалева // Земледелие. - 2021. - № 4. - С. 7-10.

157. Ульяновко, Л.Н. Влияние загрязнения почв кадмием на его накопление растениями ячменя в онтогенезе / Л.Н. Ульяновко, С.В. Круглов, А.С. Филипас, Н.Н. Ной, Н.С. Степанчикова // Агробиохимия. - 2010. - № 5. - С. 70-74.

158. Уткин, А.А. Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / А.А. Уткин, С.Н. Лукьянов // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 3 (36). - С. 30-35.

159. Фаттахов, С.Г. Меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты в качестве регулятора роста и развития растений и способ её получения / С.Г. Фаттахов, Н.Л. Лосева, В.С. Резник и др. // Патент РФ № 2158735 от 10.11.2000 г. Москва.

160. Фаттахов, С.Г. Мелафен – перспективный регулятор роста растений для сельского хозяйства и биотехнологии / С.Г. Фаттахов, В.С. Резник, А.И. Коновалов // Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии. - Сборник материалов Всероссийского семинара – совещания. - Казань: РИЦ «Школа», 2006. - С. 3-12.

161. Фомин, В.Н. Влияние различных схем применения макро- и микроудобрений и стимуляторов роста на водный режим почвы, водопотребление, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.Н. Фомин, А.М. Козин, И.И. Мардиев, Р.Г. Хуснутдинов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 2. - С. 19-29.

162. Фомин, В.Н. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой пшеницы в зависимости от стимуляторов роста, микробиологических удобрений и биофунгицида в условиях Среднего Поволжья // В.Н. Фомин, А.М. Козин, И.И. Мардиев, Р.Г. Хуснутдинов / Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 3. - С. 3-13.

163. Хошимов Б.Т. Изучение биологической активности новых координационных соединений пулатов / Б.Т. Хошимов, Р.Н. Ким, О.В.

Мячина // Сборник статей V Международной научно-технической конференции. В 3-х томах. Том 3. Минск, 2022. – С.235-240.

164. Чекаев, Н.П. Действие микробиологических удобрений и химических протравителей на посевные качества семян сельскохозяйственных культур /Н.П. Чекаев, Ю.В. Блинохватова, А.В. Нуштаева, В.О. // Нива Поволжья. - 2022. - № 1 (61). - С.1003.

165. Чепко, С.С. Влияние регулятора роста мелафена на продуктивность озимых зерновых культур / С.С. Чепко, Л.Н. Долгова, В.П. Положенцев // Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии. - Сборник материалов Всероссийского семинара – совещания. – Казань: РИЦ «Школа», 2006. - С. 165-168.

166. Черкасов, Е.А. Характеристика пахотных почв Ульяновской области по содержанию микроэлементов и эффективность применения микроэлементосодержащих препаратов / Е.А. Черкасов, В.А. Исайчев, Б.К. Саматов, С.Н. Никитин // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2012. - № 4 (20). - С.30 - 34.

167. Шакирова, Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф.М. Шакирова. - Уфа: Изд-во Гилем, 2001. - 159 с.

168. Шафран, С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщение 1. Азотные удобрения /С.А. Шафран // Агрохимия. - 2021. - № 7. - С. 27-35.

169. Шафран, С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщение 2. Фосфорные и калийные удобрения / Шафран, С.А. // Агрохимия. - 2021. - № 8. - С. 9-16.

170. Шеуджен, А.Х. Валовое содержание серы и ее формы в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в условиях агрогенеза/ А.Х. Шеуджен, В.Н. Слюсарев, Т.Н. Бондарева, О.А. Гуторова, М.А. Осипов, С.В. Есипенко // Плодородие. - № 4. - 2014. - С. 29-30.

171. Шукаев А.А. Эффективность применения биопрепаратов на посевах сои в предгорной зоне КБР / А.А. Шукаев, И.М. Ханиева. А.Л.Бозиев, А.М. Бекова, А.Х. Абазов // IX Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективные инновационные проекты молодых ученых» Нальчик, 10–15 января 2022 года. – С.244-250.

171. Ямалеев, А.М. Биологическая эффективность защитно-стимулирующих препаратов и влияние их на физиолого-биохимические свойства растений / А.М. Ямалеев, Р.С. Багаутдинов, А.А. Ямалеева // Мат. конф. «Химия и технология применения регуляторов роста растений». Уфа: Изд-во БГУ, 2001. - С. 78-88.

172. Яхин, О.И. Влияние регулятора роста растений стифун на аккумуляцию кадмия проростками зерновых культур / О.И. Яхин, А.А. Лубянов, И.А. Яхин, Б.Н. Постригань, А.В. Гемерис, В.А. Вахитов, Р.А. Батраев // *Агрохимия*. - 2011. - № 5. - С. 76-83.

173. Kakimoto, T. Plant cytokinin biosynthetic enzymes as dimethylallyl diphosphate: ATP/ADP isopentenyl-transferases / T. Kakimoto // *Plant Cell Physiol*. - 2001. - Vol. 42. - P. 677-685.

174. Provalova, E.V. The application of new generation growth regulators to increase the grain productivity of winter wheat / Provalova E.V., Toigildin A.L., Erofeyev S.E., ErmoshkinYu.V., Khvostov N.V., Tsapovskaya O.N. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - November - December 2015 RJPBCS 6(6) Page No. 117.

175. Isaichev V.A. Specific features of dynamic patterns of microelement in spring wheat plants when applying growth regulators in the technology of cultivation / Isaichev V.A., Andreev N.N., Kaspirovskij A.V. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. T. 10. № 3. С.137-142.

176. Isaichev V.A. Influence of mineral fertilizers and growth regulator tsetsetse on the cropping capacity and winter wheat quality / Isaichev V.A., Andreev N.N., Plechov D.V. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. T. 10. № 3. С.188-193.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Влияние регуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Вариант	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть
Контроль	73,8±1,0	87,5±1,3
Гиббереллин.	79,8±1,7	93,5±1,3
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	87,8±1,0	94,5±0,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	86,0±1,2	93,3±1,0
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	84,8±1,3	93,5±0,6
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	83,8±1,0	94,0±0,8

Приложение 2

Влияние регуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы сорта Землячка, %

Вариант	Энергия прорастания семян, %					Лабораторная всхожесть семян, %				
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Контроль	84,5	82,5	83,9	83,6	83,6	96,0	91,5	93,3	90,7	92,9
Крезацин	88,5	86,8	88,8	87,7	87,9	97,8	94,0	98,2	96,1	96,5
Энергия	88,0	86,0	88,6	90,6	88,3	96,3	95,5	97,7	97,3	96,7
Альбит	86,8	84,7	86,3	83,9	85,4	95,0	93,8	96,9	92,9	94,6
Гуми	85,5	83,5	85,8	84,5	84,9	96,3	95,8	90,7	93,3	94,0
Циркон	86,0	84,3	85,4	87,1	85,7	97,8	94,5	95,0	94,7	95,5
Экстрасол	87,0	86,0	86,1	85,1	86,1	97,5	96,0	96,1	96,0	96,4
НСР ₀₅	1,31	2,79	2,08	1,19	–	0,94	2,27	1,65	1,82	–

Приложение 3

Морфофизиологическая оценка проростков семян озимой пшеницы сорта Волжская К при обработке семян регуляторами роста, г

Вариант	Сырая масса надземной части	Сырая масса корней	Отношение надземной массы к массе корней
Контроль	3,01	2,12	1,42
Гиббереллин	3,30	2,16	1,53
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	3,70	2,33	1,58
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	3,35	2,20	1,52
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	3,44	2,16	1,59
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	3,31	2,21	1,49

Влияние регуляторов роста на полевую всхожесть и сохранность растений озимой пшеницы сорта Волжская К поле
сле перезимовки, шт./м²

Вариант	Полевая всхожесть			Сохранность		
	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.
Контроль	402,1±6,6	379,6±2,1	399,2±8,5	267,0±5,7	302,6±9,6	298,6±4,2
Гиббереллин	414,0±19,2	432,6±3,9	431,5±11,2	324,0±3,1	347,8±14,8	324,5±5,8
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	422,3±13,9	461,0±10,4	449,8±9,9	387,0±4,4	396,3±3,3	348,9±4,1
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	420,2±17,6	441,6±6,6	435,6±8,9	376,0±5,6	371,8±10,9	339,5±7,3
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	428,4±13,8	449,4±8,4	441,3±11,9	358,0±3,6	390,1±6,1	341,2±3,9
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	418,3±10,2	468,0±5,3	430,9±8,1	349,0±1,7	375,2±10,9	336,8±4,8

Приложение 5

Влияние регуляторов роста на содержание аминокислот в первую фазу закалики озимой пшеницы сорта Волжская К, % на сухое вещество

Вариант	Контроль	Гиббереллин	Мелафен 1•10 ⁻⁴ %	Мелафен 1•10 ⁻³ %	Пирафен 1•10 ⁻⁴ %	Пирафен 1•10 ⁻³ %
1	2	3	4	5	6	7
2005-2006 гг.						
Валин	0,69	0,72	0,74	0,7	0,76	0,79
Лейцин	0,74	0,76	0,78	0,75	0,81	0,79
Изолейцин	0,25	0,26	0,24	0,25	0,26	0,28
Треонин	0,39	0,41	0,43	0,4	0,42	0,44
Метнионин	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,14
Фенилаланин	0,76	0,78	0,74	0,77	0,81	0,82
Триптофан	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,15
Лизин	0,26	0,28	0,31	0,27	0,30	0,33
Гистидин	0,32	0,33	0,35	0,32	0,36	0,38
Аспарагиновая кислота	0,69	0,72	0,74	0,70	0,73	0,78
Серин	0,48	0,50	0,52	0,49	0,51	0,54
Глутаминовая кислота	3,29	3,40	3,50	3,33	3,55	3,7
Пролин	1,21	1,24	1,30	1,22	1,28	1,34
Глицин	0,41	0,43	0,45	0,42	0,46	0,49
Аланин	0,54	0,56	0,58	0,55	0,57	0,61
Тирозин	0,48	0,5	0,52	0,49	0,53	0,52
Цистин	0,1	0,11	0,11	0,10	0,10	0,13
Аргинин	0,55	0,57	0,6	0,56	0,61	0,63
Сумма	11,39	11,82	12,16	11,55	12,31	12,86
2006-2007 гг.						
Валин	0,75	0,77	0,73	0,78	0,71	0,68
Лейцин	0,77	0,8	0,86	0,85	0,88	0,89
Изолейцин	0,27	0,29	0,37	0,36	0,38	0,39
Треонин	0,42	0,45	0,46	0,4	0,42	0,46
Метнионин	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13
Фенилаланин	0,8	0,83	0,82	0,82	0,84	0,85
Триптофан	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14
Лизин	0,29	0,32	0,33	0,32	0,34	0,35
Гистидин	0,34	0,37	0,33	0,32	0,34	0,35
Аспарагиновая кислота	0,75	0,75	0,77	0,76	0,81	0,7
Серин	0,53	0,55	0,5	0,49	0,51	0,52
Глутаминовая кислота	3,60	3,66	3,80	3,75	3,90	4,00
Пролин	1,32	1,36	1,23	1,41	1,26	1,28
Глицин	0,47	0,48	0,49	0,48	0,4	0,41
Аланин	0,6	0,62	0,57	0,56	0,48	0,49
Тирозин	0,51	0,54	0,47	0,47	0,48	0,49
Цистин	0,12	0,12	0,06	0,06	0,07	0,07
Аргинин	0,59	0,62	0,61	0,6	0,64	0,63
Сумма	12,40	12,80	12,65	12,68	12,73	12,83
2007-2008 гг.						

Продолжение таблицы 5

Валин	0,73	0,76	0,82	0,81	0,79	0,76
Лейцин	0,9	0,99	1,02	1,07	1,09	0,98
Изолейцин	0,49	0,53	0,54	0,56	0,57	0,52
Треонин	0,49	0,52	0,59	0,56	0,56	0,52
Метионин	0,20	0,22	0,25	0,22	0,23	0,21
Фенилаланин	0,64	0,66	0,72	0,7	0,69	0,67
Триптофан	0,20	0,22	0,26	0,23	0,23	0,21
Лизин	0,59	0,63	0,63	0,61	0,64	0,62
Гистидин	0,3	0,33	0,33	0,34	0,35	0,31
Аспарагиновая кислота	0,71	0,78	0,74	0,79	0,75	0,74
Серин	0,44	0,49	0,51	0,52	0,52	0,48
Глутаминовая кислота	1,98	2,11	2,25	2,21	2,23	2,09
Пролин	0,98	1,07	1,01	1,03	1,00	1,01
Глицин	0,46	0,51	0,53	0,53	0,52	0,5
Аланин	0,46	0,49	0,54	0,53	0,54	0,49
Тирозин	0,24	0,25	0,27	0,26	0,27	0,25
Цистин	0,23	0,25	0,25	0,26	0,27	0,25
Аргинин	0,58	0,62	0,61	0,59	0,61	0,61
Сумма	10,62	11,43	11,87	11,82	11,86	11,23
Среднее за 2005-2008 гг.						
Валин	0,72	0,75	0,76	0,76	0,75	0,74
Лейцин	0,80	0,85	0,89	0,89	0,93	0,89
Изолейцин	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,40
Треонин	0,43	0,46	0,49	0,45	0,47	0,47
Метионин	0,15	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16
Фенилаланин	0,73	0,76	0,76	0,76	0,78	0,78
Триптофан	0,15	0,16	0,17	0,16	0,17	0,17
Гистидин	0,32	0,34	0,34	0,33	0,35	0,35
Аспарагиновая кислота	0,72	0,75	0,75	0,75	0,76	0,74
Серин	0,48	0,51	0,51	0,50	0,51	0,51
Глутаминовая кислота	2,96	3,06	3,18	3,10	3,23	3,27
Пролин	1,17	1,22	1,18	1,22	1,18	1,21
Глицин	0,45	0,47	0,49	0,48	0,46	0,47
Аланин	0,53	0,56	0,56	0,55	0,53	0,53
Тирозин	0,41	0,43	0,42	0,41	0,43	0,42
Цистин	0,15	0,16	0,14	0,14	0,15	0,15
Аргинин	0,57	0,60	0,61	0,58	0,62	0,62
Сумма	11,47	12,02	12,23	12,02	12,30	12,31

Приложение 6

Влияние регуляторов роста на содержание аминокислот во вторую фазу заделки озимой пшеницы сорта Волжская К, % на сухое вещество

Вариант	Контроль	Гиббереллин	Мела- фен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Мела- фен $1 \cdot 10^{-8}\%$	Пира- фен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Пира- фен $1 \cdot 10^{-8}\%$
1	2	3	4	5	6	7
2005-2006 гг.						
Валин	0,47	0,51	0,55	0,49	0,57	0,52
Лейцин	0,72	0,76	0,8	0,74	0,83	0,77
Изолейцин	0,36	0,4	0,43	0,38	0,45	0,41
Треонин	0,34	0,38	0,41	0,36	0,43	0,39
Метионин	0,19	0,2	0,22	0,19	0,23	0,21
Фенилаланин	0,52	0,56	0,6	0,54	0,63	0,57
Триптофан	0,18	0,19	0,21	0,18	0,22	0,20
Лизин	0,3	0,34	0,37	0,32	0,39	0,35
Гистидин	0,23	0,25	0,28	0,24	0,3	0,26
Аспарагиновая кислота	0,54	0,58	0,61	0,56	0,63	0,59
Серин	0,47	0,51	0,55	0,49	0,57	0,52
Глутаминовая кислота	3,18	3,3	3,5	3,2	3,6	3,35
Пролин	1,00	0,45	0,39	0,35	0,13	0,46
Глицин	1,04	0,49	0,43	0,39	0,14	0,5
Аланин	1,08	0,52	0,46	0,42	0,16	0,54
Тирозин	1,02	0,47	0,41	0,37	0,13	0,48
Цистин	1,1	0,54	0,48	0,44	0,17	0,56
Аргинин	1,05	0,5	0,44	0,4	0,15	0,51
Сумма	10,28	10,97	11,71	10,57	12,14	11,19
2006-2007 гг.						
Валин	0,53	0,52	0,58	0,60	0,56	0,62
Лейцин	0,78	0,87	0,92	0,94	0,9	0,97
Изолейцин	0,41	0,45	0,51	0,53	0,5	0,55
Треонин	0,39	0,44	0,4	0,42	0,39	0,44
Метионин	0,21	0,21	0,18	0,19	0,17	0,2
Фенилаланин	0,58	0,55	0,61	0,63	0,6	0,65
Триптофан	0,20	0,14	0,16	0,17	0,15	0,18
Лизин	0,35	0,25	0,31	0,33	0,3	0,35
Гистидин	0,26	0,24	0,27	0,28	0,3	0,26
Аспарагиновая кислота	0,6	0,55	0,61	0,63	0,59	0,65
Серин	0,53	0,48	0,5	0,56	0,52	0,57
Глутаминовая кислота	3,4	3,5	3,4	3,6	3,2	3,8
Пролин	1,06	1,01	0,92	0,94	0,9	1
Глицин	0,5	0,55	0,52	0,54	0,5	0,56
Аланин	0,4	0,44	0,4	0,42	0,38	0,44

Продолжение таблицы 6

Тирозин	0,39	0,42	0,41	0,43	0,4	0,45
Цистин	0,15	0,18	0,19	0,2	0,18	0,21
Аргинин	0,52	0,65	0,67	0,69	0,66	0,71
Сумма	11,26	11,45	11,56	12,10	11,20	12,61
2007-2008 гг.						
Валин	0,65	0,67	0,68	0,69	0,68	0,68
Лейцин	0,78	0,81	0,82	0,82	0,79	0,81
Изолейцин	0,38	0,41	0,42	0,42	0,43	0,42
Треонин	0,41	0,42	0,44	0,45	0,44	0,43
Метионин	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18
Фенилаланин	0,48	0,5	0,51	0,52	0,52	0,51
Триптофан	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
Лизин	0,45	0,46	0,48	0,47	0,46	0,46
Гистидин	0,26	0,28	0,29	0,3	0,28	0,27
Аспарагиновая кислота	0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,64
Серин	0,38	0,4	0,42	0,42	0,41	0,42
Глутаминовая кислота	1,73	1,82	1,87	1,9	1,83	1,89
Пролин	0,96	0,99	1,01	0,99	0,99	1
Глицин	0,34	0,36	0,38	0,39	0,39	0,38
Аланин	0,45	0,47	0,48	0,49	0,48	0,49
Тирозин	0,24	0,26	0,27	0,28	0,27	0,26
Цистин	0,17	0,19	0,2	0,2	0,21	0,19
Аргинин	0,4	0,42	0,44	0,41	0,43	0,43
Сумма	9,02	9,44	9,71	9,75	9,63	9,63
Среднее за 2005-2008 гг.						
Валин	0,55	0,57	0,60	0,59	0,60	0,61
Лейцин	0,76	0,81	0,85	0,83	0,84	0,85
Изолейцин	0,38	0,42	0,45	0,44	0,46	0,46
Треонин	0,38	0,41	0,42	0,41	0,42	0,42
Метионин	0,19	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20
Фенилаланин	0,53	0,54	0,57	0,56	0,58	0,58
Триптофан	0,18	0,16	0,18	0,17	0,18	0,18
Лизин	0,37	0,35	0,39	0,37	0,38	0,39
Гистидин	0,25	0,26	0,28	0,27	0,29	0,26
Аспарагиновая кислота	0,59	0,59	0,62	0,61	0,63	0,63
Серин	0,46	0,46	0,49	0,49	0,50	0,50
Глутаминовая кислота	2,77	2,87	2,92	2,90	2,88	3,01
Пролин	1,01	1,01	1,00	0,98	1,00	1,02
Глицин	0,43	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48
Аланин	0,41	0,45	0,45	0,44	0,45	0,46
Тирозин	0,33	0,36	0,37	0,36	0,37	0,37
Цистин	0,15	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18
Аргинин	0,46	0,52	0,55	0,53	0,55	0,55
Сумма	10,19	10,62	10,99	10,81	10,99	11,14

Приложение 7

Накопление редуцирующих сахаров под влиянием регуляторов роста по фазам закаливания озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Вариант	1 фаза закаливания				2 фаза закаливания			
	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.	среднее	2005-2006 гг.	2006-2007 гг.	2007-2008 гг.	среднее
Контроль	20,1	20,9	21,1	22,4	26,5	26,1	26,6	27,3
Гиббереллин	23,4	23,0	23,7	24,7	28,2	28,8	28,6	28,9
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	23,3	23,9	24,0	24,7	29,1	28,7	29,0	29,3
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	22,4	23,0	23,3	24,5	27,9	27,7	28,0	28,4
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	23,5	22,7	23,6	24,5	28,3	28,9	28,7	28,9
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	22,6	22,4	22,9	23,8	28,1	27,7	28,1	28,4

Приложение 8

Влияние регуляторов роста на динамику листовой поверхности расте-
 ний озимой пшеницы сорта Волжская К по годам исследования,
 тыс.м²/га

Вариант		Кон- троль	Гиббе- реллин	Ме- лафен 1•10 ⁷ %	Ме- лафен 1•10 ⁸ %	Пи- рафен 1•10 ⁷ %	Пи- рафен 1•10 ⁸ %
Год иссле- до- ваний	Феноло- гическая фаза						
2006	кущение	10,14	13,58	21,55	20,89	20,05	18,00
2007		14,58	16,48	22,26	20,36	19,35	21,34
2008		13,53	16,54	18,31	17,20	17,83	16,92
среднее		12,75	15,54	20,71	19,48	19,07	18,75
2006	выход в трубку	11,73	16,45	20,25	19,51	19,41	19,27
2007		17,14	20,43	23,67	20,27	22,25	21,47
2008		23,52	26,75	30,46	28,57	29,57	27,51
среднее		17,46	21,21	24,79	22,78	23,74	22,75
2006	колоше- ние	19,99	26,73	32,14	29,87	29,19	29,43
2007		31,15	36,31	42,30	35,33	38,34	37,00
2008		34,87	40,69	45,21	41,95	44,13	41,30
среднее		28,67	34,58	39,89	35,72	37,22	35,91
2006	молочная спелость	14,88	19,42	22,48	22,68	20,44	25,29
2007		22,41	27,81	33,29	29,41	30,21	28,25
2008		26,56	29,10	31,51	30,26	30,80	28,80
среднее		21,28	25,44	29,10	27,45	27,15	27,45

Площадь листовой поверхности яровой пшеницы сорта Землячка по годам исследований, тыс. м²/га

Год исследований	Фазы роста и развития	Вариант						
			Крезацин	Энергия	Альбит	Гуми	Циркон	Экстрасол
2010	Кущение	3,46	3,77	3,75	3,81	3,64	3,90	3,97
2011		6,93	7,02	6,97	7,00	7,01	7,03	7,05
2012		5,58	5,93	6,03	5,87	5,87	5,74	5,68
среднее		5,32	5,57	5,58	5,56	5,51	5,56	5,56
2010	Выход в трубку	5,52	5,84	5,70	5,88	5,76	6,07	6,21
2011		11,43	11,58	11,60	11,53	11,58	11,51	11,61
2012		8,13	8,53	8,69	8,41	8,48	8,32	8,18
среднее		8,36	8,65	8,66	8,61	8,61	8,63	8,67
2010	Колошение	6,56	6,81	6,76	6,85	6,62	6,98	7,03
2011		15,22	15,36	15,39	15,35	15,28	15,25	15,32
2012		10,98	11,89	12,12	11,72	11,84	11,67	11,34
среднее		10,92	11,35	11,42	11,30	11,24	11,30	11,23
2010	Молочная спелость	1,81	1,94	1,94	1,97	1,88	2,10	1,99
2011		9,75	9,91	9,86	9,88	9,85	9,94	9,81
2012		7,53	8,36	8,49	8,19	8,29	7,99	7,83
среднее		6,37	6,74	6,76	6,68	6,67	6,68	6,54

Приложение 10

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на ассимиляционную поверхность листьев растений озимой пшеницы сорта Бирюза, тыс. м²/га, в среднем за 2011 – 2015 гг.

