

Существенное влияние на массу зерна с 1 колоса препарат Альто Турбо, КЭ оказал при применении на посевах яровой пшеницы сорта Дарья только основного удобрения (0,43 г – изучаемый препарат, 0,24 г – контроль, при НСР₀₅ = 0,12 г). Использование двукратной обработки этим препаратом сохраняло до 47,7% урожая. Двукратная обработка эталоном в аналогичных регламентах применения способствовала сохранению 14,4-31,3% урожая.

Выводы. Эффективность препарата Альто Турбо, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости и бурой ржавчины была высокой, независимо от нормы применения (82,8-100%), обеспечивая сохранение 6,3-10,4% урожая. При двукратном использовании этого препарата в максимальной норме применения (0,5 л/га) эффективность его составляла 87,8-100% против бурой ржавчины и септориоза, что позволило сохранить до 47,7% урожая. Таким образом препарат Альто Турбо, КЭ при двукратном применении в нормах 0,4-0,5 л/га обеспечивал надёжную защиту против бурой ржавчины и пятнистостей, что позволяет рекомендовать этот фунгицид для использования. Препарат Альто Турбо, КЭ включён в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для применения на территории Российской Федерации для двукратного применения в нормах 0,3-0,5 л/га.

Литература

1. Андреева Е.И., Зинченко В.А. Системные фунгициды – ингибиторы биосинтеза эргостерина. Тебуконазол, ципроконазол, диниконазол,

пенконазол, дифеноконазол, фенаримол, трифорин, прохлораз, имазалил, фенпропиморф, фенпропидин // АгроХП. – 2002. – №4. – С.14-15.
2. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И. Эффективность и экологическая безопасность современных фунгицидов для защиты зерновых культур // Агрохимия. – 2013. – № 12. – С. 28-33.
3. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В. Фунгициды для защиты вегетирующих зерновых колосовых культур // Защита и карантин растений. – 2022. – №2. – С.37-56.
4. Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрожжевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов // Агрохимия. – 2020. – № 9. – С. 32-47; DOI: 10.31857/S0002188120090070 (CA).
5. Долженко В.И., Долженко Т.В. Принципы создания экологически безопасных систем защиты растений // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. – С. 91-93.
6. Зубко Н.Г., Долженко Т.В. Альто Турбо, КЭ – двойной эффект в защите яровой пшеницы от комплекса листовых болезней // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики» (Санкт-Петербург – Пушкин, 25-27 мая 2022 года). – СПбГАУ, 2022. – С. 27-29.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под. ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург: ВИЗР, Минсельхоз России, 2009. – С. 10-77.
8. Михайликова В.В., Олехин В.Т., Стребова Н.С., Наумова Е.Н. Использование действующих веществ в составе химических средств защиты растений в Российской Федерации // Агрохимия. – 2013. – № 12. – С. 10-14.
9. Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами. Теория и практические рекомендации// Приложение к журналу "Защита и карантин растений". – 2016. – № 5. – С. 2-34.
10. Тютерев С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы. – Санкт-Петербург: ИПК "Нива", 2010. – С. 23-34.
11. The Pesticide Manual. – BCPC. – 2021. – 1400 pp.

THE EFFECTIVENESS OF TRIAZOLE FUNGICIDE FOR THE PROTECTION OF SPRING WHEAT DURING THE GROWING SEASON

N.G. Zubko, candidate of biological sciences, Junior Researcher, FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection, 196608, Russian Federation, St. Petersburg, Pushkin, shosse Podbelskogo, 3; sacura0@yandex.ru; 8-911-832-83-54
T.V. Dolzhenko, professor, docent, doctor of biological sciences, St. Petersburg, State Agrarian University, 196601, Russian Federation, St. Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2; Innovative Plant Protection Center, st. Pushkinskaya, 20, Pushkin, St. Petersburg, 196601

The article presents the results of the study of biological effectiveness of Alto Turbo, EC (250 g/l propiconazole + 160 g/l cyproconazole) against the main leaf diseases of spring wheat during the growing season. We were able to establish that Alto Turbo, EC, was highly effective against septoria-tan spot and leaf rust, regardless of the application rate (82,8-100%), ensuring the preservation of up to 10,4% of the crop. The effectiveness of this fungicide at the maximum rate of application (0,5 l/ha) and the multiplicity, the effectiveness, regardless of the variety and background of mineral nutrition, was 87,8-100% against leaf rust and septoria disease, which made it possible to save up to 47,7% of the crop.

Keywords: wheat, fungicides, triazoles, efficiency, spots, leaf rust.

УДК 631.811.98:633.11

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.25

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕТАРДАНТОВ НА ОСНОВЕ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДА И ТРИНЕКСАПАК-ЭТИЛА В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

И.П. Можарова, к.с.-х.н., М.Т. Мухина, к.б.н., М.А. Волкова, Т.Ю. Вознесенская, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова

127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А, e-mail: elgen@mail.ru, marina.volkova.2012@mail.ru

Представлены результаты серии полевых опытов, проводимых в условиях Нечерноземной зоны на дерново-подзолистой почве с целью оценки эффективности применения различных форм ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила в посевах яровой пшеницы сорта Рима. Установлено, что комбинированный препарат Эммер, содержащий хлормекватхлорид и тринексапак-этил, независимо от обеспеченности растений пшеницы влагой, эффективнее снижает высоту растений пшеницы по сравнению с однокомпонентными препаратами Моддус и Центрино, а также положительно влияет на формирование урожая. В зависимости от погодных условий морфорегулятор Эммер способствовал увеличению урожайности яровой пшеницы на 4,2-14,0% и не уступал по своей эффективности однокомпонентным регуляторам роста растений.

Ключевые слова: яровая пшеница, полегание, ретарданты, хлормекватхлорид, тринексапак-этил, высота растений, устойчивость к полеганию, урожайность.

Ежегодное увеличение численности мирового населения неизбежно приводит к необходимости наращивания объема сельскохозяйственного производства.

Основной культурой, обеспечивающей продовольственную безопасность большинства стран, является пшеница. Данная зерновая культура считается исключительным источником эластичного белка, что делает ее зерно основным сырьем для хлебобулочной и макаронной промышленности. По данным ФАО, площадь посевов пшеницы составляет порядка 30 % мировой пашни, занятой под зерновыми культурами [1]. В структуре посевных площадей России посевы пшеницы занимают более 36%, из которых 15% приходится на яровую пшеницу [2].

Одна из основных причин недобора урожая и снижения качества зерна яровой пшеницы – полегание посевов [3-6]. При полегании у растений пшеницы нарушаются процессы опыления и налива зерновок, снижается устойчивость растений к листовостебельным болезням, затрудняется уборка урожая, производительность сельскохозяйственной уборочной техники снижается в среднем на 30-60%, увеличиваются энергозатраты и сроки уборки урожая [4-7]. Потери урожая зерна пшеницы в зависимости от времени наступления полегания могут составлять от 10 до 50% и более [3, 5, 8, 9]. Как правило, наиболее высокие потери зерна отмечаются при полегании пшеницы в фазах колошения, молочной и восковой спелости [10].

Основными причинами полегания посевов пшеницы являются: слабая соломина как сортовой признак; повышенный уровень минерального питания, в особенности азотного, избыток которого приводит к мощному росту вегетативной массы растений, образованию плотного стеблестоя, формированию слабых междоузлий и корневой системы; обильные атмосферные осадки; сильные ветры [5,10,11].

На сегодняшний день, несмотря на широкий ассортимент сортов, устойчивых к полеганию, и складывающиеся погодные условия в течение периода вегетации, в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур предусматривают обязательные мероприятия по защите посевов от полегания [8, 12, 13].

Одним из эффективных приемов по предупреждению полегания, наряду с подбором короткостебельных сортов, сбалансированным минеральным питанием и дробным внесением азотных удобрений, является применение ретардантов [7]. Ретарданты – различные по химическому составу соединения, которые ингибируют синтез ростовых фитогормонов в растениях. Благодаря этому свойству данные вещества не только тормозят рост вегетативных органов растений и уменьшают склонность к полеганию, но и усиливают рост корневой системы, повышают устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим факторам окружающей среды [8, 14]. При этом на физиологические процессы, происходящие во время периода вегетации растений, они, как правило, не оказывают отрицательного воздействия [8].

В практике применения ретардантов на зерновых культурах хорошо зарекомендовали себя препараты на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила. Хлор-

мекватхлорид не только эффективно снижает риски полегания посевов зерновых культур за счет подавления роста стебля, но и способствует повышению урожайности благодаря положительному влиянию на формирование продуктивных стеблей и зерен в колосе. Тринексапак-этил способствует в основном сокращению длины междоузлий и утолщению стенок стебля, тем самым увеличивая устойчивость злаковых культур к полеганию и сохраняя их продукционный потенциал [8].

Оба вещества являются ингибиторами гиббереллиновых кислот, которые известны как фитогормоны, ускоряющие рост растений [8,15].