Вариант	Кущение				Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011 г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011г.	2013 г.	2015 г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Альбит	7,300± 0,058	10,540±0, 044	6,290± 0,051	8,040	10,280± 0,037	16,980 ±0,040	9,290± 0,045	12,180	20,19 ±0,025	24,840 ±0,028	19,600± 0,018	21,540	6,780 ±0,031	15,900 ±0,037	6,510± 0,053	9,730
Цецеце	7,550 ±0,042	10,810 ±0,032	6,550 ±0,042	8,300	10,540 ±0,053	17,040±0, 047	9,580± 0,042	12,380	20,36± 0,025	24,940± 0,047	19,890 ±0,047	21,730	7,140 ±0,039	15,940± 0,051	7,020± 0,034	10,03 0
Энергия	7,230± 0,038	10,070±0, 042	6,230± 0,048	7,840	10,070± 0,050	16,810 ±0,044	9,090± 0,040	11,990	19,95± 0,035	24,800 ±0,042	18,570 ±0,042	21,117	6,650 ±0,041	15,860 ±0,042	6,400 ±0,037	9,630
Фон NPK																
Контроль (без PP)	7,040 ±0,037	10,160 ±0,045	6,040± 0,021	7,750	10,030 ±0,039	17,220 ±0,022	9,180± 0,041	12,140	19,01± 0,061	25,100± 0,027	18,520± 0,017	20,870	6,440 ±0,052	15,690 ±0,043	6,220 ±0,027	9,450
Альбит	8,480± 0,041	11,600 ±0,053	7,470± 0,029	9,183	11,400 ±0,031	17,660 ±0,036	10,480 ± 0,040	13,180	22,78± 0,046	25,300± 0,035	21,960± 0,035	23,350	7,140 ±0,039	16,000 ±0,046	7,100±0, 052	10,08 0
Цецеце	8,660 ±0,040	11,660 0,051	7,660± 0,054	9,337	12,020 ±0,039	18,000 ±0,042	11,760 ± 0,045	13,937	24,06± 0,020	26,000± 0,042	23,160± 0,042	24,417	8,100 ±0,054	16,200 ±0,058	8,080 ±0,054	10,79 0
Энергия	8,260± 0,035	10,340 ±0,033	7,260± 0,043	8,620	10,160 ±0,043	17,44± 0,047	9,720± 0,051	12,440	20,42 ±0,055	24,900± 0,039	19,780± 0,035	21,700	6,980± 0,052	15,900 ±0,052	6,880± 0,042	9,920 0
Фон NPKS																
Контроль (без PP)	7,920± 0,031	11,760 ±0,035	6,910± 0,035	8,860	11,330 ±0,033	18,120 ±0,045	10,420 ± 0,044	13,290	21,58± 0,026	25,590± 0,046	20,580± 0,049	22,580	7,720 ±0,046	16,170 ±0,056	7,700± 0,054	10,53 0
Альбит	9,250± 0,040	12,020 0,034	8,240± 0,047	9,840	12,020 ±0,037	18,87± 0,047	11,040 ±0,050	13,980	24,45± 0,040	26,170± 0,035	23,180± 0,035	24,600	8,560 ±0,041	16,350 ±0,043	8,180 ±0,049	11,03 0
Цецеце	9,570± 0,038	12,030 ±0,031	8,570± 0,035	10,060	12,900 ±0,022	18,970 ±0,049	11,900 ±0,040	14,590	24,48± 0,031	26,480± 0,014	23,820 ±0,016	24,920	8,820 ±0,039	16,390 ±0,045	8,680 ±0,037	11,29 7
Энергия	8,540± 0,046	12,000 ±0,029	7,540± 0,033	9,360	11,540 ±0,021	18,570 ±0,042	10,680 ±0,036	13,590	23,62± 0,056	25,940± 0,034	22,160± 0,024	23,910	8,090 ±0,034	16,230 ±0,033	8,000 ±0,035	10,77 0

Приложение 11

Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы сорта Волжская К в зависимости от применяемых регуляторов роста, млн.м²*дн./га.

Вариант		Конт роль	Гиббе- реллин	Мела- фен 1•10 ⁻⁷ %	Мела- фен 1•10 ⁻⁸ %	Пира- фен 1•10 ⁻⁷ %	Пира- фен 1•10 ⁻⁸ %
Год иссле- дова- ний	Феноло- гическая фаза						
2006	выход в трубку	0,223	0,299	0,474	0,460	0,441	0,396
2007		0,321	0,363	0,490	0,448	0,426	0,470
2008		0,406	0,496	0,549	0,516	0,535	0,508
среднее		0,317	0,386	0,504	0,474	0,467	0,458
2006	колоше- ние	0,164	0,230	0,283	0,273	0,272	0,270
2007		0,120	0,143	0,166	0,142	0,156	0,150
2008		0,329	0,374	0,426	0,400	0,414	0,385
среднее		0,204	0,249	0,292	0,272	0,280	0,268
2006	молочная спелость	0,300	0,401	0,482	0,448	0,438	0,442
2007		0,467	0,545	0,635	0,530	0,575	0,555
2008		0,732	0,855	0,950	0,881	0,927	0,867
среднее		0,500	0,600	0,689	0,620	0,647	0,621

Фотосинтетический потенциал яровой пшеницы сорта Землячка по годам исследований, млн. м²/га дней

Год исследований	Фазы роста и развития	Вариант						
		Контроль	Крезацин	Энергия	Альбит	Гуми	Циркон	Экстрасол
2010	Выход в трубку	0,052	0,056	0,056	0,057	0,055	0,058	0,060
2011		0,159	0,162	0,160	0,161	0,161	0,162	0,162
2012		0,134	0,142	0,145	0,141	0,141	0,138	0,136
среднее		0,115	0,120	0,120	0,120	0,119	0,119	0,119
2010	Колошение	0,077	0,082	0,080	0,082	0,081	0,085	0,087
2011		0,183	0,185	0,186	0,185	0,185	0,184	0,186
2012		0,106	0,111	0,113	0,109	0,110	0,108	0,106
среднее		0,122	0,126	0,126	0,125	0,125	0,126	0,126
2010	Молочная спелость	0,092	0,095	0,095	0,096	0,093	0,098	0,098
2011		0,244	0,246	0,246	0,246	0,244	0,244	0,245
2012		0,154	0,167	0,170	0,164	0,166	0,163	0,159
среднее		0,163	0,169	0,170	0,168	0,168	0,168	0,167
2010	ΣФП	0,221	0,234	0,231	0,235	0,228	0,241	0,245
2011		0,586	0,593	0,592	0,591	0,591	0,590	0,593
2012		0,393	0,420	0,427	0,417	0,417	0,409	0,401
среднее		0,400	0,415	0,417	0,414	0,412	0,413	0,413

Приложение 13

Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы сорта Бирюза по годам, млн.м²*дн./га (2011-2015 гг.)

Вариант	Кущение				Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость				Суммарный ФП
	2011 г.	2013 г.	2015 г.	Ср.	2011 г.	2013г.	2015 г.	Ср.	2011 г.	2013 г.	2015г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.	
Неудобренный фон																	
Контроль (без РР)	0,210± 0,018	0,460± 0,019	0,190± ±0,024	0,290	0,360± 0,024	0,870± 0,023	0,230± ±0,026	0,490	0,710± 0,030	1,560± 0,028	0,580± ±0,026	0,950	0,920± 0,022	2,170± 0,031	0,780± 0,023	1,290	3,020
Щецце	0,230± ±0,021	0,490± 0,018	0,220± 0,028	0,310	0,390± ±0,019	0,900± ±0,021	0,260± 0,023	0,520	0,790± ±0,028	1,660± 0,026	0,660± 0,025	1,030	0,980± ±0,031	2,220±0,0 25	0,830± 0,024	1,340	3,200
Альбит	0,220± 0,020	0,480± 0,022	0,210± 0,019	0,300	0,370± 0,026	0,880± ±0,020	0,240± 0,021	0,490	0,780± 0,025	1,630± 0,028	0,640± ±0,028	1,010	0,950± ±0,025	2,200± 0,026	0,810± 0,019	1,320	3,120
Энергия	0,220± 0,019	0,470± ±0,020	0,210± 0,024	0,300	0,360± ±0,024	0,870± 0,021	0,230± ±0,025	0,480	0,740± 0,028	1,610± 0,024	0,620± 0,021	0,990	0,940± 0,030	2,180± 0,032	0,800± 0,025	1,300	3,070
Фон NPK																	
Контроль (без РР)	0,240± 0,024	0,500± 0,022	0,230± ±0,021	0,320	0,400± 0,026	0,920± 0,024	0,290± 0,022	0,530	0,810± 0,024	1,690± 0,022	0,690± 0,026	1,060	0,990± ±0,021	2,240± 0,021	0,860± 0,022	1,360	3,270
Щецце	0,290± ±0,021	0,520± 0,021	0,270± ±0,030	0,360	0,440± 0,019	0,950± ±0,026	0,340± 0,021	0,570	0,870± ±0,026	1,780± 0,028	0,760± 0,026	1,130	1,040± 0,029	2,280± 0,028	0,900± 0,025	1,400	3,460
Альбит	0,280± 0,022	0,510± 0,021	0,260± 0,029	0,350	0,420± 0,022	0,930± 0,026	0,330± 0,023	0,560	0,840± 0,021	1,740± 0,025	0,730± 0,024	1,100	1,030± 0,021	2,260± 0,026	0,880± 0,024	1,390	3,400
Энергия	0,260± 0,022	0,500± 0,026	0,240± 0,026	0,330	0,410± 0,023	0,920± 0,024	0,300± 0,022	0,540	0,830± 0,029	1,710± 0,021	0,700± ±0,021	1,080	1,010± 0,024	2,250± 0,021	0,870± 0,021	1,370	3,320
Фон NPKS																	
Контроль (без РР)	0,300± 0,018	0,540± 0,026	0,270± ±0,026	0,370	0,460± 0,022	0,960± 0,029	0,370± 0,026	0,590	0,890± 0,025	1,840± 0,029	0,780± ±0,026	0,117	1,060± ±0,023	2,290± 0,024	0,920± 0,030	1,420	3,330
Альбит	0,320± 0,024	0,560± 0,024	0,280± 0,022	0,390	0,470± 0,021	0,970± 0,027	0,410± 0,029	0,610	0,910± 0,026	1,210± 0,025	0,800± ±0,028	0,097	1,090± ±0,024	2,310± 0,019	0,940± 0,029	1,440	3,410
Щецце	0,340± ±0,021	0,580± 0,028	0,300± ±0,019	0,410	0,480± 0,019	0,980± 0,024	0,420± 0,024	0,620	0,920± ±0,023	1,320± 0,026	0,820± 0,027	0,102	1,120± ±0,029	2,340± 0,025	0,960± 0,031	1,470	3,580
Энергия	0,310± 0,024	0,550± 0,029	0,270± 0,026	0,380	0,460± 0,022	0,960± 0,026	0,400± 0,023	0,600	0,900± 0,025	1,180± 0,025	0,780± 0,026	0,095	1,070± 0,028	2,300± 0,018	0,930± 0,026	1,430	3,360

Приложение 14

Влияние регуляторов роста на накопление сухой массы озимой пшеницы сорта Волжская К по годам исследования, т/га

Вариант		Контроль	Гиббеллин	Ме-лафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Ме-лафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	Пи-рафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Пи-рафен $1 \cdot 10^{-8}\%$
Год исследования	Фенологическая фаза						
2006	кущение	0,46	0,73	0,88	0,86	0,83	0,75
2007		1,22	1,41	1,64	1,44	1,50	1,54
2008		0,83	0,87	0,86	0,85	0,92	0,86
среднее		0,83	1,00	1,12	1,06	1,09	1,04
2006	выход в трубку	2,07	2,73	3,54	3,44	3,65	3,46
2007		4,80	5,97	7,33	6,46	6,68	6,58
2008		4,81	5,15	5,31	5,31	5,41	5,33
среднее		3,81	4,58	5,40	5,11	5,27	5,10
2006	колошение	6,24	8,68	11,02	11,32	9,57	9,70
2007		10,07	12,18	14,96	12,72	13,26	13,22
2008		13,93	15,17	15,80	16,16	15,83	16,32
среднее		9,84	11,92	14,02	13,43	12,90	13,04
2006	молочная спелость	11,78	16,13	21,98	20,80	18,81	18,83
2007		15,60	19,24	23,91	19,59	20,31	20,97
2008		17,45	19,47	19,42	19,84	19,79	19,92
среднее		14,88	18,25	21,74	20,08	19,65	19,90

Динамика накопления сухого вещества в растениях яровой пшеницы сорта Землячка по годам исследований, кг/га

Год исследований	Фазы роста и развития	Вариант						
		Контроль	Крезацин	Энергия	Альбит	Гуми	Циркон	Экстрасол
2010	Кущение	476,65	513,13	516,16	519,28	504,85	594,07	570,55
2011		471,46	501,09	510,15	485,31	478,81	483,23	494,22
2012		363,87	418,69	393,91	393,91	403,62	380,53	382,26
среднее		437,33	477,64	473,41	466,17	462,43	485,94	482,34
2010	Выход в трубку	807,46	889,12	880,91	896,07	869,55	1004,44	952,66
2011		2473,20	2607,13	2603,32	2534,97	2571,84	2530,33	2556,44
2012		1724,15	1870,34	1915,95	1826,66	1843,98	1785,45	1738,34
среднее		1668,27	1788,86	1800,06	1752,57	1761,79	1773,41	1749,15
2010	Колошение	1203,66	1305,24	1290,54	1311,01	1252,28	1443,31	1352,08
2011		5010,38	5294,33	5328,09	5254,23	5234,93	5219,16	5269,21
2012		3212,23	3641,25	3789,76	3548,78	3520,92	3454,70	3328,71
среднее		3142,09	3413,61	3469,46	3371,34	3336,04	3372,39	3316,67
2010	Молочная спелость	1252,53	1398,62	1391,36	1415,61	1353,40	1610,96	1435,98
2011		6503,27	7203,76	7095,67	7059,10	6955,48	7116,46	6979,08
2012		4524,63	5220,59	5435,64	5118,00	5088,69	4908,56	4725,86
среднее		4093,48	4607,66	4640,89	4530,90	4465,86	4545,33	4380,31

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на накопление сухой биомассы озимой пшеницы Бирюза, т/га среднее за (2011-2015 гг.)

Вариант	Кушение				Выход в трубку				Колошение				Молочная спелость			
	2011 г.	2013 г.	2015 г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.
Неудобренный фон																
Контроль (без PP)	0,520± 0,038	0,740± 0,026	0,480± 0,028	0,580	1,590± 0,034	2,690± 0,038	1,470± 0,044	1,920	4,180± 0,040	5,710± 0,036	3,990± 0,045	4,630	6,100± 0,039	7,430± 0,036	5,920± 0,033	6,690
Щеце	0,580± 0,041	0,810± 0,032	0,540± 0,026	0,643	1,780± 0,040	2,870± 0,041	1,690± 0,042	2,110	4,380± 0,034	5,880± 0,040	4,180± 0,039	4,810	6,380± ±0,033	7,570± 0,033	6,120± 0,035	6,640
Альбит	0,570± 0,043	0,790± 0,029	0,520± 0,021	0,630	1,760± 0,029	2,770± 0,043	1,660± 0,040	2,060	4,370± 0,032	5,800± ±0,034	4,120± 0,038	4,760	6,270± 0,036	7,560± 0,041	6,090± 0,035	6,600
Энергия	0,560± 0,041	0,780± 0,026	0,500± 0,022	0,610	1,730± 0,026	2,750± 0,033	1,640± 0,045	2,040	4,360± 0,028	5,780± 0,044	4,100± 0,041	4,750	6,240± 0,034	7,530± 0,045	6,040± 0,041	6,740
Фон NPK																
Контроль (без PP)	0,590± 0,028	0,820± 0,031	0,580± 0,022	0,660	1,880± 0,033	2,890± 0,041	1,790± 0,036	2,190	4,770± 0,035	5,900± 0,042	4,300± 0,042	4,990	6,490± 0,041	7,660± 0,038	6,200± 0,038	7,010
Щеце	0,620± 0,036	0,860± 0,033	0,600± 0,029	0,690	1,940± 0,026	3,120± 0,039	1,900± 0,046	2,320	4,930± 0,029	6,190± 0,039	4,380± 0,043	5,167	6,720± 0,040	8,330± 0,034	6,240± 0,040	6,930
Альбит	0,610± 0,034	0,850± 0,025	0,590± 0,033	0,680	1,930± 0,031	2,980± 0,034	1,880± 0,040	2,260	4,890± 0,036	5,960± ±0,036	4,340± 0,044	5,060	6,710± 0,038	8,110± 0,042	6,220± 0,034	7,140
Энергия	0,590± 0,033	0,840± 0,031	0,580± 0,037	0,670	1,890± 0,038	2,930± 0,038	1,870± 0,031	2,230	4,820± 0,044	5,920± 0,046	4,310± 0,038	5,020	6,700± ±0,042	7,880± 0,044	6,210± 0,036	6,880
Фон NPKS																
Контроль (без PP)	0,610± 0,034	0,860± 0,038	0,590± 0,043	0,690	1,920± 0,036	2,990± 0,044	1,880± 0,040	2,260	4,870± 0,035	5,980± ±0,045	4,500± 0,044	5,120	6,580± 0,038	7,780± 0,042	6,290± 0,042	7,000
Щеце	0,660± 0,033	0,900± ±0,039	0,630± 0,039	0,730	1,980± 0,033	3,180± 0,042	1,940± 0,036	2,370	4,970± 0,036	6,270± ±0,046	4,560± 0,042	5,270	6,840± ±0,041	8,420± 0,038	6,340± 0,042	7,200
Альбит	0,650± 0,036	0,890± 0,036	0,620± 0,035	0,720	1,970± 0,035	3,140± 0,039	1,920± 0,032	2,340	4,930± 0,034	6,040± 0,036	4,540± 0,031	5,170	6,520± 0,038	8,190± 0,042	6,310± 0,038	7,007
Энергия	0,640± 0,033	0,870± 0,033	0,600± 0,041	0,700	1,930± 0,029	3,080± 0,045	1,900± 0,042	2,300	4,880± 0,039	5,900± 0,037	4,520± 0,038	5,100	6,700± 0,042	8,010± 0,036	6,300± 0,033	7,003

Влияние регуляторов роста на относительную скорость прироста фитомассы озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/г в сутки

Вариант		Контроль	Гиббереллин	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$
Год исследования	Фенологическая фаза						
2006	Кущение - выход в трубку	7,39	6,26	6,62	6,58	6,99	7,33
2007		6,53	6,85	7,09	7,10	7,08	6,89
2008		6,07	6,16	6,26	6,35	6,02	6,43
среднее		6,66	6,42	6,66	6,68	6,70	6,88
2006	Выход в трубку - колосшение	9,73	9,92	9,90	10,14	8,56	9,07
2007		11,76	11,38	11,39	10,87	11,00	11,16
2008		8,19	8,32	8,39	8,53	8,52	8,34
среднее		9,89	9,87	9,89	9,85	9,36	9,53
2006	Колосшение - молочная спелость	3,99	4,03	4,45	3,98	4,44	4,31
2007		3,55	3,68	3,75	3,51	3,47	3,70
2008		5,81	5,86	6,03	5,78	5,76	5,85
среднее		4,45	4,52	4,75	4,42	4,55	4,62

Приложение 18

Чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы сорта Волжская К при использовании регуляторов роста, г/м²·сутки

Вариант		Контроль	Гиббереллин	Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	Пирафен 1•10 ⁻⁸ %
Год исследований	Фенологическая фаза						
2006	Кущение - выход в трубку	7,44	6,80	6,50	6,51	7,24	7,42
2007		10,79	11,76	11,80	11,79	11,84	11,24
2008		6,24	6,31	6,36	6,44	6,39	6,56
среднее		8,16	8,29	8,22	8,25	8,49	8,40
2006	Выход в трубку – колошение	22,61	22,79	24,12	26,73	20,74	21,86
2007		34,39	34,67	36,66	35,87	36,32	36,09
2008		20,22	21,12	21,54	22,66	21,19	23,12
среднее		25,74	26,19	27,44	28,42	26,08	27,03
2006	Колошение – молочная спелость	18,16	19,03	23,49	21,66	22,17	19,58
2007		16,92	17,89	19,13	17,34	17,56	19,24
2008		6,57	7,42	7,03	6,85	7,05	6,86
среднее		13,88	14,78	16,55	15,28	15,59	15,23

Чистая продуктивность фотосинтеза яровой пшеницы сорта Землячка по годам исследований, г/м²

Год исследований	Фазы роста и развития	Вариант						
		Контроль	Крезацин	Энергия	Альбит	Гуми	Циркон	Экстрасол
2010	Выход в трубку	5,99	6,56	6,57	6,52	6,38	6,89	6,47
2011		9,54	9,89	9,79	9,65	9,86	9,67	9,65
2012		8,85	9,00	9,24	9,00	8,93	8,95	8,80
среднее		8,13	8,48	8,53	8,39	8,39	8,50	8,31
2010	Колошение	7,13	7,31	7,30	7,31	7,21	7,82	7,33
2011		12,45	13,12	13,24	13,23	13,04	13,17	13,16
2012		13,33	14,01	14,51	13,90	13,42	13,48	13,40
среднее		10,97	11,48	11,69	11,48	11,23	11,49	11,30
2010	Молочная спелость	6,28	6,44	6,43	6,31	6,50	6,77	6,51
2011		9,46	11,27	11,01	10,88	10,56	11,19	10,72
2012		11,32	11,83	12,21	11,99	11,79	11,85	11,44
среднее		9,02	9,85	9,88	9,73	9,62	9,94	9,56

Чистая продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы сорта Бирюза, г/м² сутки (2011-2014 гг.)