Хлормекватхлорид – вещество, относящиеся к классу четвертичных аммониевых соединений, блокирует синтез гиббереллинов на этапе синтеза энт-каурена из геранилгеранилдифосфата, ингибируя активность катализирующих реакцию ферментов – копалил-дифосфат-синтазы и энт-каурен-синтазы [15].

Тринексапак-этил – производное циклогесакрбоксилата. Он ингибирует ферменты группы 2-оксиглютарат-зависимых диоксигеназ на 3-м этапе биосинтеза гибберелинов. По своей структуре тринексапак-этил является аналогом 2-оксиглютарата – обязательного косубстрата для 2-оксиглютарат-зависимых диоксигеназ. Поэтому за счет своего структурного сходства он конкурирует с косубстратом за место связывания с ферментом, тем самым ингибируя активность диоксигеназ [15].

На 2023 г. в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» зарегистрировано 10 препаратов, действующим веществом которых является хлормекватхлорид (ЦеЦеЦе 750, Рэгги, Цегран, Крепень, Центрино и др.) и три препарата на основе тринексапак-этила (Моддус, Костандо, Сапресс) [16].

Ретарданты на основе хлормекватхлорида или тринексапак-этила изучены достаточно хорошо, однако данные об эффективности препаратов, состоящих из композиции двух этих веществ, отсутствуют.

Впервые в Российской Федерации компанией Агро Эксперт Групп был предложен препарат, в состав которого входят 375 г/л хлормекватхлорида и 50 г/л тринексапак-этила. Данный пестицид выпускается под торговым наименованием Эммер, ВК и рекомендуется производителем для применения в сельскохозяйственном производстве на пшенице яровой и озимой, ячмене яровом и озимом, озимой ржи. На данный момент продукт проходит процедуру Государственной регистрации.

Цель исследования – дать сравнительную оценку действию композиционного и однокомпонентных регуляторов роста растений на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила в посевах яровой пшеницы.

Методика. Исследования эффективности ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила проводили в 2021-2022 г. на территории опытной станции лаборатории сортовых технологий яровых зерновых культур и систем защиты растений ФИЦ «Немчиновка».

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке. По агрохимическим показателям она характеризовалась повышенным содержанием гумуса (2,8% – 3,8%), слабокислой реак-

цией почвенной среды (pH_{KCl} 5,7-5,8), высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора (162-195 мг/кг по Кирсанову), средним содержанием обменного калия (86-119 мг/кг по Кирсанову).

Исследования проводили на районированном сорте мягкой яровой пшеницы Рима. Данный сорт включен в Госреестр селекционных достижений в 2017 г. и допущен к использованию в условиях Центрального региона. Сорт Рима – среднеспелый, высота растений от 95 до 103 см. Норма высева 5,0 млн всхожих зерен на 1 га [17].

В качестве однокомпонентных форм регуляторов роста были выбраны препараты Моддус, КЭ (250 г/л тринексапак-этила) и Центрино, ВК (750 г/л хлормекватхлорида).

Исследования предусматривали однократное применение ретардантов на яровой пшенице в фазе конец кущения – начало выхода в трубку. Расход препаратов устанавливали исходя из максимальных норм, рекомендуемых производителями.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без обработки); 2. Моддус, КЭ (250 г/л тринексапак-этила), норма расхода препарата – 0,4 л/га; 3. Центрино, ВК (750 г/л хлормекватхлорида), норма расхода препарата – 1,5 л/га; 4. Эммер, ВК (375 г/л хлормекватхлорида + 50 г/л тринесапак-этила), норма расхода препарата – 1,5 л/га.

Полевые опыты проводили в четырёхкратной повторности. Площадь опытных делянок 100 м², учетная площадь делянок – 50 м². Делянки размещали в два яруса методом рандомизированных повторений. Предшественник – зернобобовые культуры. Перед посевом в почву общим фоном вносили азофоску ($\text{N}_{16}\text{P}_{16}\text{K}_{16}$) в дозе $\text{N}_{32}\text{P}_{32}\text{K}_{32}$ кг д.в./га. В начале фазы кущения проводили некорневую подкормку аммиачной селитрой в дозе N_{30} кг д.в./га. Система защиты растений от болезней и вредителей включала: предпосевную обработку зерна фунгицидом, химическую прополку в фазе кущения, обработку инсектицидом от вредителей и фунгицидную обработку

от листостеблевых заболеваний в течение периода вегетации.

Устойчивость яровой пшеницы к полеганию оценивалась по пятибалльной шкале: 5 баллов – полегание отсутствует; 4 балла – слабое полегание, стебли слегка наклонены; 3 балла – среднее полегание, угол наклона стеблей примерно 45°; 2 балла – сильное полегание, угол наклона стеблей более 45°; 1 балл – растения полностью полегли [18, 19].

Уборку урожая яровой пшеницы проводили в фазе полной спелости. Учет урожая осуществлялся сплошным методом с пересчетом массы зерна на стандартную влажность.

После уборки урожая в соответствии с принятыми методиками устанавливали показатели структуры урожая [19]. Полученные данные статистически обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа с помощью программы MS Excel 2021.

Метеорологические условия вегетационного периода 2021 г. характеризовались умеренной обеспеченностью влагой ($\text{ГТК} = 1,0$) и более высоким температурным режимом по сравнению со среднемноголетними данными. Средняя температура воздуха за период вегетации (со II декады мая по II декаду августа) была выше среднемноголетних значений на 3,5 °С. В целом метеоусловия 2021 г. были благоприятны для роста и развития растений (рис.).

Вегетационный период 2022 г. характеризовался недостаточным увлажнением ($\text{ГТК} = 0,8$). По сравнению со среднемноголетними значениями сумма осадков за вегетационный период 2022 г. была ниже на 45%, или на 114 мм. Особенно острый недостаток влаги отмечался в I и III декадах июня при прохождении пшеницей фаз кущения и входа в трубку. По температурному режиму вегетационный период 2022 г. был благоприятным. Средняя температура воздуха в течение периода вегетации составляла 18,4 °С, что превышало среднемноголетние показатели на 1,8 °С (рис.).

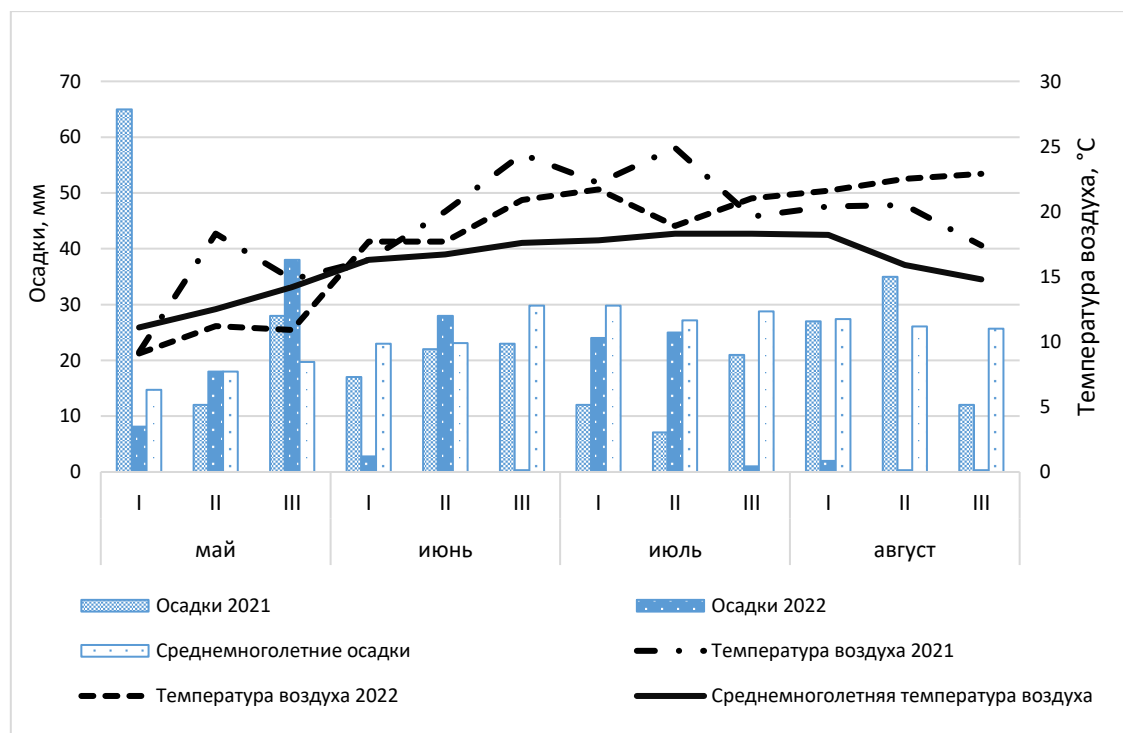


Рис. Метеорологические условия вегетационного периода 2021-2022 г. [20]

Результаты и их обсуждение. Для оценки действия ретардантов на посевы яровой пшеницы были проведены измерения высоты растений и учет полегания. По результатам проведенных исследований установлено, что длина соломины и устойчивость растений яровой пшеницы к полеганию зависели как от применяемых регуляторов роста растений, так и от складывающихся погодных условий в течение периода вегетации.