Вариант	Кущение – выход в трубку				Выход в трубку – колошение				Колошение – молочная спелость			
	2011 г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011г.	2013г.	2015г.	Ср.	2011г	2013г	2015г	Ср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Неудобренный фон												
Контроль (без РР)	6,880±0,022	9,380 ±0,019	5,990 ±0,024	7,420	9,790± 0,021	12,780±0,019	8,690 ±0,025	10,420	7,880 ±0,022	10,180± 0,029	6,980± 0,026	8,350
Щеце	7,220 ±0,022	9,740 ±0,020	6,360 ±0,021	7,770	9,890 ±0,022	13,280± 0,026	9,180 ±0,021	10,780	8,160 ±0,023	10,370 ±0,022	7,310± 0,024	8,610
Альбит	7,140 ±0,019	9,690 ±0,024	6,340± 0,018	7,720	9,860 ±0,019	13,250± 0,025	9,140 ±0,029	10,750	8,140 ±0,021	10,340± 0,025	7,260 ±0,026	8,580
Энергия	7,120± 0,021	9,650± 0,022	6,310 ±0,020	7,690	9,840± 0,026	13,220± 0,026	9,100 ±0,030	10,720	8,110± 0,025	10,280± 0,026	7,220± 0,024	8,540
Фон NPK												
Контроль (без РР)	7,300 ±0,024	9,730 ±0,024	6,410± 0,019	7,810	9,930 ±0,021	13,310± 0,022	9,200 ±0,021	10,810	8,260± 0,026	10,390 ±0,035	7,100± 0,028	8,580
Щеце	7,380 ±0,022	9,780 ±0,021	6,490± 0,026	7,880	9,990± 0,021	13,360 ±0,025	9,260 ±0,021	10,870	8,340± 0,028	10,470± 0,032	7,350 ±0,033	8,720
Альбит	7,340 ±0,018	9,760 ±0,028	6,460 ±0,024	7,850	9,960 ±0,026	13,340 ±0,020	9,240± 0,023	10,850	8,310± 0,023	10,440± 0,032	7,280 ±0,030	8,670
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Энергия	7,320± 0,024	9,740± 0,026	6,430 ±0,021	7,830	9,940 ±0,030	13,320± 0,023	9,210± 0,109	10,820	8,290± 0,025	10,420± 0,025	7,240 ±0,028	8,650
Фон NPKS												
Контроль (без РР)	7,400 ±0,020	9,810 ±0,022	6,500 ±0,024	7,900	9,920 ±0,032	13,390± 0,023	9,290 ±0,022	10,870	8,370 ±0,034	10,490 ±0,026	7,180 ±0,025	8,680
Щеце	7,460± 0,026	9,870 ±0,021	6,550± 0,019	7,960	9,980 ±0,028	13,440± 0,026	9,360± 0,025	10,930	8,460 ±0,030	11,200± 0,031	7,480± 0,024	9,050
Альбит	7,420± 0,028	9,840 ±0,021	6,540 ±0,021	7,930	9,950 ±0,024	13,420± 0,021	9,330± 0,021	10,900	8,440 ±0,029	11,140± 0,029	7,320 ±0,028	8,970
Энергия	7,410 ±0,021	9,830 ±0,026	6,520 ±0,019	7,920	9,940 ±0,026	13,400± 0,028	9,310± 0,019	10,880	8,410 ±0,032	11,020 ±0,036	7,280 ±0,030	8,900

Приложение 21

Влияние регуляторов роста на динамику азота в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Фенологические фазы				
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	2	3	4	5	6
2005-2006 гг. (листь)					
Контроль	3,16	2,75	2,30	2,42	0,85
Гиббереллин	3,85	2,93	2,46	2,52	0,96
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,62	2,86	2,52	2,48	1,00
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,48	2,78	2,46	2,61	0,87
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	3,26	2,69	2,60	2,58	1,03
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	3,59	3,00	2,54	2,66	0,91
2006-2007 гг. (листь)					
Контроль	3,2	3,1	2,62	1,96	0,84
Гиббереллин	3,56	3,28	2,73	1,97	0,88
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,61	3,41	2,88	2,08	0,97
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,48	3,58	2,75	1,98	0,89
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	3,54	3,6	2,64	2,08	0,92
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	3,42	3,42	2,87	1,87	0,88
2007-2008 гг. (листь)					
Контроль	3	2,86	2,52	1,81	1,23
Гиббереллин	3,27	2,92	2,47	1,73	1,29
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	3,18	2,81	2,61	1,88	1,31
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	3,25	2,76	2,34	1,7	1,18
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	3,4	3,02	2,45	1,85	1,25
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	3,1	2,79	2,4	1,9	1,14
2005-2006 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	0,28	0,19	0,16
Гиббереллин	-	-	0,29	0,24	0,18
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	0,32	0,22	0,13
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	0,26	0,23	0,17
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	0,31	0,18	0,2
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	0,34	0,26	0,14
2006-2007гг. (стебель)					
Контроль	-	-	2,44	1,96	1,21
Гиббереллин	-	-	2,47	1,82	1,23
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	2,61	2	1,18
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	2,52	1,87	1,13
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	2,56	1,94	1,2
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	2,73	1,76	1
2007-2008 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	2	2,26	1,16
Гиббереллин	-	-	1,96	2,18	1,25
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	1,82	2,31	1,2
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	2,1	2,24	1,1
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	-	-	1,8	2,37	1,13
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	-	-	1,9	2,4	1,08

Продолжение приложения 21

2005-2006 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	2,41	2,25
Гиббереллин	-	-	-	2,75	2,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,31	2,37
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,12	2,4
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,33	2,2
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,42	2,13
2006-2007 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	2,27	2,1
Гиббереллин	-	-	-	2,34	2,75
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,42	2,94
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,6	3
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,75	2,91
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,59	2,77
2007-2008 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	2,78	2,98
Гиббереллин	-	-	-	2,85	3,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,64	3,15
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,7	3,26
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	-	-	-	2,81	3
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	-	-	-	2,69	3,04

Влияние регуляторов роста на динамику азота в органах яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
2010 г.										
Контроль	2,44	2,21	0,63	2,13	0,64	1,03	1,79	0,65	1,88	1,91
Крезацин	2,60	2,51	0,69	2,36	0,68	1,10	1,72	0,76	2,00	2,14
Энергия	2,62	2,43	0,71	2,39	0,69	1,12	1,67	0,75	2,01	2,13
Альбит	2,46	2,26	0,67	2,15	0,70	1,05	1,80	0,71	1,91	1,93
Гуми	2,47	2,23	0,66	2,16	0,67	1,06	1,81	0,67	1,90	1,98
Циркон	2,50	2,32	0,68	2,21	0,66	1,09	1,71	0,66	1,89	2,15
Экстрасол	2,49	2,25	0,64	2,16	0,65	1,04	1,80	0,73	1,93	2,04
2011 г.										
Контроль	3,49	3,21	1,74	3,05	0,90	1,72	2,60	0,90	2,46	2,47
Крезацин	3,75	3,62	1,84	3,44	1,02	1,84	2,33	0,95	2,59	2,61
Энергия	3,78	3,55	1,85	3,46	1,05	1,87	2,31	0,94	2,68	2,70
Альбит	3,51	3,24	1,79	3,06	0,91	1,74	2,55	0,91	2,52	2,54
Гуми	3,54	3,25	1,75	3,08	0,95	1,75	2,53	0,92	2,51	2,52
Циркон	3,56	3,26	1,73	3,09	0,97	1,79	2,52	0,89	2,49	2,51
Экстрасол	3,59	3,29	1,78	3,12	0,99	1,73	2,44	0,86	2,60	2,66
2012 г.										
Контроль	3,07	2,82	1,52	2,72	0,68	1,35	2,32	0,73	1,91	1,94
Крезацин	3,39	3,01	1,64	2,92	0,78	1,45	2,26	0,74	2,24	2,29
Энергия	3,42	3,05	1,66	2,96	0,79	1,44	2,35	0,79	2,28	2,32
Альбит	3,21	2,95	1,62	2,76	0,73	1,37	2,36	0,80	2,15	2,18
Гуми	3,09	2,84	1,60	2,77	0,71	1,38	2,33	0,83	2,11	2,16
Циркон	3,19	2,93	1,65	2,78	0,73	1,40	2,37	0,77	2,23	2,27
Экстрасол	3,17	2,87	1,59	2,75	0,75	1,38	2,34	0,75	2,25	2,29

Продолжение приложения 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	3,00	2,75	1,29	2,64	0,74	1,37	2,24	0,76	2,09	2,11
Крезацин	3,25	3,05	1,39	2,91	0,82	1,46	2,10	0,82	2,27	2,35
Энергия	3,27	3,01	1,41	2,94	0,84	1,47	2,11	0,83	2,32	2,38
Альбит	3,06	2,82	1,36	2,66	0,78	1,39	2,24	0,80	2,20	2,22
Гуми	3,03	2,78	1,34	2,67	0,78	1,40	2,22	0,80	2,17	2,22
Циркон	3,08	2,84	1,35	2,69	0,78	1,43	2,20	0,77	2,20	2,31
Экстрасол	3,08	2,80	1,34	2,68	0,79	1,38	2,20	0,78	2,26	2,33

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику содержания азота в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011 г.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	3,960 ± 0,031	3,280 ± 0,031	3,020± 0,026	1,320 ± 0,018	2,820 ± 0,025	0,620 ±0,033	1,270± 0,024	1,890 ± 0,041	1,340 ± 0,022	2,030± 0,035	2,480 ± 0,040
Альбит	4,150 ± 0,030	3,390± 0,026	3,18 ±0,02	1,350 ±0,016	2,900± 0,026	0,650 ± 0,017	1,310 ± 0,023	1,820 ±0,020	1,380 ±0,032	2,160 ± 0,021	2,600 ± 0,021
Цецеце	4,200± 0,033	3,440 ±0,022	3,34± 0,02	1,380 ±0,024	2,930 ± 0,023	0,690 ± 0,024	1,350 ±0,021	1,760 ±0,031	1,390 ± 0,030	2,180 ± 0,032	2,680 ± 0,031
Энергия	4,100± 0,031	3,310± 0,031	3,13 ±0,02	1,340± 0,019	2,880 ±0,031	0,640 ± 0,033	1,300± 0,022	1,840 ± 0,024	1,360 ±0,033	2,120 ±0,030	2,520 ± 0,034
Фон NPK											
Контроль (без РР)	4,010± 0,034	3,360 ± 0,032	3,110± 0,024	1,400± 0,021	2,880 ±0,024	0,650± 0,018	1,300 ± 0,024	1,800 ± 0,024	1,380 ± 0,031	2,080 ± 0,020	2,710 ± 0,025
Альбит	4,130 ± 0,022	3,430± 0,030	3,240 ±0,020	1,450 ±0,023	2,930 ±0,014	0,680 ± 0,034	1,350 ± 0,030	1,760 ± 0,023	1,420 ± 0,032	2,180± 0,021	2,880 ± 0,020
Цецеце	4,160 ± 0,021	3,500 ± 0,033	3,310 ± 0,021	1,470 ± 0,017	2,960 ±0,032	0,720 ± 0,026	1,330 ± 0,031	1,730 ± 0,020	1,460 ± 0,031	2,210 ± 0,031	2,900± 0,030
Энергия	4,110± 0,034	3,410 ±0,022	3,180 ±0,020	1,440± 0,016	2,910 ±0,031	0,670 ± 0,041	1,390 ± 0,021	1,770 ± 0,020	1,400 ±0,030	2,160 ± 0,022	2,860 ± 0,041
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	4,100± 0,036	3,460± 0,021	3,200 ±0,032	1,470 ± 0,032	2,940 ±0,016	0,690 ± 0,032	1,340 ± 0,030	1,720 ± 0,024	1,424 ± 0,022	2,140 ±0,030	2,780 ± 0,032
Альбит	4,170± 0,027	3,540± 0,022	3,290 ± 0,031	1,520 ± 0,023	2,710 ±0,030	0,740± 0,031	1,370 ± 0,022	1,670 ± 0,032	1,450 ± 0,041	2,180 ± 0,032	2,880 ± 0,031
Цецеце	4,260± 0,023	3,620 ± 0,022	3,360 ± 0,034	1,540 ± 0,024	3,000 ±0,032	0,810± 0,021	1,420 ± 0,031	1,620 ± 0,031	1,500 ± 0,041	2,220 ±0,031	2,930 ± 0,020

Продолжение приложения 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Энергия	4,150 ± 0,024	3,500 ±0,024	3,240 ±0,016	1,500 ± 0,021	2,990 ±0,041	0,720± 0,016	1,350 ±0,034	1,680 ± 0,024	1,440 ±0,042	2,160 ±0,021	2,840 ± 0,030
2013 – 2014 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	3,080± 0,030	2,32, ±0,033	2,130 ±0,034	0,500 ± 0,033	2,100 ± 0,040	0,630 ±0,033	1,010 ± 0,026	1,280± 0,032	0,640 ±0,037	1,830 ± 0,022	2,240 ± 0,032
Альбит	3,200 ±0,031	2,49, ±0,032	2,240 ±0,022	0,550 ±0,041	2,180 ± 0,040	0,660 ±0,036	1,060 ±0,036	1,20± 0,032	0,760 ±0,034	1,960 ± 0,026	2,360 ± 0,034
Цецеце	3,260 ±0,034	2,52, ±0,042	2,340 ±0,033	0,580 ±0,032	2,270 ± 0,032	0,670 ±0,025	1,080 ±0,033	1,210± 0,022	0,780 ±0,029	1,980 ± 0,024	2,450 ± 0,029
Энергия	3,160 ± 0,024	2,47,± 0,033	2,210 ±0,032	0,540 ±0,040	2,170 ± 0,032	0,650 ±0,033	1,050 ±0,029	1,180± 0,022	0,790 ±0,032	1,920 ± 0,037	2,320 ± 0,037
Фон НРК											
Контроль (без РР)	3,150 ±0,031	2,430 ±0,032	2,220 ±0,030	0,600 ±0,042	2,160 ± 0,042	0,710 ±0,028	1,080 ±0,031	1,320 ± 0,036	0,700 ± 0,018	2,080 ± 0,029	2,340 ± 0,037
Альбит	3,280 ±0,030	2,560 ± 0,044	2,300 ±0,040	0,650 ±0,023	2,190 ± 0,032	0,730 ±0,033	1,130 ±0,036	1,240 ± 0,022	0,740 ±0,022	2,110 ± 0,032	2,480 ± 0,037
Цецеце	3,350 ± 0,032	2,600 ± 0,040	2,360 ±0,031	0,660 ±0,030	2,250 ± 0,042	0,750 ±0,025	1,150 ±0,033	1,250 ± 0,034	0,800 ±0,033	2,220 ± 0,035	2,530 ± 0,037
Энергия	3,250 ± 0,041	2,540 ± 0,042	2,270 ± 0,043	0,640 ± 0,043	2,180 ± 0,041	0,720 ±0,029	1,110 ±0,036	1,230 ± 0,032	0,720 ±0,022	2,100 ± 0,026	2,420 ± 0,029
Фон НРКС											
Контроль (без РР)	3,230± 0,040	2,540 ±0,030	2,320 ±0,044	0,680 ±0,040	2,200 ± 0,030	0,760 ±0,033	1,160 ±0,037	1,370 ± 0,022	0,780 ±0,036	2,140 ± 0,018	2,39, ± 0,030
Альбит	3,310 ±0,042	2,610 ±0,032	2,400 ±0,033	0,720 ±0,034	2,240 ± 0,030	0,800 ±0,029	1,240 ±0,029	1,320 ± 0,022	0,810 ±0,026	2,280 ± 0,037	2,490 ± 0,032
Цецеце	3,340 ±0,022	2,650 ±0,044	2,480 0,033	0,740 ±0,030	2,290 ± 0,041	0,840 ±0,036	1,270 ±0,032	1,320 ± 0,026	0,840 ±0,029	2,300 ± 0,037	2,560 ± 0,037
Энергия	3,280 ± 0,043	2,660 ± 0,040	2,390 ±0,024	0,700 ±0,040	2,230 ± 0,031	0,790 ±0,045	1,230 ±0,034	1,310 ± 0,029	0,820 ±0,029	2,270 ± 0,042	2,460 ± 0,037

Продолжение приложения 23

2014 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	3,720± 0,037	3,420 ± 0,037	3,190 ± 0,031	1,680 ±0,037	3,040± 0,037	0,860 ± 0,022	1,640± 0,022	2,590 ±0,037	0,850 ±0,029	2,190 ±0,034	2,420 ± 0,037
Альбит	3,830 + 0,034	3,550+ 0,032	3,420 + 0,036	1,770 +0,018	3,270 +0,029	0,970 +0,032	1,720 +0,018	2,420 + 0,034	0,920 +0,034	2,310 +0,042	2,610 + 0,042
Цецеце	3,880+ 0,037	3,640 +0,034	3,510 +0,026	1,840 +0,022	3,330 +0,034	1,020 + 0,018	1,740 +0,034	2,410 +0,042	0,930 +0,041	2,410 +0,048	2,690 + 0,032
Энергия	3,820+ 0,037	3,520+ 0,032	3,300 +0,036	1,750 +0,029	3,120 +0,029	0,950 +0,034	1,710 +0,022	2,390 +0,029	0,910 +0,032	2,290 +0,041	2,560 + 0,022
Фон NPK											
Контроль (без РР)	3,780± 0,032	3,530 ±0,041	3,310 ± 0,040	1,750 ±0,032	3,160 ±0,022	0,910 ±0,032	1,700 ±0,022	2,580± 0,029	0,910 ±0,026	2,280 ±0,045	2,570 ± 0,026
Альбит	3,920 +0,042	3,660 ± 0,037	3,500 ± 0,042	1,850 +0,026	3,420 +0,018	1,040 +0,018	1,770 +0,029	2,440 +0,047	0,950 +0,037	2,450 +0,032	2,900 ± 0,026
Цецеце	3,960 +0,032	3,750 ±0,022	3,620 ± 0,028	1,930 +0,018	3,440 +0,037	1,110 +0,032	1,840 +0,026	2,520 ± 0,034	0,970 +0,042	2,570 +0,042	2,940 ± 0,010
Энергия	3,890 +0,036	3,620± 0,018	3,430 ± 0,032	1,840 +0,029	3,310 +0,022	1,060 +0,022	1,760 +0,037	2,430 +0,048	0,930 +0,045	2,440 +0,039	2,850 ± 0,052
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	3,860 ±0,034	3,600 ±0,026	3,390 ± 0,040	1,780 ±0,021	3,250 ±0,032	1,010 +0,034	1,750 +0,042	2,460± 0,045	0,980 ±0,042	2,370 ±0,043	2,680 ± 0,044
Альбит	3,980 +0,032	3,710± 0,026	3,590 ± 0,042	1,850 +0,026	3,400 +0,025	1,050 +0,037	1,790 +0,052	2,370 +0,029	1,030 +0,032	2,510 +0,029	2,960 ± 0,029
Цецеце	4,050± 0,034	3,840± 0,037	3,710 +0,021	1,940 +0,043	3,530 +0,026	1,130 +0,032	1,880 +0,042	2,350± 0,032	1,060 +0,048	2,620 +0,037	3,110 ± 0,028
Энергия	3,960± 0,037	3,680± 0,041	3,550 ± 0,031	1,840 ±0,032	3,380 +0,026	1,030 +0,022	1,780 +0,031	2,360 +0,050	0,990 ±0,045	2,480 +0,04	2,900 ± 0,020
Среднее за 2011 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	3,59	3,01	2,78	1,16	2,10	0,70	1,31	1,92	0,94	2,02	2,38