В полевом опыте 2021 г. при достаточной обеспеченности влагой растения пшеницы в контрольном варианте опыта достигали максимальной высоты (103,7 см), характерной для данного сорта. В этом же варианте в результате сильного ветра (11 м/с) в III декаде июля во время прохождения яровой пшеницей фазы молочной спелости отмечалось полегание посевов, оцениваемое в 3,0 балла [20]. В вариантах, где яровую пшеницу обрабатывали ретардантами в фазе конец кущения – начало выхода в трубку, полегания не наблюдалось. Все применяемые препараты способствовали существенному сокращению длины стебля яровой пшеницы по сравнению с контролем: Моддус, КЭ (250 г/л тринексапак-этила) – на 16,0 см, Центрино, ВК (750 г/л хлормекватхлорида) – на 21,8, Эммер, ВК (375 г/л хлормекватхлорида + 50 г/л тринексапак-этила) – на 26,9 см. Наиболее выраженный эффект отмечался в варианте с применением препарата Эммер (табл. 1).

1. Влияние ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила на высоту и устойчивость к полеганию растений яровой пшеницы сорта Рима

Вариант	Высота растений, см	Полегание, балл
<i>2021 г.</i>		
Контроль (без обработки)	103,7	3,0
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	87,7	5,0
Центрино, ВК – 1,5 л/га	81,9	5,0
Эммер, ВК – 1,5 л/га	76,8	5,0
НСР ₀₅	6,09	-
<i>2022 г.</i>		
Контроль (без обработки)	95,6	4,0
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	93,4	5,0
Центрино, ВК – 1,5 л/га	89,3	5,0
Эммер, ВК – 1,5 л/га	88,7	5,0
НСР ₀₅	5,17	-
<i>Среднее за 2021-2022 г.</i>		
Контроль (без обработки)	99,7	-
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	90,6	-
Центрино, ВК – 1,5 л/га	85,6	-
Эммер, ВК – 1,5 л/га	82,8	-

По действию на высоту растений пшеницы комбинированный регулятор роста растений Эммер достоверно превосходил однокомпонентный препарат на основе тринексапак-этила – Моддус.

В засушливых условиях 2022 г. высота растений пшеницы в контрольном варианте опыта составила 95,6 см. Применяемые регуляторы роста растений снижали длину стеблей пшеницы не так эффективно, как в 2021 г. При этом ретарданты Центрино и Эммер достоверно снижали высоту растений яровой пшеницы в сравнении с контролем. Эффективнее всего длину стебля сокращал регулятор роста растений Эммер – на 6,9 см. Центрино снижал высоту растений на 6,3 см, а препарат Моддус – всего на 2,2 см.

Как и в 2021 г. полегание посевов в вариантах, где применялись ретарданты, отсутствовало. Слабое полегание отмечалось только на необработанных ретардантом растениях после порывистого ветра со скоростью 13 м/с в начале III декады июля [20].

Плодородие №5•2023

Таким образом, комбинированный регулятор роста растений Эммер, содержащий хлормекватхлорид и тринексапак-этил, независимо от погодных условий, снижал высоту растений яровой пшеницы эффективнее монокомпонентных препаратов Моддус и Центрино. В среднем за два года опыта высота растений пшеницы, обрабатываемых ретардантом Эммер, была ниже на 17,0 % по сравнению с контролем, в то время как монокомпонентные препараты Моддус и Центрино снижали данный показатель на 9,1 и 14,1% соответственно (см. табл. 1).

Известно, что изменение морфометрических показателей растений тесно сопряжено с формированием показателей структуры урожая. Принимая во внимание данный факт, было проанализировано влияние изучаемых ретардантов на элементы структуры урожая пшеницы: количество продуктивных стеблей, масса зерна с колоса, количество зерен с колоса, масса 1000 зерен (табл. 2).

2. Влияние ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила на элементы структуры урожая яровой пшеницы

Вариант	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Масса зерна с 1 колоса, г	Число зерен в 1 колосе	Масса 1000 зерен, г
<i>2021 г.</i>				
Контроль (б/о)	407	1,03	33	31,2
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	412	1,08	33	32,7
Центрино, ВК – 1,5 л/га	428	1,12	34	32,9
Эммер, ВК – 1,5 л/га	417	1,14	34	33,5
НСР ₀₅	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	0,08	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	1,18
<i>2022 г.</i>				
Контроль (б/о)	382	0,95	29	32,6
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	391	0,96	30	32,0
Центрино, ВК – 1,5 л/га	401	0,89	28	31,7
Эммер, ВК – 1,5 л/га	395	0,95	29	32,0
НСР ₀₅	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	0,05	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$
<i>Среднее за 2021-2022 г.</i>				
Контроль (б/о)	395	0,99	31	31,9
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	402	1,02	32	32,4
Центрино, ВК – 1,5 л/га	415	1,01	31	32,3
Эммер, ВК – 1,5 л/га	406	1,05	32	32,8

По результатам исследований установлено, что в зависимости от погодных факторов изучаемые ретарданты оказывают неоднозначное влияние на формирование элементов структуры урожая пшеницы.

В условиях оптимального увлажнения в 2021 г. под воздействием ретардантов масса зерна с 1 колоса увеличилась на 4,8-10,7% по сравнению с контролем, а масса 1000 зерен – на 4,8-7,4%. При этом, регуляторы роста Центрино и Эммер способствовали существенному увеличению как массы зерна с 1 колоса, так и массы 1000 зерен. В этих же вариантах отмечалась тенденция к увеличению количества зерна с колоса. При применении препарата Моддус достоверно повышалась только масса 1000 зерен (см. табл. 2).

В условиях недостаточного увлажнения в 2022 г. существенных изменений показателей структуры урожая между контрольным вариантом и вариантами, где применяли регуляторы роста растений Моддус и Эммер, не установлено. При этом, в варианте с применением препарата Центрино отмечались существенное снижение массы зерна с 1 колоса (на 6,3%) и тенденция к уменьшению количества зерен с колоса.

Следует отметить, что независимо от условий выращивания все регуляторы роста способствовали некоторому увеличению количества продуктивных стеблей.

Наибольшее количество продуктивных стеблей, как в 2021 г, так и в 2022 г., установлено в вариантах с применением препаратов Центрино и Эммер. Так, по сравнению с контролем количество продуктивных стеблей в данных вариантах в среднем за два года было выше на 5,1 и 3,0 % соответственно (см. табл. 2).

Анализ урожайных данных показал, что существенные прибавки урожая яровой пшеницы возможны только при применении ретардантов в условиях достаточного увлажнения (табл. 3).

3. Влияние ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант	2021 г.	2022 г.	Среднее за 2 года
Контроль (б/о)	4,15	3,61	3,88
Моддус, КЭ – 0,4 л/га	4,41	3,70	4,06
Центрино, ВК – 1,5 л/га	4,78	3,51	4,15
Эммер, ВК – 1,5 л/га	4,73	3,76	4,25
НСР ₀₅	0,44	0,17	-

В 2021 г. применение ретардантов способствовало повышению урожайности яровой пшеницы на 6,3-15,2%. Достоверные прибавки урожая получены в вариантах, где растения обрабатывали ретардантами Центрино и Эммер. Так, регулятор роста растений Центрино обеспечил получение прибавки урожая зерна, равной 0,63 т/га (15,2%), препарат Эммер – 0,58 т/га (14,0%) (см. табл. 3).

В засушливый 2022 г. изучаемые формы ретардантов не оказали существенного влияния на урожайность яровой пшеницы. При этом препараты Моддус и Эммер обеспечили получение наибольших прибавок урожая зерна по сравнению с контрольным вариантом опыта. Так, в варианте с обработкой растений регулятором роста Моддус прибавка урожая зерна пшеницы составила 0,09 т/га (2,5 %), при урожае на контроле 3,61 т/га. Максимальная прибавка урожая получена в варианте с применением препарата Эммер – 0,15 т/га (4,2%). В варианте, где растения обрабатывали препаратом Центрино урожайность пшеницы была ниже на 2,8% по сравнению с вариантом без обработки.

В среднем за два года опыта при применении различных ретардантов на основе хлормекватхлорида и тринексапак-этила урожайность яровой пшеницы сорта Рима повышалась на 4,6-9,5%. Комбинированный препарат Эммер обеспечивал получение более высоких прибавок урожая по сравнению с контролем и другими изучаемыми регуляторами роста растений.

Заключение. В ходе исследований установлено, что, независимо от складывающихся погодных условий, двухкомпонентный ретардант Эммер (375 г/л хлормекватхлорида + 50 г/л тринексапак-этила) эффективнее снижает высоту растений яровой пшеницы по сравнению с монокомпонентными препаратами Моддус (250 г/л тринексапак-этила) и Центрино (750 г/л хлормекватхлорида). В среднем за два года исследований препарат Эммер способствовал сокращению высоты растений пшеницы на 17,0%, ретарданты Центрино и Моддус – на 14,1 и 9,1% соответственно. Полегание посевов пшеницы во всех вариантах, где применяли ретарданты, отсутствовало.