Продолжение приложения 23

Альбит	3,73	3,14	2,95	1,22	2,23	0,76	1,36	1,81	1,02	2,14	2,52
Цецеце	3,78	3,20	3,06	1,26	2,29	0,79	1,39	1,79	1,03	2,19	2,61
Энергия	3,69	3,10	2,88	1,21	2,16	0,75	1,35	1,80	1,02	2,11	2,47
Фон NPK											
Контроль (без PP)	3,65	3,11	2,88	1,25	2,19	0,76	1,36	1,90	0,99	2,15	2,54
Альбит	3,77	3,21	3,01	1,32	2,31	0,82	1,42	1,81	1,05	2,25	2,75
Цецеце	3,82	3,28	3,10	1,35	2,35	0,86	1,44	1,83	1,08	2,33	2,79
Энергия	3,75	3,19	2,96	1,31	2,26	0,82	1,42	1,81	1,02	2,23	2,71
Фон NPKS											
Контроль (без PP)	3,73	3,20	2,97	1,31	2,25	0,82	1,42	1,85	1,06	2,22	2,62
Альбит	3,82	3,29	3,09	1,36	2,33	0,86	1,47	1,79	1,10	2,32	2,82
Цецеце	3,88	3,37	3,18	1,40	2,41	0,93	1,52	1,76	1,13	2,38	2,83
Энергия	3,80	3,28	3,06	1,35	2,32	0,85	1,45	1,78	1,08	2,30	2,73

Приложение 24

Влияние регуляторов роста на динамику фосфора в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Фенологические фазы				
	всходы	кушение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	2	3	4	5	6
2005-2006 гг. (лист)					
Контроль	0,49	0,37	0,31	0,36	0,11
Гиббереллин	0,53	0,39	0,32	0,41	0,13
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,50	0,42	0,36	0,39	0,10
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,55	0,40	0,30	0,40	0,14
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,52	0,39	0,33	0,34	0,12
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,48	0,41	0,37	0,45	0,10
2006-2007 гг. (лист)					
Контроль	0,51	0,29	0,3	0,22	0,12
Гиббереллин	0,55	0,31	0,28	0,24	0,11
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,57	0,34	0,31	0,25	0,12
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,53	0,38	0,3	0,23	0,11
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,55	0,39	0,28	0,26	0,11
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,51	0,35	0,31	0,21	0,12
2007-2008 гг. (лист)					
Контроль	0,71	0,66	0,60	0,50	0,39
Гиббереллин	0,78	0,69	0,64	0,46	0,41
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,76	0,71	0,57	0,53	0,37
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,81	0,76	0,66	0,44	0,32
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,89	0,82	0,55	0,53	0,39
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,80	0,69	0,60	0,41	0,34
2005-2006 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	0,28	0,19	0,16
Гиббереллин	-	-	0,29	0,24	0,18
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,32	0,22	0,13
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,26	0,23	0,17
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,31	0,18	0,2
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,34	0,26	0,14
2006-2007 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	0,27	0,21	0,17
Гиббереллин	-	-	0,26	0,2	0,18
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,28	0,23	0,16
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,27	0,19	0,15
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,25	0,24	0,17
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,29	0,22	0,13
2007-2008 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	0,55	0,57	0,44
Гиббереллин	-	-	0,60	0,56	0,46
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,53	0,64	0,41
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,62	0,53	0,37
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	0,50	0,62	0,44
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	0,55	0,50	0,39

Продолжение приложения 24

2005-2006гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	0,32	0,28
Гиббереллин	-	-	-	0,37	0,31
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,35	0,25
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,36	0,27
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,31	0,26
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,34	0,28
2006-2007 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	0,26	0,3
Гиббереллин	-	-	-	0,27	0,29
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,27	0,31
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,29	0,32
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,32	0,31
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,28	0,29
2007-2008 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	0,66	0,87
Гиббереллин	-	-	-	0,73	0,92
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,69	0,96
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,71	1,01
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	0,69	0,92
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	0,60	0,96

Влияние регуляторов роста на динамику фосфора в органах яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010 г.										
Контроль	0,50	0,30	0,21	0,27	0,14	0,34	0,20	0,13	0,37	0,38
Крезацин	0,62	0,52	0,32	0,29	0,27	0,38	0,18	0,17	0,33	0,42
Энергия	0,75	0,61	0,37	0,30	0,29	0,41	0,17	0,19	0,39	0,43
Альбит	0,53	0,35	0,24	0,28	0,15	0,35	0,22	0,14	0,39	0,41
Гуми	0,55	0,34	0,22	0,30	0,16	0,37	0,21	0,15	0,38	0,39
Циркон	0,55	0,36	0,30	0,34	0,22	0,40	0,19	0,18	0,44	0,45
Экстрасол	0,52	0,33	0,25	0,31	0,18	0,36	0,23	0,17	0,41	0,42
2011 г.										
Контроль	0,89	0,58	0,39	0,40	0,35	0,47	0,35	0,30	0,47	0,48
Крезацин	1,27	0,97	0,72	0,78	0,65	0,55	0,43	0,26	0,52	0,54
Энергия	1,39	1,09	0,82	0,82	0,52	0,57	0,45	0,27	0,55	0,57
Альбит	0,94	0,62	0,38	0,43	0,38	0,48	0,42	0,31	0,51	0,52
Гуми	0,93	0,64	0,40	0,42	0,37	0,50	0,41	0,34	0,51	0,53
Циркон	0,92	0,61	0,43	0,45	0,36	0,52	0,40	0,32	0,49	0,50
Экстрасол	0,98	0,66	0,46	0,47	0,40	0,51	0,39	0,35	0,53	0,51
2012 г.										
Контроль	0,73	0,37	0,28	0,31	0,21	0,32	0,30	0,20	0,38	0,40
Крезацин	1,03	0,70	0,58	0,38	0,48	0,38	0,32	0,30	0,44	0,62
Энергия	1,19	0,78	0,57	0,39	0,45	0,39	0,37	0,34	0,45	0,70
Альбит	0,82	0,42	0,37	0,37	0,26	0,37	0,33	0,27	0,43	0,46
Гуми	0,81	0,46	0,34	0,33	0,27	0,34	0,31	0,22	0,42	0,43
Циркон	0,83	0,48	0,36	0,35	0,25	0,35	0,34	0,21	0,44	0,47

Продолжение приложения 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Экстрасол	0,74	0,45	0,39	0,34	0,24	0,36	0,35	0,24	0,39	0,43
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	0,70	0,42	0,29	0,33	0,23	0,38	0,28	0,21	0,41	0,42
Крезацин	0,97	0,73	0,54	0,48	0,47	0,44	0,31	0,25	0,43	0,53
Энергия	1,11	0,83	0,59	0,50	0,42	0,46	0,33	0,27	0,46	0,56
Альбит	0,76	0,46	0,33	0,36	0,26	0,40	0,32	0,24	0,45	0,46
Гуми	0,76	0,48	0,32	0,35	0,27	0,40	0,31	0,24	0,43	0,45
Циркон	0,77	0,48	0,36	0,38	0,28	0,42	0,31	0,23	0,45	0,47
Экстрасол	0,74	0,48	0,37	0,37	0,27	0,41	0,32	0,26	0,44	0,45

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику фосфора в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Всходы	Кущение		Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
		листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2011-2012 гг.												
Неудобренный фон												
Контроль (без РР)	0,810± 0,039	0,66±0,03 7	0,390 ±0,039	0,300 ± 0,026	0,310± 0,029	0,210 ±0,018	0,320±0,0 37	0,220± 0,037	0,190±0,034	0,310± 0,048	0,320 ±0,037	
Альбит	0,960 ±0,033	0,770 ±0,039	0,470 ±0,044	0,420 ± 0,041	0,380 ±0,032	0,300 ± 0,032	0,380± 0,034	0,310 ±0,036	0,250 ± 0,037	0,370± 0,037	0,390 ±0,032	
Цецеце	1,010 ±0,048	0,830± 0,045	0,560 ±0,034	0,490 ± 0,026	0,440 ± 0,042	0,360 ± 0,026	0,450 ±0,044	0,370 ±0,026	0,310 ± 0,029	0,440± 0,029	0,460 ±0,029	
Энергия	0,920 ±0,029	0,740 ±0,044	0,430 ±0,039	0,370 ±0,029	0,360 ±0,034	0,260 ±0,018	0,350 ±0,028	0,280 ±0,032	0,220 ± 0,032	0,340± 0,026	0,360 ±0,022	
Фон NPK												
Контроль (без РР)	0,870 ±0,045	0,710 ±0,047	0,400± 0,043	0,350± 0,034	0,360 ±0,054	0,260 ±0,037	0,370 ±0,039	0,280 ±0,037	0,240 ± 0,039	0,360 ±0,022	0,380 ±0,032	
Альбит	0,980 ±0,053	0,810 ±0,037	0,500 ±0,036	0,410± 0,026	0,430 ±0,042	0,320 ±0,043	0,440 ±0,044	0,330 ±0,026	0,280 ± 0,033	0,430 ±0,037	0,450 ±0,036	
Цецеце	1,060± 0,049	0,890± 0,039	0,600± 0,037	0,540 ±0,039	0,490± 0,055	0,430 ±0,041	0,540 ±0,042	0,450 ±0,022	0,370 ± 0,039	0,530 ±0,034	0,550 ±0,027	
Энергия	0,940 ±0,042	0,790± 0,041	0,470± 0,041	0,690± 0,042	0,410± 0,042	0,310 ±0,036	0,420 ±0,036	0,320 ±0,037	0,260 ± 0,029	0,410 ±0,018	0,430 ±0,026	
Фон NPKS												
Контроль (без РР)	0,940 ±0,044	0,790± 0,048	0,460± 0,029	0,480 ±0,052	0,420± 0,042	0,310 ±0,029	0,420 ±0,034	0,330± 0,029	0,290 ± 0,022	0,410 ±0,029	0,430 ±0,034	
Альбит	1,090± 0,029	0,930 ±0,047	0,580± 0,044	0,640 ±0,042	0,500 ± 0,050	0,390 ±0,044	0,510 ±0,022	0,400 ± 0,027	0,350 ± 0,026	0,50 ±0,026	0,520 ±0,041	
Цецеце	1,160 ±0,037	1,020± 0,036	0,670 ±0,042	0,640 ±0,037	0,610 ±0,039	0,510 ±0,022	0,620 ±0,032	0,520 ±0,032	0,460 ± 0,037	0,610 ±0,022	0,630 ±0,034	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Энергия	1,020 ±0,034	0,890± 0,029	0,520 ±0,041	0,440 ±0,029	0,450 ±0,029	0,360 ±0,039	0,460 ±0,041	0,370 ± 0,022	0,320 ± 0,034	0,450 ±0,039	0,470±0,036
2013 – 2014 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,940 ± 0,029	0,780 ±0,034	0,570 ±0,032	0,360 ±0,026	0,400± 0,018	0,340 ±0,044	0,460 ±0,050	0,340 ±0,039	0,300 ±0,022	0,460 ±0,029	0,480 ±0,032
Альбит	1,070 ±0,032	0,910± 0,029	0,620± 0,036	0,420± 0,032	0,450± 0,022	0,380 ±0,032	0,490 ±0,022	0,390± 0,037	0,320 ±0,036	0,480± 0,042	0,510 ±0,039
Цецеце	1,120 ±0,029	0,95 ±0,018	0,650± 0,022	0,450± 0,022	0,490 ±0,034	0,420 ±0,045	0,570 ±0,037	0,410 ±0,043	0,350 ±0,028	0,500 ±0,022	0,530 ±0,029
Энергия	1,010 ±0,036	0,89± 0,029	0,650± 0,034	0,400± 0,046	0,430 ±0,043	0,360 ±0,034	0,480 ±0,037	0,380± 0,029	0,310 ±0,029	0,470 ±0,042	0,490 ±0,018
Фон NPK											
Контроль (без РР)	1,010± 0,037	0,820± 0,032	0,620± 0,036	0,420± 0,026	0,450 ±0,039	0,390 ±0,029	0,520 ±0,032	0,390 ±0,032	0,350 ±0,037	0,510 ±0,018	0,530 ±0,029
Альбит	1,120± 0,039	0,960± 0,039	0,670 ±0,032	0,470± 0,036	0,500± 0,037	0,420 ±0,032	0,580 ±0,039	0,440 ±0,042	0,400 ±0,032	0,590 ±0,022	0,600 ±0,032
Цецеце	1,190 ±0,039	0,990 ±0,027	0,700± 0,022	0,510± 0,037	0,540 ±0,036	0,470 ±0,022	0,640 ±0,041	0,460 ±0,043	0,460 ±0,029	0,630 ±0,037	0,650 ±0,018
Энергия	1,090 ±0,026	0,930± 0,042	0,650± 0,034	0,440 ±0,037	0,470 ±0,029	0,400 ±0,029	0,540 ±0,048	0,420 ±0,037	0,380 ±0,022	0,560 ±0,032	0,580 ±0,039
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	1,050 ±0,037	0,890 ±0,026	0,680 ±0,038	0,470 ±0,022	0,510 ±0,034	0,450 ±0,029	0,570 ±0,032	0,440± 0,032	0,410 ±0,037	0,560 ±0,037	0,580 ±0,054
Альбит	1,190± 0,026	1,040 ±0,022	0,760 ±0,039	0,530 ±0,018	0,580± 0,014	0,500 ±0,047	0,630 ±0,045	0,490± 0,029	0,490 ±0,039	0,630 ±0,026	0,640 ±0,045
Цецеце	1,240 ±0,029	1,120± 0,034	0,850± 0,038	0,570 ±0,044	0,610 ±0,022	0,570 ±0,036	0,700 ±0,055	0,550± 0,037	0,580 ±0,028	0,680 ±0,029	0,690± 0,029
Энергия	1,160± 0,042	0,990± 0,032	0,730 ±0,029	0,510 ±0,037	0,560 ±0,039	0,480 ±0,026	0,590 ±0,026	0,460 ±0,029	0,460 ±0,042	0,590 ±0,018	0,600 ±0,039

Продолжение приложения 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,630± 0,034	0,520± 0,026	0,300 ±0,042	0,220± 0,022	0,270 ±0,037	0,150 ±0,032	0,350 ±0,034	0,190 ±0,026	0,130 ±0,032	0,360 ±0,041	0,380 ±0,018
Альбит	0,730± 0,026	0,620 ±0,048	0,380± 0,039	0,310± 0,026	0,340 ±0,042	0,200 ±0,041	0,390 ±0,037	0,250± 0,037	0,170 ±0,029	0,410 ±0,029	0,420 ±0,037
Цецеце	0,800± 0,029	0,690± 0,034	0,460± 0,037	0,370± 0,029	0,380 ±0,032	0,260 ±0,037	0,450 ±0,044	0,300 ±0,036	0,210 ±0,026	0,450 ±0,044	0,480 ±0,041
Энергия	0,700± 0,032	0,590± 0,032	0,350 ±0,030	0,280± 0,032	0,320 ±0,036	0,180 ±0,042	0,370 ±0,032	0,230 ±0,034	0,150 ±0,022	0,390 ±0,039	0,400 ±0,037
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,690± 0,034	0,580± 0,032	0,350± 0,044	0,270 ±0,029	0,320 ±0,032	0,210 ±0,039	0,400 ±0,029	0,240± 0,022	0,180 ±0,029	0,400 ±0,029	0,430 ±0,037
Альбит	0,780± 0,036	0,660± 0,022	0,430 ±0,042	0,370 ±0,032	0,360 ±0,026	0,240 ±0,037	0,440 ±0,044	0,280 ±0,054	0,200 ±0,026	0,440 ±0,044	0,470 ±0,042
Цецеце	0,860± 0,034	0,770 ±0,036	0,500 ±0,034	0,460± 0,026	0,410 ±0,036	0,300 ±0,027	0,490 ±0,036	0,310 ±0,037	0,220 ±0,029	0,480 ±0,032	0,510 ±0,037
Энергия	0,750 ±0,034	0,640 ±0,032	0,390 ±0,024	0,330 ±0,034	0,340 ±0,029	0,220 ±0,029	0,420 ±0,036	0,260 ±0,041	0,190 ±0,034	0,420 ±0,036	0,450 ±0,034
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,750± 0,037	0,650± 0,034	0,410 ±0,037	0,350 ±0,036	0,360 ±0,039	0,250 ±0,028	0,450 ±0,039	0,290 ±0,036	0,230 ±0,022	0,470 ±0,032	0,480 ±0,029
Альбит	0,870± 0,029	0,740± 0,037	0,500 ±0,026	0,440 ±0,022	0,400 ±0,032	0,280 ±0,037	0,490 ±0,037	0,320 ±0,032	0,250 ±0,034	0,510 ±0,037	0,520 ±0,026
Цецеце	0,980± 0,032	0,830± 0,041	0,570 ±0,044	0,510 ±0,039	0,450 ±0,026	0,340 ±0,032	0,580 ±0,034	0,350± 0,022	0,270 ±0,032	0,510 ±0,026	0,600 ±0,037
Энергия	0,830± 0,039	0,710± 0,029	0,460± 0,044	0,410 ±0,029	0,380 ±0,032	0,260 ±0,029	0,470 ±0,042	0,300 ±0,041	0,240 ±0,037	0,490 ±0,042	0,500 ±0,026
Среднее за 2011 – 2015 гг.											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,79	0,65	0,42	0,29	0,33	0,23	0,38	0,25	0,21	0,38	0,39
Альбит	0,92	0,77	0,49	0,38	0,39	0,29	0,42	0,32	0,25	0,42	0,44
Цецеце	0,98	0,82	0,56	0,44	0,44	0,35	0,49	0,36	0,29	0,46	0,49
Энергия	0,88	0,74	0,47	0,35	0,37	0,27	0,40	0,30	0,23	0,40	0,42
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,86	0,71	0,46	0,35	0,38	0,28	0,43	0,30	0,26	0,43	0,45
Альбит	0,96	0,81	0,53	0,42	0,43	0,33	0,49	0,35	0,29	0,49	0,51
Цецеце	1,04	0,89	0,60	0,50	0,48	0,40	0,56	0,41	0,35	0,55	0,57
Энергия	0,93	0,78	0,50	0,38	0,41	0,31	0,46	0,33	0,28	0,46	0,49
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,91	0,78	0,52	0,41	0,43	0,34	0,48	0,35	0,31	0,48	0,51
Альбит	1,05	0,90	0,61	0,48	0,49	0,39	0,54	0,40	0,36	0,55	0,56
Цецеце	1,13	1,01	0,70	0,57	0,56	0,47	0,63	0,47	0,44	0,60	0,64
Энергия	1,00	0,86	0,57	0,45	0,46	0,37	0,51	0,38	0,34	0,51	0,52

Приложение 27

Влияние регуляторов роста на динамику калия в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Фенологические фазы				
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость
1	2	3	4	5	6
2005-2006 гг. (листь)					
Контроль	2,87	2,57	2,00	2,27	1,27
Гиббереллин	3,18	2,73	2,16	2,01	1,42
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,00	2,76	2,21	2,19	1,38
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,27	2,81	2,34	2,38	1,54
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,44	2,94	2,10	2,08	1,16
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,38	2,61	2,20	2,21	1,25
2006-2007 гг. (листь)					
Контроль	2,91	2,75	2,53	1,72	0,87
Гиббереллин	3,19	2,81	2,41	1,8	0,72
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,15	2,87	2,48	1,92	0,9
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,07	3	2,57	1,84	0,7
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,11	3,12	2,4	1,88	0,75
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,09	2,9	2,59	1,71	0,71
2007-2008 гг. (листь)					
Контроль	3,16	2,58	2,40	1,70	1,48
Гиббереллин	2,96	2,82	2,32	1,62	1,26
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,00	2,70	2,47	1,70	1,52
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,29	2,82	2,25	1,65	1,40
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	3,05	2,90	2,29	1,73	1,37
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	3,14	2,64	2,21	1,81	1,30
2005-2006 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	1,90	2,08	1,48
Гиббереллин	-	-	2,00	1,96	1,57
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	-	-	1,97	2,14	1,60
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	-	-	2,08	2,23	1,66
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	-	-	1,97	1,96	1,72
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	-	-	2,04	2,08	1,78
2006-2007 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	2,42	1,82	0,8
Гиббереллин	-	-	2,27	1,71	1,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	-	-	2,4	1,88	1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	-	-	2,31	1,75	0,97
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	-	-	2,1	1,8	0,99
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	-	-	2,44	1,57	0,85

Продолжение приложения 27

2007-2008 гг. (стебель)					
Контроль	-	-	1,86	1,96	1,56
Гиббереллин	-	-	1,72	1,82	1,46
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	1,70	1,88	1,77
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	1,91	1,98	1,53
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	1,68	2,00	1,48
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	1,73	1,86	1,49
2005-2006 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	1,47	0,45
Гиббереллин	-	-	-	1,32	0,51
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	1,51	0,49
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	1,67	0,55
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	1,34	0,5
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	1,42	0,42
2006-2007 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	2,03	0,75
Гиббереллин	-	-	-	2,11	0,77
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	2,23	0,80
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	2,40	0,81
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	2,53	0,78
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	2,30	0,71
2007-2008 гг. (колос)					
Контроль	-	-	-	1,72	0,86
Гиббереллин	-	-	-	1,69	0,72
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	1,75	0,75
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	1,86	0,80
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	-	-	-	1,90	0,70
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	-	-	-	1,75	0,68

Влияние регуляторов роста на динамику калия в органах яровой пшеницы сорта Землячка, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010 г.										
Контроль	3,22	2,72	2,39	2,51	2,00	1,61	1,91	0,80	0,29	0,32
Крезацин	3,26	2,75	2,45	2,59	2,07	1,66	1,98	0,86	0,34	0,36
Энергия	3,29	2,78	2,47	2,57	2,09	1,67	2,00	0,87	0,36	0,38
Альбит	3,24	2,74	2,43	2,53	2,04	1,62	1,93	0,83	0,35	0,36
Гуми	3,27	2,73	2,44	2,54	2,03	1,65	1,96	0,84	0,31	0,34
Циркон	3,30	2,79	2,46	2,60	2,10	1,69	2,03	0,91	0,37	0,40
Экстрасол	3,25	2,76	2,42	2,56	2,05	1,64	1,97	0,82	0,33	0,35
2011 г.										
Контроль	4,11	3,80	2,69	3,39	2,80	1,96	2,61	1,41	0,58	0,59
Крезацин	4,23	3,89	2,79	3,49	2,92	2,08	2,69	1,51	0,62	0,66
Энергия	4,26	3,95	2,78	3,50	2,86	2,09	2,70	1,47	0,64	0,67
Альбит	4,13	3,83	2,72	3,40	2,84	2,01	2,66	1,44	0,60	0,61
Гуми	4,15	3,84	2,71	3,45	2,88	2,03	2,67	1,44	0,62	0,64
Циркон	4,18	3,88	2,74	3,44	2,83	2,02	2,65	1,45	0,61	0,62
Экстрасол	4,21	3,94	2,80	3,48	2,85	2,07	2,64	1,48	0,63	0,65
2012 г.										
Контроль	3,58	3,25	2,52	3,11	2,48	1,79	2,29	0,91	0,45	0,46
Крезацин	3,69	3,34	2,63	3,20	2,54	1,89	2,20	0,99	0,51	0,53
Энергия	3,70	3,33	2,67	3,22	2,60	1,90	2,24	0,96	0,53	0,56
Альбит	3,65	3,25	2,55	3,12	2,49	1,84	2,33	0,94	0,50	0,52
Гуми	3,66	3,28	2,60	3,14	2,51	1,82	2,35	0,95	0,52	0,54
Циркон	3,62	3,27	2,58	3,18	2,53	1,88	2,37	0,93	0,49	0,55

Продолжение приложения 28

Экстрасол	3,68	3,32	2,62	3,13	2,56	1,81	2,30	0,98	0,48	0,50
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	3,64	3,26	2,53	3,00	2,42	1,79	2,27	1,04	0,44	0,46
Крезацин	3,73	3,33	2,62	3,09	2,51	1,88	2,29	1,12	0,49	0,52
Энергия	3,75	3,35	2,64	3,09	2,52	1,89	2,32	1,10	0,51	0,54
Альбит	3,67	3,28	2,57	3,02	2,45	1,82	2,31	1,07	0,48	0,50
Гуми	3,69	3,29	2,58	3,05	2,47	1,84	2,33	1,08	0,48	0,51
Циркон	3,70	3,31	2,59	3,07	2,49	1,86	2,35	1,10	0,49	0,53
Экстрасол	3,71	3,34	2,61	3,06	2,48	1,84	2,30	1,09	0,48	0,50

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику калия в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Всходы	Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость			Зерно
		Кущение листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011 – 2012 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	2,590± 0,023	2,560± 0,042	2,250 ± 0,039	1,530± 0,026	2,110 ± 0,022	1,490 ± 0,038	1,060 ± 0,018	1,390 ± 0,021	0,880 ± 0,032	0,430 ± 0,029	0,460±0 ,043
Альбит	2,720 ±0,022	2,660± 0,029	2,300 ± 0,042	1,570± 0,039	2,180 ± 0,026	1,540 ± 0,046	1,150± 0,036	1,410 ± 0,022	0,910 ± 0,021	0,460 ± 0,022	0,490 ±0,020
Цецеце	2,790± 0,032	2,700± 0,025	2,340 ± 0,029	1,630 ± 0,027	2,260 ± 0,032	1,590 ± 0,034	1,190± 0,022	1,430 ± 0,032	0,960 ± 0,034	0,500 ± 0,031	0,520± 0,028
Энергия	2,660± 0,023	2,620 ± 0,036	2,280 ± 0,018	1,550 ± 0,039	2,160 ± 0,044	1,530 ± 0,023	1,120± 0,029	1,400 ± 0,018	0,900 ± 0,043	0,450 ± 0,036	0,470± 0,029
Фон NPK											
Контроль (без РР)	2,730± 0,037	2,640± 0,026	2,290 ± 0,025	1,590 ± 0,019	2,190 ± 0,026	1,540 ± 0,036	1,160 ± 0,026	1,420 ± 0,031	0,910 ± 0,046	0,500± 0,036	0,530 ± 0,026
Альбит	2,790 ±0,031	2,680± 0,039	2,340 ± 0,029	1,630 ± 0,026	2,240 ± 0,024	1,580 ± 0,033	1,240 ± 0,021	1,450 ± 0,038	0,930 ± 0,041	0,560± 0,021	0,600± 0,042
Цецеце	2,850±0,0 33	2,740± 0,039	2,400 ± 0,028	1,690 ± 0,029	2,300 ± 0,041	1,640 ± 0,034	1,260 ± 0,029	1,500 ± 0,026	0,960 ± 0,038	0,590± 0,031	0,620 ± 0,016
Энергия	2,770± 0,041	2,660 ± 0,036	2,320 ± 0,032	1,620 ± 0,027	2,220 ± 0,033	1,560 ± 0,023	1,200 ± 0,018	1,440 ± 0,034	0,920 ± 0,026	0,540 ± 0,024	0,560 ± 0,026
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	2,790± 0,031	2,690 ± 0,034	2,330 ± 0,022	1,640 ± 0,041	2,220 ± 0,031	1,580 ± 0,028	1,220± 0,032	1,460 ± 0,025	0,950 ± 0,031	0,550± 0,042	0,580 ± 0,035
Альбит	2,830± 0,037	2,720 ± 0,031	2,360 ± 0,024	1,680 ± 0,032	2,290 ± 0,021	1,620 ± 0,021	1,300± 0,029	1,490 ± 0,024	0,980 ± 0,028	0,600 ± 0,033	0,630 ± 0,022

Продолжение приложения 29

Цецеце	2,90 ± 0,037	2,790 ± 0,023	2,420 ± 0,025	1,760 ± 0,038	2,360 ± 0,019	1,700 ± 0,026	1,360 ± 0,021	1,540 ± 0,045	1,020 ± 0,034	0,630 ± 0,019	0,660 ± 0,032
Энергия	2,810+ 0,037	2,710 + 0,042	2,340 + 0,033	1,660 + 0,044	2,280 + 0,021	1,610 + 0,039	1,280+ 0,018	1,480 + 0,046	0,970 + 0,023	0,590 + 0,031	0,620 + 0,042
2013 – 2014 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	3,120± 0,034	3,100 ± 0,026	2,810 ± 0,021	1,900 ± 0,038	2,400 ± 0,026	1,610 ± 0,023	1,110 ± 0,033	1,610 ± 0,036	0,980 ± 0,024	0,440 ± 0,028	0,460 ± 0,043
Альбит	3,250± 0,042	3,160 ± 0,036	2,840 ± 0,040	1,930 ± 0,030	2,450 ± 0,031	1,650 ± 0,019	1,160 ± 0,032	1,660 ± 0,043	1,010 ± 0,39	0,480 ± 0,043	0,540 ± 0,026
Цецеце	3,290 ±0,022	3,230 ± 0,023	2,890 ± 0,034	2,000 ± 0,021	2,490 ± 0,043	1,700 ± 0,022	1,200 ± 0,02	1,690 ± 0,031	1,050 ± 0,037	0,510 ± 0,047	0,550 ± 0,028
Энергия	3,210 ±0,023	3,150 ± 0,034	2,820 ± 0,024	1,920 ± 0,026	2,440 ± 0,032	1,740 ± 0,022	1,170 ± 0,041	1,640 ± 0,029	1,000 ± 0,029	0,460 ± 0,032	0,500 ± 0,029
Контроль (без РР)	3,240± 0,035	3,160 ± 0,032	2,870 ± 0,023	1,930 ± 0,034	2,440 ± 0,030	1,760 ± 0,021	1,180 ± 0,021	1,650 ± 0,034	1,010 ± 0,042	0,480 ± 0,051	0,520 ± 0,025
Альбит	3,310± 0,032	3,190 ± 0,034	2,900 ± 0,028	1,960 ± 0,021	2,490 ± 0,026	1,820 ± 0,013	1,240 ± 0,029	1,700 ± 0,036	1,050 ± 0,038	0,510 ± 0,040	0,590 ± 0,052
Цецеце	3,380± 0,031	3,270 ± 0,042	2,950± 0,031	2,020 ± 0,042	2,540 ± 0,026	1,880 ± 0,012	1,320 ± 0,025	1,740 ± 0,026	1,080 ± 0,042	0,550 ± 0,042	0,620 ± 0,028
Энергия	3,290± 0,034	3,180 ± 0,022	2,890 ± 0,028	1,950 ± 0,024	2,470 ± 0,041	1,800 ± 0,022	1,210 ± 0,019	1,670 ± 0,031	1,030 ± 0,039	0,500 ± 0,037	0,580 ± 0,025
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	3,290± 0,022	3,200 ± 0,044	2,920 ± 0,034	1,980 ± 0,38	2,500 ± 0,028	1,800 ± 0,023	1,230 ± 0,031	1,700 ± 0,021	1,060 ± 0,028	0,510 ± 0,025	0,600 ± 0,035
Альбит	3,350± 0,018	3,240 ± 0,024	2,960 ± 0,043	2,010 ± 0,022	2,540 ± 0,041	1,840 ± 0,024	1,290 ± 0,031	1,740 ± 0,022	1,070 ± 0,045	0,560 ± 0,031	0,650± 0,021
Цецеце	3,430± 0,020	3,320 ± 0,034	3,000 ± 0,021	2,080 ± 0,036	2,600 ± 0,024	1,920 ± 0,018	1,370 ± 0,026	1,800 ± 0,032	1,110 ± 0,041	0,570 ± 0,040	0,660 ± 0,036
2014 – 2015 гг.											

Продолжение приложения 29

Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	2,460 ± 0,033	2,320 ± 0,021	2,000 ± 0,033	1,330 ± 0,033	1,880 ± 0,037	1,240 ± 0,022	0,790 ± 0,033	1,210 ± 0,029	0,810 ± 0,031	0,410 ± 0,019	0,440 ± 0,022
Альбит	2,590± 0,026	2,400 ± 0,036	2,080 ± 0,028	1,380 ± 0,036	1,940 ± 0,045	1,270 ± 0,036	0,860 ± 0,026	1,290 ± 0,028	0,850 ± 0,037	0,460 ± 0,034	0,480 ± 0,039
Цецеце	2,620± 0,031	2,440 ± 0,038	2,120 ± 0,036	1,430± 0,031	1,980 ± 0,037	1,320 ± 0,031	0,880 ± 0,037	1,340 ± 0,026	0,870 ± 0,028	0,490 ± 0,041	0,520 ± 0,028
Энергия	2,540± 0,024	2,380 ± 0,016	2,060 ± 0,033	1,360 ± 0,037	1,930 ± 0,025	1,260 ± 0,033	0,830 ± 0,028	1,260 ± 0,022	0,840 ± 0,044	0,440 ± 0,019	0,460 ± 0,030
Фон NPK											
Контроль (без РР)	2,610 ± 0,022	2,380 ± 0,023	2,090 ± 0,037	1,390 ± 0,022	1,940 ± 0,031	1,290 ± 0,037	0,830 ± 0,030	1,280 ± 0,037	0,840 ± 0,029	0,460 ± 0,022	0,460 ± 0,029
Альбит	2,720± 0,012	2,480 ± 0,030	2,160 ± 0,033	1,460 ± 0,035	1,990 ± 0,029	1,340 ± 0,032	0,870 ± 0,029	1,340 ± 0,029	0,900 ± 0,033	0,520 ± 0,035	0,540 ± 0,035
Цецеце	2,800± 0,031	2,540 ± 0,024	2,220 ± 0,028	1,540 ± 0,029	2,030 ± 0,028	1,380 ± 0,031	0,890 ± 0,032	1,370 ± 0,021	0,940 ± 0,031	0,580 ± 0,043	0,600 ± 0,026
Энергия	2,700± 0,033	2,440 ± 0,032	2,130 ± 0,037	1,420 ± 0,033	1,970 ± 0,033	1,330 ± 0,026	0,860 ± 0,033	1,320 ± 0,022	0,880 ± 0,021	0,500 ± 0,034	0,520 ± 0,033
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	2,680± 0,043	2,470 ± 0,044	2,120 ± 0,025	1,420 ± 0,029	1,980 ± 0,036	1,340 ± 0,037	0,890 ± 0,035	1,340 ± 0,022	0,890 ± 0,033	0,580 ± 0,021	0,600 ± 0,042
Альбит	2,760± 0,043	2,560 ± 0,032	2,230 ± 0,036	1,470 ± 0,025	2,060 ± 0,033	1,390 ± 0,033	0,940 ± 0,029	1,420 ± 0,023	0,960 ± 0,028	0,640 ± 0,036	0,660 ± 0,032
Цецеце	2,820± 0,041	2,650 ± 0,033	2,320 ± 0,033	1,530 ± 0,033	2,110 ± 0,025	1,420 ± 0,024	0,980 ± 0,032	1,460 ± 0,024	0,990 ± 0,036	0,690 ± 0,044	0,720 ± 0,026
Энергия	2,740± 0,023	2,530 ± 0,043	2,170 ± 0,029	1,460 ± 0,028	2,040 ± 0,032	1,370 ± 0,024	0,920 ± 0,031	1,390 ± 0,028	0,940 ± 0,023	0,620 ± 0,021	0,640 ± 0,023
Среднее за 2011 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											

Продолжение приложения 29

Контроль (без РР)	2,720	2,660	2,350	1,587	2,130	1,447	0,987	1,403	0,890	0,427	0,453
Альбит	2,850	2,740	2,410	1,627	2,190	1,487	1,057	1,453	0,923	0,467	0,503
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цецеце	2,900	2,790	2,450	1,687	2,243	1,537	1,090	1,487	0,960	0,500	0,530
Энергия	2,800	2,720	2,390	1,610	2,177	1,510	1,040	1,433	0,913	0,450	0,477
Фон НРК											
Контроль (без РР)	2,860	2,730	2,420	1,637	2,190	1,530	1,057	1,450	0,920	0,480	0,503
Альбит	2,940	2,780	2,470	1,683	2,240	1,580	1,117	1,497	0,960	0,530	0,577
Цецеце	3,010	2,850	2,520	1,750	2,290	1,633	1,157	1,537	0,993	0,573	0,613
Энергия	2,920	2,760	2,450	1,663	2,220	1,563	1,090	1,477	0,943	0,513	0,553
Фон НРКС											
Контроль (без РР)	2,920	2,790	2,460	1,680	2,233	1,573	1,113	1,500	0,967	0,547	0,593
Альбит	2,980	2,840	2,520	1,720	2,297	1,617	1,177	1,550	1,003	0,600	0,647
Цецеце	3,050	2,920	2,580	1,790	2,357	1,680	1,237	1,600	1,040	0,630	0,680
Энергия	2,960	2,820	2,480	1,707	2,280	1,600	1,157	1,530	0,997	0,583	0,630

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на динамику содержания серы в органах озимой пшеницы сорта Бирюза, в % на абсолютно сухое вещество

Вариант	Всходы	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011 – 2012 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,213 ± 0,012	0,201 ± 0,016	0,187 ± 0,010	0,130 ± 0,006	0,180 ± 0,004	0,106 ± 0,008	0,128 ± 0,010	0,138 ± 0,004	0,130 ± 0,004	0,153 ± 0,010	0,169 ± 0,011
Альбит	0,219 ± 0,013	0,204 ± 0,019	0,192 ± 0,001	0,131 ± 0,004	0,183 ± 0,011	0,107 ± 0,011	0,129 ± 0,009	0,141 ± 0,006	0,132 ± 0,008	0,158 ± 0,008	0,173 ± 0,012
Цеце	0,220 ± 0,013	0,206 ± 0,018	0,198 ± 0,009	0,132 ± 0,008	0,184 ± 0,010	0,109 ± 0,010	0,131 ± 0,008	0,142 ± 0,003	0,132 ± 0,010	0,158 ± 0,012	0,176 ± 0,009
Энергия	0,217 ± 0,013	0,204 ± 0,018	0,191 ± 0,012	0,130 ± 0,001	0,182 ± 0,011	0,107 ± 0,011	0,129 ± 0,011	0,139 ± 0,004	0,131 ± 0,009	0,157 ± 0,005	0,170 ± 0,013
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,214 ± 0,012	0,203 ± 0,016	0,190 ± 0,011	0,132 ± 0,004	0,182 ± 0,008	0,107 ± 0,002	0,129 ± 0,012	0,143 ± 0,009	0,132 ± 0,012	0,156 ± 0,009	0,177 ± 0,009
Альбит	0,218 ± 0,013	0,206 ± 0,016	0,194 ± 0,008	0,134 ± 0,001	0,184 ± 0,012	0,108 ± 0,006	0,131 ± 0,009	0,145 ± 0,011	0,133 ± 0,011	0,159 ± 0,011	0,182 ± 0,009
Цеце	0,220 ± 0,012	0,208 ± 0,016	0,197 ± 0,010	0,135 ± 0,001	0,185 ± 0,011	0,109 ± 0,008	0,130 ± 0,004	0,143 ± 0,008	0,134 ± 0,004	0,160 ± 0,008	0,183 ± 0,008
Энергия	0,217 ± 0,014	0,207 ± 0,015	0,193 ± 0,012	0,134 ± 0,002	0,183 ± 0,010	0,108 ± 0,010	0,132 ± 0,011	0,145 ± 0,006	0,132 ± 0,006	0,158 ± 0,012	0,182 ± 0,009
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,218 ± 0,011	0,207 ± 0,016	0,193 ± 0,012	0,135 ± 0,010	0,184 ± 0,012	0,109 ± 0,009	0,130 ± 0,007	0,144 ± 0,011	0,133 ± 0,012	0,157 ± 0,009	0,179 ± 0,011
Альбит	0,220 ± 0,011	0,209 ± 0,015	0,196 ± 0,008	0,137 ± 0,008	0,177 ± 0,011	0,111 ± 0,006	0,131 ± 0,010	0,147 ± 0,0010	0,134 ± 0,011	0,159 ± 0,009	0,182 ± 0,006

Продолжение приложения 30

Цеце	0,224 ± 0,011	0,211± 0,014	0,198 ± 0,001	0,137 ± 0,010	0,186 ± 0,002	0,112± 0,012	0,133 ± 0,012	0,147 ± 0,008	0,136 ± 0,012	0,160 ± 0,010	0,184± 0,009
Энергия	0,220 ± 0,011	0,208 ± 0,017	0,194 ± 0,001	0,136 ± 0,012	0,186± 0,003	0,109 ± 0,010	0,131 ± 0,010	0,145 ± 0,008	0,134 ± 0,010	0,158 ± 0,012	0,181 ± 0,008
2013 – 2014 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,189 ±0,004	0,164 ±0,008	0,157 ±0,011	0,102 ±0,012	0,156 ±0,014	0,106 ±0,015	0,119 ±0,012	0,129 ±0,015	0,107 ±0,011	0,147 ±0,012	0,161 ±0,011
Альбит	0,193 +0,003	0,169 +0,010	0,161 +0,009	0,104 +0,014	0,159 +0,015	0,108 +0,012	0,121 +0,013	0,126 +0,012	0,111 +0,005	0,151 +0,016	0,165 +0,012
Цеце	0,195 +0,003	0,170 +0,009	0,164 +0,010	0,105 +0,012	0,162 +0,009	0,108 +0,011	0,122 +0,014	0,126 +0,011	0,111 +0,012	0,152 +0,014	0,168 +0,011
Энергия	0,192 + 0,004	0,168 +0,012	0,160 +0,008	0,103 +0,009	0,158 +0,016	0,107 +0,013	0,121 +0,011	0,125 +0,010	0,112 +0,016	0,150 +0,013	0,163 +0,013
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,192 +0,003	0,167 ±0,011	0,160 ±0,011	0,105 ±0,014	0,158 ±0,011	0,109 ±0,011	0,122 ±0,010	0,129 ±0,016	0,109 ±0,012	0,155 ±0,011	0,164 ±0,015
Альбит	0,196 ±0,004	0,172 ±0,012	0,163 ±0,012	0,107 ±0,011	0,159 ±0,010	0,110 ±0,012	0,123 ±0,014	0,127 ±0,012	0,110 ±0,011	0,156 ±0,012	0,169 ±0,010
Цеце	0,198± 0,002	0,173 ±0,006	0,165 ±0,009	0,107 ±0,015	0,161 ±0,009	0,110 ±0,009	0,124 ±0,015	0,127 ±0,011	0,112 ±0,013	0,160 ±0,016	0,171 ±0,012
Энергия	0,195 ±0,003	0,171 ±0,008	0,162 ±0,010	0,107 ±0,012	0,159 ±0,013	0,109 ±0,015	0,123 ±0,014	0,127 ±0,015	0,109 ±0,014	0,156 ±0,015	0,167 ±0,012
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,194 ±0,002	0,171 ±0,011	0,163 ±0,006	0,108 ±0,006	0,159 ±0,012	0,111 ±0,015	0,124 ±0,014	0,132 ±0,011	0,111 ±0,014	0,158 ±0,016	0,166 ±0,012
Альбит	0,197 ±0,003	0,173 ±0,014	0,166 ±0,016	0,109 ±0,008	0,161 ±0,011	0,112 ±0,011	0,127 ±0,012	0,130 ±0,011	0,112 ±0,016	0,163 ±0,014	0,169 ±0,016
Цеце	0,198 ±0,002	0,175 ±0,012	0,169 ±0,012	0,110 ±0,011	0,162 ±0,014	0,114 ±0,012	0,128 ±0,014	0,130 ±0,013	0,113 ±0,014	0,163 ±0,012	0,172 ±0,015