Наиболее результативное действие ретардантов на формирование урожая яровой пшеницы отмечалось только в условиях достаточного увлажнения. Так, в 2021 г. применение регулятора роста растений Моддус способствовало увеличению урожая яровой пшеницы на 0,26 т/га (6,3%), Центрино – на 0,63 (15,2%), Эммер – 0,58 т/га (14,0%). Урожайность пшеницы повышалась

главным образом за счет увеличения массы зерна с колоса и количества продуктивных стеблей. Комбинированный регулятор роста Эммер не уступал по своему действию ретарданту Центрино и несколько превосходил по эффективности препарат Моддус.

При недостаточном увлажнении в 2022 г. регуляторы роста растений не оказали существенного влияния на формирование урожая яровой пшеницы. При этом, в вариантах, где применяли препараты Моддус и Эммер отмечалась тенденция к увеличению урожая. Максимальная урожайность яровой пшеницы в 2022 г. установлена в варианте с обработкой растений ретардантом Эммер и составила 3,76 т/га, что на 4,2 % больше, чем в контрольном варианте, и на 7,1% выше, чем в варианте с применением препарата Центрино.

Литература

1. *Продукты животноводства и сельскохозяйственных культур*. [Электронный ресурс] // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Официальный сайт]. Режим доступа: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QCL> – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 15.07.2023).
2. *Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур* [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики [Официальный сайт]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2022.xlsx – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 18.07.2023).
3. Дуктов В.П., Дуктова Н.А. Эффективность применения ретардантов в посевах твердой яровой пшеницы / В.П. Дуктов, Н.А. Дуктова // Земледелие и защита растений. – 2019. – №3. – С.13-16.
4. Бобровский А.В. Влияние регуляторов роста на повышение устойчивости к полеганию посевов яровой пшеницы / А.В. Бобровский, Н.С. Козулина, А.В. Василенко, А.А. Крючков // Материалы международной научной конференции. Проблемы современной аграрной науки. – Красноярск, 2022. – С. 7-11.
5. Агеева Е.В. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления / Е.В. Агеева, И.Н. Леонова, И.Е. Лихенко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – №24(4). – С. 356-362.
6. Ашаева О.В., Балуев Ю.С. Влияние обработки посевов ячменя регулятором роста Хэвк на урожайность зерна / О.В. Ашаева, Ю.С. Балуев // Научный журнал КубГАУ. – 2020. – №161(07). – С. 1-9.
7. Morozov A. The effectiveness of retardants moddus and messidor in the cultivation of spring barley on different nutrient status / A. Morozov // BIO Web of Conferences. Problems and Prospects of Scientific and Innovative Support of the Agro-Industrial Complex of the Regions – 2021. – n.32(136). – p. 1-4.
8. Шаповал О.А. Ретарданты / О.А. Шаповал, В.В. Вакуленко, И.П. Можарова // Защита и карантин растений. – 2010. – №8. – С. 4-7.
9. Бугаев П.Д., Карпович Д.А. Продуктивность ярового ячменя при применении ретардантов различного механизма действия в условиях ЦРНЗ РФ / П.Д. Бугаев, Д.А. Карпович // Сб. статей международной научной конференции. Агробиотехнология, 2021. – С.361-366.
10. Дёмина И.Ф., Косенко С.В. Результаты оценки исходного материала яровой мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию / И.Ф. Дёмина, С.В. Косенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета – 2015. – №8 (130). – С.18-22.
11. Дуктов В.П., Дуктова Н.А. Влияние уровня питания и предшественников на устойчивость к полеганию яровой твердой пшеницы / В.П. Дуктов, Н.А. Дуктова // Агрохимический вестник. – 2015. – №4. – С.13-16.
12. Бруй И.Г. Эффективность применения регуляторов роста растений на основе тринексапак-этила на ячмене яровом / И.Г. Бруй // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – №58. – С. 137-145.
13. Богомазов С.В. Эффективность применения регуляторов роста ретардантного действия в технологии возделывания смесных посевов озимой пшеницы / С.В. Богомазов, А.Г. Кочмин, Н.Н. Тихонов, С.М. Кудин // Нива Поволжья. – 2017. – №1(42). – С. 15-20.
14. Рахимов Ж.Б. К вопросу о необходимости внедрения интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур / Ж.Б. Рахимов // Агрофорсайт. – 2018. – №5(17). – С. 3.
15. Espindula M.C. [et.al]. Use of growth retardants in wheat / M.C. Espindula, V.S. Rocha, J.A.S. Grossi, M.A. Souza, L.T. Souza, L.F. Favaro // Planta Daninha, Vicosa-MG – 2009. – vol.27. – n.2. – p. 379-387.

16. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть I. Пестициды. Официальное издание. – М.: Минсельхоз России, 2023. – 889 с.

17. Гладышева О.В., Барковская Т.А. Яровая мягкая пшеница Рима / О.В. Гладышева, Т.А. Барковская // Вестник Российской сельскохозяйственной науки – 2016. – №5. – С.42-43.

18. Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П. и др. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-

практи. издание. / В.Г. Сычев, О.А. Шаповал, И.П. Можарова, Т.М. Веревкина, М.Т. Мухина, А.А. Коршунов, А.С. Лазарева, Т.Ю. Грабовская, Е.Л. Вережкин. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 216 с.

19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые и кормовые культуры. Вып.2. – М., 1989. – 194 с.

20. Погода в мире. [Электронный ресурс]//Архив погоды в Немчиновке [Официальный сайт]. Режим доступа: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Немчиновке – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 01.07.2023).

THE EFFECTIVENESS OF RETARDANTS BASED ON CHLORMEQUAT CHLORIDE AND TRINEXAPAC-ETHYL IN SPRING WHEAT CROPS

I.P. Mozharova, Ph. D., M.T. Mukhina, Ph. D., M.A. Volkova, T.Y. Voznesenskaya

All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after

D.N. Pryanishnikov, Pryanishnikov str., 31a, Moscow, 127434, Russia, e-mail: marina.volkova.2012@mail.ru

The results of field experiments conducted in a non-Chernozem zone on sod-podzolic soil in order to assess the effectiveness of the use of various forms of retardants based on chlormequat chloride and trinexapac-ethyl in spring wheat crops are presented. It was found that the combined preparation Emmer, containing chlormequat chloride and trenxapac-ethyl, regardless of the moisture content of wheat plants, effectively reduces the height of wheat plants compared to single-component preparations Moddus and Centrino, and also has a positive effect on the formation of the crop. Depending on weather conditions, the Emmer morphoregulator contributed to an increase in the yield of spring wheat by 4.2-14.0% and was not inferior in its effectiveness to single-component plant growth regulators.

Keywords: spring wheat, lodging, retardants, chlormequat chloride, trinexapac-ethyl, plant height, lodging resistance, yield.

УДК 631.81.036

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.26

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛИСИТОРА SF-40 НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л.В. Осипова¹, д.б.н., И.А. Быковская¹, Д.С. Хачатрян², к.х.н.

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»)

127434, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 31А; E-mail: legos4@yandex.ru

²Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт») 107076, Россия, г. Москва, Богородский Вал, д.3

Представлены результаты исследований по изучению действия разных концентраций элиситора Sf-40, как вещества, оказывающего протекторное действие на физиолого-биохимические показатели проростков пшеницы в условиях водного стресса при разных способах обработки им растений. Установлено, что различные приемы обработки элиситором способствуют повышению устойчивости растений к стрессовому воздействию, а защитное действие элиситора зависит от его концентрации. Оптимальной концентрацией элиситора Sf-40 при предпосевной обработке семенного материала является 0,1 мМ, при фолитарной обработке и оценке последствия препарата – концентрация 0,01 мМ.

Ключевые слова: элиситор, пшеница, водный стресс.

Для цитирования: Осипова Л.В., Быковская И.А., Хачатрян Д.С. Влияние различных способов применения элиситора SF-40 на физиологические маркеры устойчивости яровой пшеницы // Плодородие. – 2023. – №5. – С. 103-106. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.26.

Современные глобальные изменения климата оказали значительное влияние на увеличение природных аномалий и повышение рисков для продовольственной безопасности страны, что привело к необходимости поиска агрохимических средств, снижающих негативное влияние неблагоприятных факторов среды. Повышение устойчивости полевых культур, наряду с подходами классической селекции и генной инженерии, решается путем применения биогенных и синтетических соединений, которыми обрабатывают семена до посева и проводят подкормки в течение вегетации.

В качестве экологически безопасных и эффективных препаратов широко используют элиситоры различной

природы: экзогенные, чужеродные для растений вещества и эндогенные, собственные соединения растений. Элиситорные свойства соединений разной природы – углеводов, липидов, протеинов и других, имеющих различные источники происхождения, заключаются в их способности стимулировать запуск механизмов антиоксидантной защиты, тем самым повышая устойчивость к стрессовым воздействиям [1, 2].

Преимущество элиситоров обусловлено тем, что их применяют в низких концентрациях, они не обладают биоцидным действием, не загрязняют окружающую среду и безопасны для человека и животных [3-5].