Продолжение приложения 30

Энергия	0,196 ±0,004	0,175 ±0,014	0,166 ±0,014	0,109 ±0,013	0,160 ±0,015	0,111 ±0,010	0,127 ±0,011	0,130 ±0,015	0,113 ±0,013	0,162 ±0,010	0,168 ±0,014
2014 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,211 ±0,018	0,200 ±0,016	0,193 ±0,012	0,142 ±0,015	0,188± 0,010	0,114 ±0,011	0,137 ±0,016	0,172 ±0,012	0,114 ±0,013	0,156 ±0,013	0,167 ±0,011
Альбит	0,214 ±0,014	0,205 ±0,012	0,201 ±0,011	0,145 ±0,016	0,195 ±0,010	0,118 ±0,016	0,140 ±0,011	0,172 ±0,011	0,116 ±0,014	0,159 ±0,014	0,173 ±0,015
Цецеце	0,216± 0,015	0,208 ±0,014	0,204 ±0,013	0,147 ±0,010	0,197 ±0,016	0,120 ±0,014	0,143 ±0,012	0,166 ±0,015	0,117 ±0,010	0,164 ±0,011	0,176 ±0,015
Энергия	0,214 ±0,014	0,204 ±0,012	0,197 ±0,015	0,144 ±0,011	0,190 ±0,012	0,117 ±0,011	0,144 ±0,014	0,167 ±0,012	0,116 ±0,016	0,167 ±0,012	0,172 ±0,014
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,213 ±0,015	0,205 ±0,014	0,197 ±0,015	0,145 ±0,013	0,192 ±0,014	0,116 ±0,012	0,145 ±0,013	0,165 ±0,014	0,116 ±0,014	0,167 ±0,015	0,172 ±0,011
Альбит	0,217 ±0,011	0,209 ±0,014	0,203 ±0,011	0,147 ±0,016	0,201 ±0,016	0,120 ±0,011	0,143 ±0,014	0,172 ±0,010	0,117 ±0,011	0,162 ±0,014	0,183 ±0,010
Цецеце	0,219 ±0,013	0,212 ±0,012	0,207 ±0,014	0,150 ±0,012	0,201 ±0,011	0,123 ±0,012	0,145 ±0,014	0,168 ±0,010	0,118 ±0,011	0,167 ±0,013	0,184 ±0,012
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,215 ±0,011	0,206 ±0,015	0,200 ±0,014	0,145 ±0,015	0,195 ±0,010	0,119 ±0,014	0,148 ±0,011	0,174 ±0,012	0,118 ±0,012	0,173 ±0,016	0,176 ±0,011
Альбит	0,219 ±0,010	0,210 ±0,016	0,206 ±0,016	0,148 ±0,011	0,200 ±0,011	0,121 ±0,011	0,144 ±0,016	0,169 ±0,011	0,120 ±0,011	0,164 ±0,014	0,190 ±0,016
Цецеце	0,222 ±0,014	0,215 ±0,018	0,210 ±0,015	0,151 ±0,010	0,204 ±0,012	0,123 ±0,014	0,146 ±0,011	0,165 ±0,014	0,121 ±0,014	0,169 ±0,015	0,185± 0,012
Энергия	0,219 ±0,012	0,210 ±0,016	0,205 ±0,016	0,147 ±0,010	0,199 ±0,013	0,120 ±0,015	0,149 ±0,011	0,165 ±0,014	0,119 ±0,013	0,174 ±0,016	0,183± 0,014

Продолжение приложения 30

Среднее за 2011 – 2015 гг.											
Неудобренный фон											
Контроль (без РР)	0,204	0,201	0,179	0,125	0,175	0,109	0,128	0,146	0,116	0,152	0,165
Альбит	0,209	0,205	0,185	0,126	0,179	0,111	0,130	0,146	0,119	0,156	0,170
Цецеце	0,211	0,208	0,188	0,128	0,181	0,112	0,132	0,145	0,120	0,158	0,173
Энергия	0,208	0,204	0,182	0,126	0,177	0,110	0,131	0,144	0,120	0,158	0,168
Фон NPK											
Контроль (без РР)	0,206	0,204	0,182	0,127	0,177	0,111	0,132	0,146	0,119	0,159	0,171
Альбит	0,210	0,208	0,187	0,130	0,181	0,113	0,132	0,148	0,120	0,159	0,178
Цецеце	0,212	0,210	0,190	0,131	0,182	0,114	0,133	0,146	0,121	0,162	0,179
Энергия	0,209	0,207	0,185	0,129	0,180	0,113	0,134	0,147	0,120	0,162	0,177
Фон NPKS											
Контроль (без РР)	0,209	0,207	0,185	0,129	0,179	0,113	0,134	0,150	0,121	0,163	0,173
Альбит	0,212	0,210	0,189	0,131	0,179	0,115	0,134	0,148	0,122	0,162	0,181
Цецеце	0,215	0,213	0,193	0,133	0,184	0,117	0,136	0,147	0,123	0,164	0,180
Энергия	0,211	0,209	0,188	0,131	0,182	0,113	0,135	0,146	0,122	0,165	0,177

Влияние регуляторов роста на динамику молибдена в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы											
	Веходы		Кущение		выход в трубку		Колошение			Молочная спелость		Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно	
2005-2006 гг.												
Контроль	0,42	1,30	0,48	0,55	0,48	0,28	0,32	0,27	0,52	0,39	0,46	
Гиббереллин	0,57	1,40	0,51	0,64	0,57	0,40	0,43	0,33	0,57	0,40	0,47	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,48	1,50	0,56	0,68	0,48	0,31	0,35	0,46	0,54	0,40	0,48	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,53	1,80	0,50	0,57	0,55	0,36	0,42	0,40	0,55	0,42	0,47	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,62	1,60	0,46	0,56	0,48	0,31	0,38	0,29	0,60	0,47	0,48	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,60	1,10	0,49	0,54	0,50	0,30	0,36	0,38	0,62	0,40	0,49	
2006-2007 гг.												
Контроль	0,46	1,80	0,38	0,31	0,48	0,32	0,47	1,00	1,20	1,10	1,50	
Гиббереллин	0,56	2,10	0,47	0,42	0,56	0,41	0,61	1,30	1,50	1,20	1,60	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,72	2,60	0,40	0,50	0,69	0,40	0,52	1,40	1,40	1,40	1,65	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,58	2,40	0,32	0,48	0,64	0,47	0,55	1,00	1,40	2,00	1,68	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,67	2,80	0,46	0,34	0,49	0,44	0,50	1,10	1,30	2,10	1,59	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,54	2,40	0,40	0,37	0,52	0,35	0,50	1,10	1,50	1,60	1,63	
2007-2008 гг.												
Контроль	0,18	0,27	0,18	0,2	0,17	0,15	0,19	0,21	0,29	0,18	0,98	
Гиббереллин	0,26	0,3	0,2	0,18	0,18	0,16	0,2	0,24	0,32	0,21	1,01	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,37	0,22	0,22	0,19	0,2	0,17	0,22	0,29	0,34	0,23	1,23	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,42	0,34	0,24	0,21	0,22	0,2	0,24	0,31	0,36	0,24	1,03	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,26	0,27	0,2	0,17	0,2	0,18	0,22	0,26	0,31	0,2	1,24	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,3	0,26	0,19	0,15	0,19	0,17	0,21	0,32	0,37	0,26	1,34	
В среднем за 2005-2008 гг.												
Контроль	0,35	1,12	0,35	0,35	0,38	0,25	0,33	0,49	0,67	0,56	0,98	
Гиббереллин	0,46	1,27	0,39	0,41	0,44	0,32	0,41	0,62	0,80	0,60	1,03	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,52	1,44	0,39	0,46	0,46	0,29	0,36	0,72	0,76	0,68	1,12	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,51	1,51	0,35	0,42	0,47	0,34	0,40	0,57	0,77	0,89	1,06	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,52	1,56	0,37	0,36	0,39	0,31	0,37	0,55	0,74	0,92	1,10	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,48	1,25	0,36	0,35	0,40	0,27	0,36	0,60	0,83	0,75	1,15	

Влияние регуляторов роста на динамику йода в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы												
	Всходы		Кущение		Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно		
2005-2006 гг.													
Контроль	0,120	0,081	0,076	0,068	0,063	0,045	0,076	0,057	0,037	0,044	0,061		
Гиббереллин	0,160	0,087	0,093	0,083	0,090	0,047	0,091	0,066	0,058	0,053	0,085		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,140	0,091	0,087	0,073	0,083	0,062	0,097	0,078	0,046	0,062	0,072		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,190	0,094	0,091	0,077	0,075	0,072	0,083	0,062	0,041	0,048	0,068		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,200	0,112	0,085	0,071	0,103	0,063	0,093	0,087	0,055	0,048	0,063		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,170	0,120	0,096	0,080	0,108	0,058	0,098	0,077	0,049	0,049	0,068		
2006-2007 гг.													
Контроль	0,082	0,081	0,110	0,100	0,062	0,044	0,077	0,130	0,110	0,051	0,085		
Гиббереллин	0,089	0,094	0,140	0,120	0,077	0,042	0,079	0,170	0,140	0,072	0,087		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,091	0,105	0,120	0,140	0,087	0,067	0,092	0,180	0,160	0,085	0,096		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,084	0,110	0,130	0,110	0,081	0,052	0,086	0,140	0,120	0,077	0,091		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,111	0,095	0,160	0,110	0,085	0,077	0,086	0,138	0,170	0,064	0,086		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,088	0,120	0,120	0,110	0,068	0,081	0,091	0,190	0,140	0,057	0,092		
2007-2008 гг.													
Контроль	0,066	0,068	0,062	0,053	0,051	0,057	0,052	0,049	0,049	0,051	0,085		
Гиббереллин	0,075	0,072	0,069	0,061	0,057	0,061	0,059	0,055	0,052	0,060	0,087		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,097	0,088	0,081	0,072	0,053	0,059	0,063	0,063	0,062	0,065	0,096		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,108	0,077	0,072	0,068	0,063	0,068	0,067	0,060	0,060	0,063	0,091		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,127	0,086	0,083	0,077	0,062	0,062	0,055	0,052	0,051	0,054	0,086		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,140	0,070	0,068	0,061	0,052	0,058	0,056	0,059	0,057	0,060	0,092		
В среднем за 2005-2008 гг.													
Контроль	0,089	0,077	0,083	0,074	0,059	0,049	0,068	0,079	0,065	0,049	0,077		
Гиббереллин	0,108	0,084	0,101	0,088	0,075	0,050	0,076	0,097	0,083	0,062	0,086		
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	0,109	0,095	0,096	0,095	0,074	0,063	0,084	0,107	0,089	0,071	0,088		
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	0,127	0,094	0,098	0,085	0,073	0,064	0,079	0,087	0,074	0,063	0,083		
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	0,146	0,098	0,109	0,086	0,083	0,067	0,078	0,092	0,092	0,055	0,078		
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	0,133	0,103	0,095	0,084	0,076	0,066	0,082	0,109	0,082	0,055	0,084		

Влияние регуляторов роста на динамику кобальта в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы												
	Всходы		Кущение		выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
2005-2006 гг.													
Контроль	0,100	0,076	0,082	0,071	0,090	0,057	0,070	0,080	0,110	0,060	0,044		
Гиббереллин	0,120	0,081	0,091	0,087	0,110	0,065	0,090	0,095	0,120	0,080	0,053		
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,087	0,082	0,075	0,083	0,120	0,070	0,100	0,090	0,130	0,090	0,060		
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,094	0,083	0,088	0,083	0,130	0,091	0,110	0,110	0,140	0,060	0,058		
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,130	0,095	0,085	0,079	0,140	0,090	0,120	0,100	0,130	0,070	0,052		
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,140	0,110	0,094	0,085	0,135	0,087	0,115	0,120	0,100	0,070	0,058		
2006-2007 гг.													
Контроль	0,078	0,075	0,081	0,068	0,110	0,056	0,077	0,200	0,200	0,060	0,150		
Гиббереллин	0,084	0,087	0,097	0,072	0,120	0,075	0,080	0,260	0,250	0,080	0,160		
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,083	0,091	0,091	0,084	0,140	0,100	0,120	0,230	0,220	0,100	0,170		
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,079	0,090	0,087	0,091	0,120	0,042	0,096	0,240	0,270	0,090	0,170		
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,083	0,087	0,095	0,075	0,150	0,087	0,100	0,210	0,290	0,080	0,180		
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,091	0,097	0,086	0,079	0,140	0,110	0,140	0,200	0,220	0,070	0,160		
2007-2008 гг.													
Контроль	0,100	0,077	0,067	0,069	0,059	0,062	0,060	0,054	0,063	0,059	0,142		
Гиббереллин	0,130	0,067	0,072	0,076	0,062	0,068	0,065	0,060	0,064	0,061	0,147		
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,150	0,088	0,080	0,086	0,061	0,068	0,072	0,068	0,072	0,070	0,143		
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	0,170	0,091	0,082	0,088	0,070	0,077	0,073	0,065	0,070	0,068	0,148		
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	0,100	0,082	0,070	0,076	0,062	0,064	0,061	0,057	0,066	0,059	0,151		

Продолжение приложения 33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,130	0,097	0,070	0,077	0,060	0,065	0,062	0,062	0,068	0,065	0,145
В среднем за 2005-2008 гг.											
Контроль	0,093	0,076	0,077	0,069	0,086	0,058	0,069	0,111	0,124	0,060	0,112
Гиббереллин	0,111	0,078	0,087	0,078	0,097	0,069	0,078	0,138	0,145	0,074	0,120
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,107	0,087	0,082	0,084	0,107	0,079	0,097	0,129	0,141	0,087	0,124
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,114	0,088	0,086	0,087	0,107	0,070	0,093	0,138	0,160	0,073	0,125
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,104	0,088	0,083	0,077	0,117	0,080	0,094	0,122	0,162	0,070	0,128
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,120	0,101	0,083	0,080	0,112	0,087	0,106	0,127	0,129	0,068	0,121

Влияние регуляторов роста на динамику марганца в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы											
	Всходы		Кущение		Всходы		Колошение			Всходы		Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	лист	лист	лист	колос	лист	
2005-2006 гг.												
Контроль	100,0	118,0	86,0	76,0	125,0	97,2	72,0	40,0	53,0	29,0	31,6	
Гиббереллин	126,0	137,0	105,0	93,0	162,0	125,0	92,0	48,0	56,0	38,0	36,0	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	118,0	120,0	110,0	98,0	151,0	117,0	90,0	54,0	58,0	40,0	39,8	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	136,0	128,0	98,0	85,0	160,0	98,0	86,0	42,0	60,0	30,0	41,4	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	140,0	133,0	96,0	87,0	142,0	99,0	85,0	41,0	64,0	37,0	43,7	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	110,0	123,0	98,0	90,0	163,0	99,3	76,0	41,0	64,0	42,0	32,2	
2006-2007 гг.												
Контроль	147,1	91,6	142,0	137,0	126,0	69,3	71,0	44,3	37,3	70,0	36,1	
Гиббереллин	160,8	105,5	150,0	146,0	150,0	72,8	85,0	47,8	42,0	90,0	37,2	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	152,7	100,0	160,0	140,0	141,0	75,4	94,0	57,1	50,6	87,0	38,6	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	174,0	94,8	177,0	152,0	132,0	75,1	87,5	48,1	37,8	81,0	38,1	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	177,0	92,7	154,0	144,0	131,0	69,8	91,6	50,6	38,3	82,0	36,4	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	167,36	86,40	160,00	156,00	141,0	81,4	85,7	53,80	42,9	85,0	36,7	
2007-2008 гг.												
Контроль	79,0	67,0	58,0	49,0	64,0	68,0	57,0	63,0	72,0	59,0	36,1	
Гиббереллин	100,0	82,0	64,0	52,0	67,0	71,0	61,0	68,0	77,0	62,0	37,2	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	94,0	72,0	60,0	56,0	65,0	75,0	59,0	72,0	82,0	67,0	37,6	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	85,0	74,0	69,0	60,0	82,0	86,0	78,0	65,0	75,0	60,0	38,1	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	105,0	92,0	70,0	51,0	86,0	92,0	81,0	64,0	70,0	60,0	36,4	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	109,0	90,0	81,0	70,0	75,0	77,0	70,0	73,0	87,0	69,0	37,7	
В среднем за 2005-2008 гг.												
Контроль	108,70	92,20	95,33	87,33	105,00	78,17	66,67	49,10	54,10	52,67	34,60	
Гиббереллин	128,93	108,17	106,33	97,00	126,33	89,60	79,33	54,60	58,33	63,33	36,80	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	121,57	97,33	110,00	98,00	119,00	89,13	81,00	61,03	63,53	64,67	38,67	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	131,67	98,93	114,67	99,00	124,67	86,37	83,83	51,70	57,60	57,00	39,20	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	140,67	105,90	106,67	94,00	119,67	86,93	85,87	51,87	57,43	59,67	38,83	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	128,79	99,80	113,00	105,33	126,33	85,90	77,23	55,93	64,63	65,33	35,53	

Влияние регуляторов роста на динамику меди в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы											
	Всходы		Кущение		выход в трубку		Колошение			Молочная спелость		Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно	
2005-2006 гг.												
Контроль	14,00	11,60	9,40	8,60	10,30	8,80	7,60	6,00	7,00	4,00	3,60	
Гиббереллин	15,70	14,10	9,50	8,70	11,30	9,30	8,40	6,10	7,20	4,60	3,80	
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	18,60	15,30	11,30	10,10	12,60	9,90	8,70	6,40	7,90	4,10	4,20	
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	14,30	12,80	9,80	9,00	13,40	9,40	8,00	6,70	7,80	4,00	3,70	
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	15,00	12,80	10,00	9,40	16,10	9,80	8,80	6,00	7,00	5,10	3,90	
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	14,50	12,10	10,30	9,10	11,30	9,30	8,50	6,00	8,10	4,80	4,00	
2006-2007 гг.												
Контроль	11,03	8,70	9,00	12,80	10,70	7,20	7,00	1,60	1,10	8,30	2,90	
Гиббереллин	12,43	8,90	10,70	14,20	10,90	8,60	7,50	2,30	1,60	9,10	3,80	
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	12,93	11,00	9,10	13,80	11,20	7,50	8,00	1,80	1,70	9,60	3,20	
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	13,17	12,00	11,00	12,90	10,90	8,80	7,40	2,10	1,40	10,30	4,60	
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	13,07	8,80	9,20	15,00	11,90	7,90	8,50	2,50	1,80	9,50	4,80	
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	12,54	9,60	10,70	14,20	12,40	7,70	9,00	2,30	1,70	8,50	4,30	
2007-2008 гг.												
Контроль	12,70	10,70	9,10	7,90	7,90	9,70	9,00	7,40	7,00	7,20	2,90	
Гиббереллин	13,40	11,60	10,10	9,00	9,20	11,00	9,80	7,80	7,20	7,60	3,80	
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	12,90	10,80	9,50	8,60	8,50	9,80	9,20	8,50	7,70	8,10	3,20	
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	14,60	11,00	9,90	8,30	8,30	9,80	9,10	8,00	7,00	7,70	4,60	
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	15,40	10,80	9,30	8,00	8,10	9,80	9,80	8,00	8,10	8,60	4,80	
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	12,70	11,50	9,20	9,70	7,90	9,90	9,50	8,50	7,60	8,20	4,30	
В среднем за 2005-2008 гг.												
Контроль	12,58	10,33	9,17	9,77	9,63	8,57	7,87	5,00	5,03	6,50	3,13	
Гиббереллин	13,84	11,53	10,10	10,63	10,47	9,63	8,57	5,40	5,33	7,10	3,80	
Мелафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	14,81	12,37	9,97	10,83	10,77	9,07	8,63	5,57	5,77	7,27	3,53	
Мелафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	14,02	11,93	10,23	10,07	10,87	9,33	8,17	5,60	5,40	7,33	4,30	
Пирафен $1 \cdot 10^{-7} \%$	14,49	10,80	9,50	10,80	12,03	9,17	9,03	5,50	5,63	7,73	4,50	
Пирафен $1 \cdot 10^{-8} \%$	13,25	11,07	10,07	11,00	10,53	8,97	9,00	5,60	5,80	7,17	4,20	

Влияние регуляторов роста на динамику цинка в органах озимой пшеницы сорта Волжская К, мг/кг

Вариант	Фенологические фазы											
	Всходы		Кущение		выход в трубку		Колошение		Молочная спелость			Полная спелость
	лист	лист	лист	стебель	лист	стебель	колос	лист	стебель	колос	зерно	
2005-2006 гг.												
Контроль	23,00	30,40	24,00	30,80	25,10	22,80	18,50	7,30	17,00	12,40	23,80	
Гиббереллин	28,70	30,50	31,60	36,00	25,40	22,90	20,80	7,50	22,60	18,70	24,50	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	31,40	33,10	25,80	32,20	27,50	23,20	20,00	8,60	21,40	14,20	26,10	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	25,50	31,80	28,60	33,60	25,80	23,50	19,10	11,70	18,20	15,60	27,80	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	26,70	32,50	29,00	31,80	28,10	24,60	18,60	9,40	19,40	14,20	28,50	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	24,80	30,70	28,00	31,00	27,70	24,70	19,50	9,10	18,00	14,60	23,90	
2006-2007 гг.												
Контроль	13,75	24,60	21,60	27,80	20,10	54,10	18,50	16,50	20,10	25,00	27,40	
Гиббереллин	13,90	31,60	24,80	29,40	22,80	64,80	22,70	18,10	21,40	31,60	28,80	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	15,60	30,20	24,80	31,60	27,30	57,00	23,10	16,90	22,80	28,60	28,20	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	14,90	25,60	22,30	28,10	25,50	54,50	19,80	17,90	23,40	29,70	28,50	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	16,15	24,70	22,30	34,00	21,80	57,00	18,60	17,80	20,30	31,50	27,80	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	15,63	25,80	22,80	30,50	22,40	55,20	21,00	19,10	26,50	26,70	28,20	
2007-2008 гг.												
Контроль	28,10	23,40	18,10	17,20	17,40	21,70	17,80	19,00	17,20	20,10	27,40	
Гиббереллин	31,40	24,10	18,70	17,30	20,70	24,00	22,60	19,10	19,60	20,90	28,80	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	30,80	26,20	19,40	18,10	19,10	21,90	20,70	19,30	18,70	22,70	28,00	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	32,00	24,90	18,80	17,50	18,60	21,90	19,60	19,60	17,40	21,30	28,50	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	35,00	23,70	20,20	19,00	17,80	22,50	18,50	19,00	18,00	20,80	27,80	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	36,00	24,70	19,70	18,30	18,20	22,40	21,30	19,30	17,70	24,00	28,20	
В среднем за 2005-2008 гг.												
Контроль	21,62	26,13	21,23	25,27	20,87	32,87	18,27	14,27	18,10	19,17	26,20	
Гиббереллин	24,67	28,73	25,03	27,57	22,97	37,23	22,03	14,90	21,20	23,73	27,37	
Мелафен 1•10 ⁻⁷ %	25,93	29,83	23,33	27,30	24,63	34,03	21,27	14,93	20,97	21,83	27,43	
Мелафен 1•10 ⁻⁸ %	24,13	27,43	23,23	26,40	23,30	33,30	19,50	16,40	19,67	22,20	28,27	
Пирафен 1•10 ⁻⁷ %	25,95	26,97	23,83	28,27	22,57	34,70	18,57	15,40	19,23	22,17	28,03	
Пирафен 1•10 ⁻⁸ %	25,48	27,07	23,50	26,60	22,77	34,10	20,60	15,83	20,73	21,77	26,77	

Влияние регуляторов роста на динамику накопления меди в органах яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
2010 г.										
Контроль	20,24	16,73	13,83	16,45	11,75	3,11	9,38	7,06	4,16	5,44
Крезацин	21,11	18,36	16,12	17,80	12,69	4,25	10,65	7,83	4,70	6,03
Энергия	22,65	19,76	14,78	17,77	11,97	3,39	11,57	9,32	4,45	6,06
Альбит	21,66	16,86	14,18	16,78	11,91	3,60	9,51	7,53	4,69	5,95
Гуми	20,77	17,95	15,44	18,70	12,79	4,11	10,08	8,48	4,21	5,52
Циркон	21,14	18,63	16,75	18,54	13,55	3,13	10,39	8,51	4,75	6,16
Экстрасол	21,97	17,85	15,51	17,61	12,62	4,42	9,96	7,57	4,51	6,02
2011 г.										
Контроль	35,53	30,93	22,52	25,34	19,62	6,55	17,85	13,48	8,53	8,77
Крезацин	37,49	32,14	24,56	26,77	22,11	7,59	21,07	14,99	9,45	10,65
Энергия	38,00	34,07	25,17	27,35	23,04	8,08	22,44	14,02	9,15	9,28
Альбит	35,95	31,11	22,75	25,53	20,06	6,96	17,96	13,74	9,13	9,41
Гуми	35,92	32,18	23,37	26,46	21,55	7,19	20,38	14,12	8,97	8,95
Циркон	36,41	32,09	23,93	27,37	20,17	7,21	21,23	13,98	8,72	9,01
Экстрасол	37,16	32,94	22,36	25,79	22,11	7,37	20,51	15,57	9,90	10,44
2012 г.										
Контроль	24,52	21,47	18,41	17,75	14,32	9,58	14,56	9,83	8,46	7,17
Крезацин	26,18	22,75	19,28	18,41	15,10	11,06	15,82	10,57	8,95	7,60
Энергия	26,55	23,77	21,15	20,62	17,39	11,84	16,41	12,45	9,40	8,11
Альбит	25,74	22,00	17,02	19,51	15,04	10,48	14,79	10,25	8,76	7,55
Гуми	26,13	24,10	18,59	18,61	15,53	10,13	14,92	10,98	8,52	7,26
Циркон	25,05	23,14	19,16	19,18	14,99	10,21	17,14	12,33	10,05	9,12
Экстрасол	25,95	22,15	20,20	19,52	16,30	11,73	14,81	10,12	9,70	8,35
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	26,76	23,04	18,25	19,85	15,23	6,41	13,93	10,12	7,05	7,13
Крезацин	28,26	24,41	19,99	20,99	16,63	7,63	15,84	11,13	7,70	8,09
Энергия	29,06	25,87	20,37	21,91	17,47	7,77	16,81	11,93	7,67	7,82
Альбит	27,78	23,32	17,98	20,60	15,67	7,01	14,09	10,51	7,53	7,64
Гуми	27,61	24,74	19,13	21,26	16,62	7,14	15,13	11,19	7,23	7,25
Циркон	27,53	24,62	19,95	21,70	16,24	6,85	16,25	11,61	7,84	8,10
Экстрасол	28,36	24,32	19,35	20,97	17,01	7,84	15,10	11,09	8,04	8,27

Приложение 38

Влияние регуляторов роста на динамику накопления кобальта в органах яровой пшеницы сорта Землячка,

мг/кг

Вариант	Кущение	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010 г.										
Контроль	0,089	0,072	0,087	0,103	0,100	0,11	0,13	0,10	0,18	0,20
Крезацин	0,094	0,077	0,099	0,123	0,104	0,20	0,24	0,11	0,20	0,29
Энергия	0,106	0,083	0,109	0,118	0,112	0,22	0,26	0,12	0,23	0,32
Альбит	0,095	0,081	0,094	0,105	0,115	0,18	0,18	0,11	0,25	0,24
Гуми	0,091	0,075	0,095	0,107	0,106	0,13	0,15	0,11	0,24	0,25
Циркон	0,095	0,072	0,093	0,111	0,107	0,17	0,16	0,11	0,26	0,28
Экстрасол	0,093	0,074	0,097	0,106	0,115	0,15	0,17	0,11	0,19	0,23
2011 г.										
Контроль	0,103	0,096	0,110	0,132	0,119	0,22	0,19	0,122	0,28	0,31
Крезацин	0,111	0,107	0,123	0,143	0,126	0,32	0,23	0,128	0,33	0,40
Энергия	0,119	0,120	0,128	0,148	0,131	0,26	0,28	0,134	0,32	0,39
Альбит	0,105	0,105	0,117	0,134	0,120	0,24	0,26	0,125	0,31	0,35
Гуми	0,106	0,101	0,121	0,137	0,121	0,20	0,23	0,123	0,34	0,38
Циркон	0,110	0,102	0,112	0,135	0,124	0,27	0,25	0,130	0,32	0,33
Экстрасол	0,107	0,111	0,119	0,140	0,125	0,25	0,24	0,127	0,32	0,34
2012 г.										
Контроль	0,097	0,082	0,103	0,102	0,101	0,16	0,163	0,106	0,23	0,25
Крезацин	0,110	0,090	0,110	0,116	0,114	0,25	0,220	0,116	0,26	0,32
Энергия	0,112	0,098	0,113	0,117	0,120	0,22	0,270	0,122	0,28	0,34
Альбит	0,104	0,085	0,106	0,110	0,107	0,23	0,197	0,111	0,25	0,28

Продолжение приложения 38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гуми	0,105	0,091	0,109	0,113	0,111	0,24	0,193	0,110	0,33	0,29
Циркон	0,103	0,088	0,107	0,105	0,108	0,20	0,197	0,117	0,35	0,30
Экстрасол	0,102	0,096	0,108	0,109	0,106	0,21	0,220	0,112	0,34	0,31
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	0,096	0,083	0,100	0,112	0,107	0,16	0,16	0,111	0,23	0,25
Крезацин	0,105	0,091	0,111	0,127	0,115	0,26	0,23	0,119	0,27	0,34
Энергия	0,113	0,100	0,117	0,128	0,121	0,23	0,27	0,124	0,28	0,35
Альбит	0,102	0,090	0,105	0,116	0,114	0,22	0,21	0,114	0,27	0,29
Гуми	0,101	0,089	0,108	0,119	0,113	0,19	0,19	0,115	0,30	0,31
Циркон	0,103	0,087	0,104	0,117	0,113	0,21	0,20	0,118	0,31	0,30
Экстрасол	0,101	0,094	0,108	0,118	0,116	0,21	0,21	0,117	0,28	0,29

Влияние регуляторов роста на динамику накопления цинка в органах яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг

Вариант	Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость			Зерно
	Кушение листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010 г.										
Контроль	35,72	30,54	25,79	26,98	19,83	11,86	21,12	12,48	18,44	18,84
Крезацин	36,73	31,73	28,10	29,49	21,31	12,78	23,58	15,54	18,95	19,76
Энергия	37,96	33,12	28,68	28,49	22,78	13,68	23,97	13,46	19,31	21,27
Альбит	36,60	30,93	25,83	27,45	20,68	12,86	21,35	14,47	19,72	19,87
Гуми	35,81	32,14	27,15	30,08	21,65	12,08	23,17	15,18	22,05	22,08
Циркон	36,07	31,44	28,37	28,91	20,81	12,75	22,44	12,82	21,88	21,96
Экстрасол	35,98	30,88	26,00	27,07	22,76	13,72	22,88	13,24	20,07	20,28
2011 г.										
Контроль	46,81	40,79	33,12	36,56	30,12	23,12	32,33	25,29	28,22	28,92
Крезацин	48,60	41,76	35,01	39,11	32,44	25,51	34,56	27,18	28,36	30,79
Энергия	49,08	42,21	35,45	39,03	33,25	24,48	33,09	27,44	29,23	31,28
Альбит	47,29	40,99	34,24	36,67	31,54	23,24	32,46	25,40	29,12	30,27
Гуми	48,51	41,50	35,48	38,05	32,29	24,17	33,27	26,18	28,96	29,76
Циркон	46,82	42,42	34,35	37,11	31,56	25,34	33,36	27,19	30,51	31,80
Экстрасол	47,13	41,81	36,96	38,90	32,96	26,05	34,17	25,75	29,11	29,68
2012 г.										
Контроль	43,42	37,78	30,55	32,16	26,35	19,57	30,17	19,56	24,01	24,10
Крезацин	45,48	41,07	32,15	33,46	28,38	18,52	31,48	21,07	23,00	25,77
Энергия	44,04	40,60	33,14	34,04	29,54	17,08	29,65	18,99	23,14	26,88
Альбит	44,05	39,73	31,83	32,63	28,14	20,35	31,94	20,61	24,99	25,08

Продолжение приложения 39

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гуми	43,93	39,24	31,07	33,45	27,09	20,09	30,88	21,80	24,03	25,14
Циркон	45,06	37,81	31,55	32,33	30,01	21,47	31,09	22,61	25,51	26,69
Экстрасол	46,15	41,52	32,06	34,19	27,17	22,59	32,06	21,57	23,42	24,87
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	41,98	36,37	29,82	31,90	25,43	18,18	27,87	19,11	23,56	23,95
Крезацин	43,60	38,19	31,75	34,02	27,38	18,94	29,87	21,26	23,44	25,44
Энергия	43,69	38,64	32,42	33,85	28,53	18,41	28,90	19,96	23,89	26,48
Альбит	42,65	37,21	30,63	32,25	26,79	18,82	28,58	20,16	24,61	25,07
Гуми	42,75	37,63	31,23	33,86	27,01	18,78	29,11	21,06	25,01	25,66
Циркон	42,65	37,23	31,42	32,78	27,46	19,85	28,96	20,87	25,97	26,81
Экстрасол	43,09	38,07	31,68	33,39	27,63	20,78	29,70	20,18	24,20	24,94

Приложение 40

Влияние регуляторов роста на динамику накопления марганца в органах яровой пшеницы сорта Землячка,

мг/кг

Вариант	Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно	
	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010 г.										
Контроль	38,75	35,43	26,72	22,66	9,53	1,62	14,51	7,77	3,19	3,26
Крезацин	41,88	35,65	28,41	26,10	11,51	1,69	15,76	9,12	2,51	3,58
Энергия	39,81	36,77	28,99	25,03	11,81	1,81	17,61	10,61	2,78	3,87
Альбит	39,06	35,87	27,63	22,82	10,40	1,72	14,76	8,16	3,41	3,46
Гуми	40,83	37,51	27,93	24,14	9,92	1,67	14,99	9,75	3,32	3,55
Циркон	43,57	37,93	27,05	25,34	12,78	1,71	15,45	9,70	3,51	4,04
Экстрасол	41,00	38,72	28,16	23,52	11,07	1,79	15,07	10,52	3,30	3,66
2011 г.										
Контроль	50,05	46,37	34,00	37,48	29,11	2,12	24,30	17,06	4,54	5,76
Крезацин	52,60	48,19	36,48	39,01	31,45	3,01	25,58	19,46	4,91	6,31
Энергия	53,39	49,26	35,99	39,53	30,77	3,26	26,52	18,16	5,00	6,78
Альбит	51,09	46,54	34,12	37,56	31,06	2,73	24,44	17,55	6,18	6,50
Гуми	50,67	47,47	36,06	38,38	29,33	3,00	26,27	19,13	5,83	6,35
Циркон	51,08	47,59	36,11	38,24	31,89	2,55	25,07	18,51	5,94	6,46
Экстрасол	52,58	48,79	36,72	39,05	32,05	2,44	27,32	19,98	6,38	6,42
2012 г.										
Контроль	44,57	40,54	31,98	31,48	16,67	4,75	20,94	12,13	7,64	9,25
Крезацин	46,81	43,52	33,71	34,20	18,09	5,27	23,04	13,57	9,04	10,21
Энергия	46,50	42,57	35,80	33,50	18,90	5,08	23,76	13,98	9,12	11,67
Альбит	45,56	42,02	32,13	32,19	17,33	5,19	21,40	12,53	8,10	9,57

Продолжение приложения 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гуми	45,01	41,79	33,61	32,15	18,05	5,15	21,93	12,75	8,86	9,62
Циркон	44,68	40,98	34,53	31,75	17,13	5,04	22,63	13,01	9,01	11,61
Экстрасол	44,94	41,50	35,03	33,01	17,51	5,01	22,31	12,58	8,21	10,01
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	44,46	40,78	30,90	30,54	18,43	2,83	19,92	12,32	5,12	6,09
Крезацин	47,10	42,45	32,87	33,10	20,35	3,32	21,46	14,05	5,49	6,70
Энергия	46,57	42,87	33,59	32,69	20,49	3,38	22,63	14,25	5,63	7,44
Альбит	45,24	41,48	31,29	30,86	19,60	3,21	20,20	12,75	5,90	6,51
Гуми	45,50	42,26	32,54	31,56	19,10	3,27	21,06	13,88	6,00	6,51
Циркон	46,44	42,16	32,57	31,78	20,60	3,10	21,05	13,74	6,15	7,37
Экстрасол	46,17	43,00	33,30	31,86	20,21	3,08	21,57	14,36	5,96	6,70

Влияние регуляторов роста на динамику накопления железа в органах яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг

Вариант	Кущение		Выход в трубку		Колошение			Молочная спелость			Зерно
	листья	листья	стебель	листья	стебель	колос	листья	стебель	колос		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2010 г.											
Контроль	148,49	144,75	130,30	139,09	105,23	14,90	128,75	60,27	19,50	20,38	
Крезацин	150,53	147,54	132,49	141,90	107,06	16,82	131,41	61,71	20,54	25,87	
Энергия	151,15	147,92	131,95	142,12	108,61	16,05	129,80	62,07	21,78	26,28	
Альбит	149,49	146,49	131,01	139,14	105,63	15,07	128,99	60,92	23,56	24,71	
Гуми	148,56	145,08	130,62	140,41	106,19	16,18	131,52	60,94	22,13	25,24	
Циркон	150,10	145,96	131,79	141,08	105,97	15,40	132,45	61,08	23,00	25,30	
Экстрасол	148,95	147,69	131,87	141,06	107,84	16,91	130,07	62,97	20,12	22,93	
2011 г.											
Контроль	171,00	156,31	148,07	146,11	134,03	18,35	140,06	83,27	29,49	30,67	
Крезацин	172,77	159,25	152,25	149,10	137,23	20,33	141,47	85,50	32,09	35,27	
Энергия	173,54	158,27	152,98	149,75	136,96	21,09	142,36	84,03	32,94	36,40	
Альбит	171,26	157,41	150,55	148,13	134,32	18,50	140,36	83,58	30,46	31,02	
Гуми	171,63	156,43	151,15	146,18	135,31	20,34	141,63	85,32	31,54	32,63	
Циркон	171,90	158,53	148,54	147,37	136,02	20,96	142,33	86,15	32,52	33,05	
Экстрасол	172,76	156,64	149,47	148,06	135,64	19,44	141,14	84,99	31,46	32,19	
2012 г.											
Контроль	164,69	151,78	138,93	144,99	90,72	15,44	137,48	78,68	21,34	24,28	
Крезацин	167,03	153,56	142,17	147,08	93,55	17,08	139,07	81,60	23,50	29,60	
Энергия	167,91	153,94	141,41	147,60	94,37	17,81	140,51	82,48	24,41	33,61	
Альбит	166,12	152,46	139,11	145,06	91,46	16,40	137,60	80,23	22,50	26,71	

Продолжение приложения 41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гуми	166,45	151,79	140,17	146,07	92,35	15,60	138,01	79,93	22,89	27,27
Циркон	165,44	152,19	141,69	145,26	91,55	15,72	138,72	78,98	23,14	28,15
Экстрасол	165,92	153,36	142,12	145,72	92,01	15,97	138,17	80,39	21,54	25,15
Среднее (2010-2012 гг.)										
Контроль	161,39	150,95	139,10	143,39	109,99	16,23	135,43	74,07	23,44	25,11
Крезацин	163,44	153,45	142,30	146,03	112,62	18,07	137,32	76,27	25,38	30,24
Энергия	164,20	153,38	142,11	146,49	113,32	18,32	137,56	76,19	26,38	32,10
Альбит	162,29	152,12	140,22	144,11	110,47	16,66	135,65	74,91	25,51	27,48
Гуми	162,21	151,10	140,65	144,22	111,28	17,38	137,05	75,40	25,52	28,38
Циркон	162,48	152,23	140,67	144,57	111,18	17,36	137,83	75,40	26,22	28,83
Экстрасол	162,54	152,56	141,15	144,95	111,83	17,44	136,46	76,12	24,37	26,76

Потребление макроэлементов растениями озимой пшеницы сорта Волжская К, кг/га

Фенологическая фаза	Кущение			Выход в трубку			Колошение			Молочная спелость		
2006 г.												
вариант	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	2,28	0,31	2,13	8,77	1,18	7,62	23,81	1,87	20,46	35,87	4,17	6,70
Гиббереллин	2,94	0,39	2,74	11,27	1,47	9,90	30,03	2,86	23,36	50,20	5,66	9,31
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,21	0,47	3,10	13,61	1,94	11,94	34,77	3,08	30,00	50,21	5,43	10,65
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,95	0,42	2,98	12,56	1,53	11,95	35,06	3,09	29,96	42,56	5,42	11,04
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,92	0,42	3,20	13,69	1,74	11,06	33,28	2,32	25,28	45,79	5,11	9,83
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,13	0,43	2,73	12,95	1,89	11,22	34,68	3,39	27,12	48,15	5,57	8,36
2007 г.												
Контроль	2,57	0,24	2,28	9,99	1,14	9,64	19,28	2,07	17,91	33,79	4,47	11,16
Гиббереллин	3,29	0,31	2,82	12,51	1,28	11,05	23,48	2,38	20,38	42,71	5,29	14,06
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,83	0,38	3,22	15,55	1,67	13,39	29,16	3,22	26,35	52,60	6,74	17,39
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,80	0,40	3,18	14,04	1,53	13,12	26,60	2,55	23,51	52,20	6,42	16,26
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,91	0,42	3,39	13,90	1,47	12,64	26,83	3,10	23,22	54,05	6,09	15,33
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,57	0,37	3,03	14,64	1,58	13,21	24,38	2,87	20,47	51,53	5,77	14,13
2008 г.												
Контроль	2,37	0,55	2,14	9,61	2,29	9,15	17,81	5,61	19,28	41,38	12,95	12,80
Гиббереллин	2,93	0,69	2,83	11,32	2,93	10,63	20,62	6,67	21,69	52,02	16,79	13,14
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,15	0,80	3,03	14,10	3,08	13,34	26,35	8,97	26,35	57,38	20,87	16,30
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,93	0,81	2,99	11,95	3,37	11,49	22,84	7,12	26,60	54,20	20,28	16,06
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,28	0,89	3,15	12,90	2,90	12,06	23,86	8,00	25,79	55,22	18,08	13,76
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,92	0,72	2,76	12,24	3,06	11,27	24,77	6,52	24,25	53,52	19,10	13,53

Содержание макроэлементов в зерне и соломе озимой пшеницы сорта Волжская К, кг/га

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P	K	N	P	K
2006 г.						
Контроль	2,19	0,38	0,46	0,16	0,16	1,48
Гиббереллин	2,5	0,46	0,52	0,18	0,18	1,57
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,6	0,49	0,6	0,13	0,13	1,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,36	0,42	0,55	0,17	0,17	1,66
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,48	0,51	0,51	0,2	0,2	1,72
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,42	0,4	0,53	0,14	0,14	1,78
2007 г.						
Контроль	1,96	0,36	0,31	1,21	0,17	0,8
Гиббереллин	2,08	0,38	0,22	1,23	0,18	1,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,14	0,32	0,21	1,18	0,16	1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,18	0,27	0,2	1,13	0,15	0,97
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,2	0,29	0,25	1,2	0,17	0,99
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,06	0,33	0,27	1	0,13	0,85
2008 г.						
Контроль	2,05	0,34	0,36	1,16	0,44	1,56
Гиббереллин	2,29	0,39	0,39	1,25	0,46	1,46
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,56	0,48	0,38	1,2	0,41	1,77
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,33	0,42	0,4	1,1	0,37	1,53
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	2,14	0,35	0,29	1,13	0,44	1,48
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	2,26	0,38	0,42	1,08	0,39	1,49

Влияние регуляторов роста на вынос макроэлементов урожаем озимой пшеницы сорта Волжская К

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P	K	N	P	K
2006 г.						
Контроль	40,18	7,45	9,02	4,70	4,70	43,51
Гиббереллин	51,75	10,40	11,75	6,10	6,10	53,22
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	61,44	11,76	14,40	4,68	4,68	57,60
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	48,70	8,78	11,50	5,33	5,33	52,04
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	49,22	11,73	11,73	6,90	6,90	59,34
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	51,53	9,12	12,08	4,79	4,79	60,88
2007 г.						
Контроль	63,51	10,44	8,99	52,64	7,40	34,80
Гиббереллин	81,75	12,43	7,19	60,33	8,83	53,96
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	86,58	10,66	6,99	58,94	7,99	49,95
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	76,70	8,78	6,50	55,09	7,31	47,29
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	84,32	9,86	8,50	61,20	8,67	50,49
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	79,86	10,89	8,91	49,50	6,44	42,08
2008 г.						
Контроль	69,58	12,07	12,78	61,77	23,43	83,07
Гиббереллин	76,34	14,31	14,31	68,81	25,32	80,37
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	81,32	18,24	14,44	68,40	23,37	100,89
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	82,19	15,83	15,08	62,21	20,92	86,52
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	80,74	12,85	10,64	62,21	24,22	81,47
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	77,87	14,36	15,88	61,24	22,11	84,48

Влияние регуляторов роста на элементы структуры урожайности яровой пшеницы сорта Землячка

Вариант	Высота расте- ний, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 семян, г
1	2	3	4	5	6
2010 г.					
Контроль	54,1	6,55	15,5	0,44	28,1
Крезацин	56,1	7,05	16,6	0,48	28,7
Энергия	55,6	7,13	16,7	0,49	29,6
Альбит	54,7	6,79	16,4	0,46	28,2
Гуми	55,2	7,07	16,3	0,49	30,2
Циркон	60,6	7,67	17,0	0,52	30,5
Экстрасол	54,6	6,81	16,3	0,46	28,4
2011 г.					
Контроль	97,1	10,93	33,8	1,27	37,7
Крезацин	98,3	12,13	34,3	1,34	39,0
Энергия	97,7	12,60	35,3	1,38	38,9
Альбит	97,5	11,15	34,6	1,33	38,6
Гуми	97,6	10,97	35,0	1,32	37,8
Циркон	97,4	11,26	34,1	1,32	38,8
Экстрасол	97,7	11,56	34,8	1,34	38,5
2012 г.					
Контроль	67,4	7,83	22,4	0,71	31,9
Крезацин	71,2	8,81	25,2	0,84	33,1
Энергия	73,6	9,09	24,8	0,85	34,1
Альбит	69,0	7,98	23,1	0,75	32,5

Продолжение приложения 45

1	2	3	4	5	6
Гуми	69,5	8,11	23,8	0,78	32,6
Циркон	67,9	8,34	24,5	0,82	33,3
Экстрасол	69,4	8,21	25,1	0,83	33,2
2013 г.					
Контроль	74,4	10,17	27,7	1,01	36,4
Крезацин	82,2	11,72	30,5	1,15	37,8
Энергия	83,3	12,18	31,5	1,22	38,7
Альбит	78,8	11,60	30,1	1,12	37,1
Гуми	77,2	10,41	28,8	1,09	37,7
Циркон	76,9	11,62	29,1	1,07	36,8
Экстрасол	77,9	10,51	28,5	1,07	37,5
Среднее за 2010-2013 гг.					
Контроль	73,3	8,87	24,9	0,86	33,5
Крезацин	77,0	9,93	26,7	0,95	34,6
Энергия	77,5	10,25	27,1	0,98	35,3
Альбит	75,0	9,38	26,1	0,92	34,1
Гуми	74,9	9,14	26,0	0,92	34,6
Циркон	75,7	9,72	26,2	0,93	34,8
Экстрасол	74,9	9,27	26,2	0,93	34,4

Влияние регуляторов роста на содержание незаменимых аминокислот в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К, %

Вариант	Валин	Лейцин	Изолейцин	Треонин	Метионин	Фенилаланин	Триптофан	Лизин	сумма аминокислот	ИНАК
2006 г.										
Контроль	0,5	0,7	0,37	0,3	0,11	0,5	0,11	0,29	2,88	0,09
Гиббереллин	0,55	0,98	0,5	0,32	0,15	0,58	0,13	0,31	3,52	0,10
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,57	0,96	0,45	0,34	0,12	0,6	0,14	0,34	3,52	0,11
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,57	0,85	0,42	0,35	0,14	0,58	0,15	0,35	3,41	0,10
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,52	0,75	0,39	0,35	0,12	0,52	0,13	0,3	3,08	0,09
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,51	0,91	0,38	0,34	0,16	0,57	0,15	0,3	3,32	0,10
2007 г.										
Контроль	0,49	0,74	0,38	0,36	0,19	0,54	0,18	0,32	3,2	0,10
Гиббереллин	0,52	0,77	0,39	0,37	0,2	0,57	0,19	0,34	3,35	0,11
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,56	0,82	0,43	0,4	0,22	0,61	0,21	0,36	3,61	0,12
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,57	0,83	0,43	0,4	0,22	0,62	0,21	0,37	3,65	0,12
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,58	0,83	0,44	0,41	0,22	0,63	0,21	0,37	3,69	0,12
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,55	0,81	0,42	0,39	0,21	0,6	0,2	0,35	3,53	0,11
2008 г.										
Контроль	0,41	0,79	0,31	0,27	0,11	0,47	0,10	0,23	2,69	0,07
Гиббереллин	0,43	0,81	0,33	0,29	0,13	0,49	0,12	0,25	2,85	0,07
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,44	0,83	0,34	0,3	0,135	0,51	0,13	0,26	2,94	0,08
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,45	0,84	0,34	0,3	0,14	0,52	0,13	0,26	2,98	0,08
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,46	0,85	0,35	0,31	0,14	0,52	0,13	0,27	3,03	0,08
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,43	0,82	0,33	0,29	0,13	0,50	0,12	0,25	2,87	0,08

Аминокислотный скор зерна озимой пшеницы сорта Волжская К в зависимости от применяемых регуляторов роста, %

Вариант	Валин	Лейцин	Изолейцин	Треонин	Метионин + цистин	Фенилаланин + тирозин	Триптофан	Лизин	Σ АК
2006 г.									
Контроль	10,0	10,0	9,3	7,5	4,9	8,3	11,0	5,3	66,3
Гиббереллин	11,0	14,0	12,5	8,0	7,4	9,7	13,0	5,6	81,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	11,4	13,7	11,3	8,5	6,9	10,0	14,0	6,2	82,0
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	11,4	12,1	10,5	8,8	6,3	9,7	15,0	6,4	80,2
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	10,4	10,7	9,8	8,8	5,4	8,7	13,0	5,5	72,3
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	10,2	13,0	9,5	8,5	7,1	9,5	15,0	5,5	78,3
2007 г.									
Контроль	9,8	10,6	9,5	9,0	9,1	15,2	18,0	5,8	87,0
Гиббереллин	10,4	11,0	9,8	9,3	9,7	15,8	19,0	6,2	91,2
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	11,2	11,7	10,8	10,0	10,9	17,0	21,0	6,5	99,1
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	11,4	11,9	10,8	10,0	10,9	17,2	21,0	6,7	99,9
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	11,6	11,9	11,0	10,3	10,9	17,5	21,0	6,7	100,9
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	11,0	11,6	10,5	9,8	10,3	16,7	20,0	6,4	96,3
2008 г.									
Контроль	8,2	11,3	7,8	6,8	5,1	7,9	10,0	4,2	61,3
Гиббереллин	8,6	11,6	8,3	7,3	5,9	8,3	12,0	4,5	66,5
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	8,8	11,9	8,5	7,5	6,1	8,6	12,5	4,7	68,6
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	9,0	12,0	8,5	7,5	6,2	8,8	13,0	4,7	69,7
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	9,2	12,1	8,8	7,8	6,3	8,8	13,0	4,9	70,9
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	8,6	11,7	8,3	7,3	5,9	8,4	12,0	4,5	66,7

Влияние регуляторов роста на качество зерна озимой пшеницы сорта Волжская К

Вариант	Массовая доля клейковины, %			ИДК, у.е.			Белок, %			Натурная масса, г/л		
	2006г.	2007г.	2008г.	2006г.	2007г.	2008г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006г.	2007г.	2008г.
Контроль	21,4	21,2	24,6	88,0	90,0	84,0	11,69	12,38	11,17	785	798	770
Гиббереллин	23,8	24,7	27,7	85,0	82,0	88,0	13,05	13,52	11,86	791	804	795
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	24,3	25,8	26,8	82,0	75,0	89,0	14,59	14,09	12,20	802	810	786
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	23,4	24,8	27,1	81,0	80,0	86,0	13,68	13,83	12,43	801	802	790
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}$ %	23,8	23,5	26,5	77,5	85,0	87,0	12,22	13,86	12,54	789	808	770
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}$ %	23,7	23,4	25,9	81,5	85,0	80,0	12,88	13,11	11,74	795	802	780
НСР _{0,5}	0,05	0,03	0,48	1,07	2,13	3,4	0,09	0,06	0,05	6,01	5,07	4,15

Влияние регуляторов роста на количество и качество клейковины в зерне яровой пшеницы сорта Землячка

Вариант	Клейковина, %				ИДК, у.е.			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Контроль	21,13±0,25	23,53±0,29	23,51±0,20	21,57±0,23	81,67±1,5	80,60±2,1	81,83±1,1	80,33±1,6
Крезацин	23,54±0,33	27,48±0,31	26,60±0,21	25,23±0,39	78,00±2,0	76,00±2,0	76,30±1,7	76,50±1,9
Энергия	23,32±0,30	28,49±0,27	27,75±0,22	24,10±0,41	74,00±2,0	71,30±1,8	72,63±1,4	72,85±1,8
Альбит	22,47±0,28	25,61±0,30	24,45±0,22	25,23±0,24	79,50±1,8	77,00±2,0	78,33±2,2	75,95±1,6
Гуми	23,51±0,29	26,44±0,31	23,90±0,19	24,99±0,32	76,57±1,7	74,63±2,1	77,27±1,4	74,34±1,2
Циркон	24,60±0,28	25,55±0,33	25,15±0,26	22,75±0,40	76,20±2,3	72,63±1,6	75,43±1,4	74,55±1,3
Экстрасол	23,60±0,31	26,48±0,28	24,17±0,21	25,80±0,43	77,43±1,4	73,67±1,5	76,50±0,9	74,79±1,2

Влияние регуляторов роста на содержание крахмала в зерне яровой пшеницы сорта Землячка, %

Вариант	Год исследований				Среднее за 2010 - 2013 гг.
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	
Контроль	52,70±1,1	54,90±1,2	53,03±1,0	51,20±1,0	52,96
Крезацин	56,37±1,1	58,90±1,3	58,53±1,1	56,90±0,9	57,68
Энергия	55,77±1,0	60,37±1,1	58,73±1,6	57,30±1,1	58,04
Альбит	53,53±1,2	55,73±1,5	55,07±1,0	55,53±1,0	54,97
Гуми	54,70±1,2	56,77±1,1	57,20±0,9	54,57±1,2	55,81
Циркон	55,87±1,1	55,37±1,2	56,27±1,1	56,70±0,9	56,05
Экстрасол	54,77±1,0	57,67±1,1	55,33±1,5	55,57±1,0	55,83

Показатели качества зерна озимой пшеницы сорта Бирюза в зависимости от применения минеральных
удобрений и регуляторов роста (среднее за 2011-2015 гг.)

Вариант	Белок, %				Клейковина, %				ИДК, ед			
	2011 г.	2014г.	2015г.	Ср.	2011г.	2014г.	2015г.	Ср.	2011г.	2014г.	2015г.	Ср.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Неудобренный фон												
Контроль (без РР)	14,130± 0,031	12,770±0,041	13,790± 0,036	13,560	33,200± 0,040	28,600± 0,038	33,800± 0,036	32,000	46,000	50,000	45,000	47,000
Альбит	14,820 +0,036	13,450 +0,032	14,880± 0,037	14,380	33,900± 0,036	29,400± 0,043	35,900± 0,040	33,100	64,000	66,000	65,000	65,000
Цецце	15,280± 0,025	13,970 ±0,032	15,330± 0,026	14,860	34,900± 0,043	30,400± 0,039	36,100± 0,046	33,800	65,000	67,000	70,000	67,000
Энергия	14,360± 0,034	13,220± 0,035	14,590± 0,038	14,060	33,800± 0,039	29,000± 0,042	34,300± 0,037	32,400	64,000	66,000	63,000	64,000
Фон NPK												
Контроль (без РР)	15,480± 0,031	13,340± 0,040	14,650± 0,040	14,480	36,400± 0,041	31,100± 0,045	35,700± 0,048	34,400	64,000	67,000	61,000	64,000
Альбит	16,420± 0,029	14,140± 0,032	16,530± 0,034	15,680	38,500± 0,045	34,200± 0,043	39,100 ±0,044	37,300	69,000	61,000	63,000	64,000
Цецце	16,530± 0,024	14,420 ±0,036	16,760± 0,028	15,900	38,800± 0,044	35,800± 0,041	39,400± 0,046	38,000	72,000	74,000	69,000	72,000
Энергия	16,300± 0,028	13,790± 0,034	16,250± 0,036	15,450	38,300± 0,041	32,300± 0,040	38,200± 0,0042	36,300	61,000	66,000	62,000	63,000
Фон NPKS												
Контроль (без РР)	15,850± 0,030	13,620± 0,034	15,280± 0,041	14,930	36,300± 0,046	33,600± 0,041	36,100± 0,044	35,300	72,000	72,000	72,000	72,000
Альбит	16,420+ 0,035	14,190 +0,038	16,870+ 0,039	16,070	39,100+ 0,038	35,100+ 0,046	43,000+ 0,039	39,100	74,000	76,000	75,000	75,000
Цецце	16,700+ 0,032	14,590 +0,035	17,730+ 0,038	16,130	39,200+ 0,041	37,600+ 0,045	43,300+ 0,041	40,000	60,000	68,000	70,000	66,000
Энергия	16,190+ 0,028	14,020+ 0,033	16,530+ 0,034	15,560	37,300+ 0,039	34,200+ 0,043	37,800+ 0,040	36,400	69,000	63,000	72,000	68,000

Приложение 52

Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы сорта Волжская К при использовании регуляторов роста, мг/кг

Вариант	Cu			Zn			Pb			Cd		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Контроль	3,60	2,90	2,90	23,80	27,40	27,40	0,36	0,16	0,10	0,094	0,085	0,075
Гиббереллин	3,80	3,80	3,80	24,50	28,80	28,80	0,10	0,12	0,14	0,072	0,053	0,081
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	4,20	3,20	3,20	26,10	28,20	28,00	0,18	0,12	0,08	0,069	0,026	0,034
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	3,70	4,60	4,60	27,80	28,50	28,50	0,26	0,10	0,10	0,078	0,015	0,027
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	3,90	4,80	4,80	28,50	27,80	27,80	0,31	0,09	0,12	0,065	0,002	0,014
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	4,00	4,30	4,30	23,90	28,20	27,40	0,16	0,14	0,10	0,052	0,063	0,014
Вариант	Ni			Cr			Hg					
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008			
Контроль	0,270	0,380	0,310	0,34	0,19	0,14	0,0013	0,0015	0,0000			
Гиббереллин	0,130	0,100	0,150	0,13	0,05	0,04	0,0008	0,0006	0,0000			
Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,120	0,120	0,190	0,15	0,04	0,05	0,0007	0,0008	0,0000			
Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,140	0,091	0,086	0,09	0,03	0,03	0,0004	0,0005	0,0000			
Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	0,100	0,095	0,082	0,09	0,03	0,02	0,0005	0,0007	0,0000			
Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	0,150	0,260	0,220	0,23	0,13	0,10	0,0008	0,0012	0,0000			

Влияние регуляторов роста на коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов растениями озимой пшеницы сорта Волжская К

Вариант		Контроль	Гиббереллин	Мелафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Мелафен $1 \cdot 10^{-8}\%$	Пирафен $1 \cdot 10^{-7}\%$	Пирафен $1 \cdot 10^{-8}\%$
Год исследований	Тяжелые металлы						
2006	Cu	0,15	0,19	0,21	0,21	0,18	0,20
2007		0,17	0,18	0,16	0,20	0,19	0,22
2008		0,14	0,19	0,16	0,23	0,24	0,21
2006	Zn	0,43	0,48	0,56	0,55	0,47	0,51
2007		0,39	0,45	0,47	0,46	0,48	0,44
2008		0,54	0,49	0,52	0,56	0,48	0,44
2006	Pb	0,022	0,006	0,011	0,016	0,019	0,010
2007		0,010	0,007	0,007	0,006	0,005	0,009
2008		0,006	0,009	0,005	0,006	0,007	0,006
2006	Cd	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03
2007		0,06	0,04	0,02	0,01	0,00	0,04
2008		0,05	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01
2006	Ni	0,006	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004
2007		0,009	0,002	0,003	0,002	0,002	0,006
2008		0,007	0,004	0,005	0,002	0,002	0,005
2006	Cr	0,007	0,003	0,003	0,002	0,002	0,005
2007		0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003
2008		0,003	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002

Влияние регуляторов роста на содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка, мг/кг

Вариант	ртуть	никель	свинец	кадмий	медь	цинк
2010 г.						
Контроль	0,0005	0,25	0,25	0,064	6,78	26,73
Крезацин	0,0002	0,20	0,21	0,057	6,21	26,03
Энергия	0,0001	0,19	0,20	0,058	6,04	26,05
Альбит	0,0003	0,22	0,24	0,061	6,25	26,20
Гуми	0,0004	0,21	0,22	0,063	6,22	26,21
Циркон	0,0000	0,23	0,23	0,060	6,40	26,24
Экстрасол	0,0002	0,24	0,21	0,062	6,19	26,36
2011 г.						
Контроль	0,0007	0,28	0,33	0,074	8,76	27,92
Крезацин	0,0002	0,25	0,27	0,069	8,15	27,26
Энергия	0,0001	0,22	0,26	0,067	8,14	27,28
Альбит	0,0006	0,27	0,31	0,072	8,59	27,63
Гуми	0,0004	0,24	0,32	0,073	8,66	27,65
Циркон	0,0005	0,26	0,29	0,071	8,64	27,64
Экстрасол	0,0003	0,21	0,28	0,068	8,68	27,67
2012 г.						
Контроль	0,0009	0,32	0,29	0,068	7,44	29,93
Крезацин	0,0004	0,27	0,26	0,063	7,05	29,12
Энергия	0,0003	0,25	0,23	0,062	7,04	29,16
Альбит	0,0004	0,23	0,21	0,067	7,24	29,35

Продолжение приложение 54

1	2	3	4	5	6	7
Гуми	0,0006	0,29	0,28	0,068	7,26	29,25
Циркон	0,0005	0,30	0,24	0,066	7,34	29,20
Экстрасол	0,0004	0,24	0,25	0,065	7,31	29,37
Среднее за 2010-2012 гг.						
Контроль	0,0007	0,28	0,29	0,069	7,66	28,19
Крезацин	0,0003	0,24	0,24	0,063	7,14	27,47
Энергия	0,0002	0,22	0,23	0,062	7,07	27,49
Альбит	0,0004	0,24	0,25	0,067	7,36	27,73
Гуми	0,0005	0,25	0,27	0,068	7,38	27,70
Циркон	0,0003	0,26	0,26	0,066	7,46	27,69
Экстрасол	0,0003	0,23	0,25	0,065	7,40	27,80
пдк	0,03	0,50	0,50	0,10	10,0	50,0

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Исайчев Виталий Александрович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Андреев Николай Николаевич
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Провалова Елена Викторовна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Половинкин Василий Геннадьевич
соискатель

Формирование продуктивности зерновых культур при применении
минеральных удобрений и регуляторов роста
в условиях Среднего Поволжья: монография/ В.А. Исайчев,
Н.Н. Андреев, Е.В. Провалова, В.Г. Половинкин. – Ульяновск:
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – 258 с.

Подписано в печать
Формат 60x90/16. Бумага офсетная № 1
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 16,13
Тираж 500 экз. Заказ №

Адрес издателя: 432072, г. Ульяновск, 1-й Инженерный проезд, 17