



Научная статья
УДК 633.2.031
doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_673

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ЖИДКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ю.Д. Смирнова, Н.В. Фомичева, Г.Ю. Рабинович

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия

Аннотация. На формирование урожайности яровой пшеницы оказывают влияние различные факторы. Цель исследования — оценка влияния погодных условий и двух жидких препаратов (гуминового — БоГум и биопрепарата — ЖФБ) на урожайность яровой пшеницы. Полевые опыты с посевом яровой пшеницы сорта Иргина проводили в 2017-2019 гг. на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» ВНИИМЗ (филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»), расположенного в Калининском районе Тверской области. В качестве фона основного минерального удобрения вносили 2 ц нитроаммофоски. Использовали гуминовый препарат БоГум и биопрепарат ЖФБ (разработки ВНИИМЗ) для обработки семян перед посевом (20 л рабочего раствора на 1 т семян, разбавление 1:100), для двукратной некорневой обработки (БоГум — 1 л/га, ЖФБ — 3 л/га, норма расхода рабочих растворов 300 л/га) и совмещения указанных приёмов. Влажность пахотного слоя почвы и климатические условия оказывали влияние на рост и развитие яровой пшеницы. Максимальная урожайность получена в 2017 г., характеризующемся высоким уровнем влагообеспеченности, минимальная — в 2019 г., когда в период активного вегетативного роста и формирования генеративных органов пшеницы наблюдалась засуха. Установлено, что в среднем за три года наиболее сильное влияние на урожайность оказывала сумма осадков с мая по июль ($r=0,80$). Применение препаратов сгладило негативное влияние погодных условий и активизировало рост и развитие яровой пшеницы. Максимальная прибавка урожая получена в результате совмещения двух технологических приемов применения препаратов: при использовании ЖФБ — 11,1%, БоГум — 14,8%. Прибавка урожая формировалась за счет статистически значимого увеличения продуктивных стеблей и числа зерен в колосе. Наибольший эффект жидкие препараты показали в 2019 г., когда длительный засушливый период негативно отразился на количестве продуктивных стеблей пшеницы, а применение препаратов существенно увеличило этот показатель — в среднем на 5,5% относительно контроля.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, влажность почвы, осадки, температура, препараты, структура урожая

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» по теме FGUR-2022-0022 «Разработка технологии устойчивого возделывания яровой пшеницы для Нечерноземной зоны России в условиях изменяющегося климата».

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND LIQUID PREPARATIONS ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT

Yu.D. Smirnova, N.V. Fomicheva, G.Yu. Rabinovich

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

Abstract. Various factors influence the formation of spring wheat yield. The purpose of the study was to assess the effect of weather conditions and two liquid preparations (humic — BoHum and biological preparation — LPB) on the yield of spring wheat. Field experiments with the sowing of spring wheat variety Irgina were carried out in 2017-2019 on the soddy-podzolic soil of the Gubino reclamation facility of VNIIMZ (a branch of the FRC V.V. Dokuchaev Soil Institute), located in the Kalininsky district of the Tver region. As a background of the main mineral fertilizer, 2 quintals of nitroammophos were added. We used the humic preparation BoHum and the biological product LPB (developed by VNIIMZ) for seed treatment before sowing (20 l of working solution per 1 ton of seeds, dilution 1:100), for double foliar treatment (BoHum — 1 l/ha, LPB — 3 l/ha, the consumption rate of working solutions is 300 l/ha) and the combination of these methods. Humidity of the arable soil layer and climatic conditions influenced the growth and development of spring wheat. The maximum yield was obtained in 2017, characterized by a high level of moisture supply, the minimum was in 2019, when drought was observed during the period of active vegetative growth and the formation of generative organs of wheat. It was found that, on average, over three years, the amount of precipitation from May to July had the strongest influence on the yield ($r=0.80$). The use of preparations smoothed out the negative impact of weather conditions and activated the growth and development of spring wheat. The maximum yield increase was obtained as a result of combining two technological methods for the use of preparations: when using LPB — 11.1%, BoHum — 14.8%. The increase in yield was formed due to a statistically significant increase in productive stems and the number of grains per ear. Liquid preparations showed the greatest effect in 2019, when a long dry period negatively affected the number of productive wheat stalks, and the use of preparations significantly increased this indicator — by an average of 5.5 abs.% relative to the control.

Keywords: spring wheat, yield, soil moisture, precipitation, temperature, preparations, crop structure

Acknowledgments: The study was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Center Dokuchaev Soil Institute on the topic FGUR-2022-0022 «Development of technology for sustainable cultivation of spring wheat for the Non-Chernozem zone of Russia in a changing climate».

Введение. Мировое научное сообщество постоянно предупреждает о глобальном изменении климата, которое становится все более очевидным [1]. Многолетние метеорологические наблюдения во всех регионах России свидетельствуют о существенной подвижке среднегодовых значений температур и осадков [2].

В Тверской области преобладает умеренно-континентальный климат. Годовая сумма осадков составляет 600–700 мм, примерно половина которых приходится на период активной вегетации растений (120 — 135 дней), сумма эффективных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) в среднем колеблется от 1770°C до 1830°C [3]. Специалисты ФГБУ «Тверской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» и сотрудники Тверского государственного университета также отмечают, что в регионе всё чаще стали наблюдаться резкие погодные перепады, в середине мая — начале июня бывают заморозки или наоборот температуры с превышением климатической нормы,

повышенным атмосферным давлением и ураганными ветрами. Количество выпавших месячных осадков из года в год колеблется от превышения нормативных в 2-3 раза до засухи с осадками в количестве 30-50% от среднегодовых данных [4].

Нестабильные погодные явления отрицательно отражаются на продуктивности сельскохозяйственных культур, на их конечном качестве, что в итоге складывается в низкую экономическую эффективность их возделывания [5]. Чтобы компенсировать негативное влияние абиотических факторов при выращивании сельскохозяйственной продукции предлагается применять природные и синтетические препараты и регуляторы роста, положительное воздействие которых показано как иностранными, так и отечественными исследованиями [6-9]. Подобные препараты призваны усилить естественные защитные функции растительного организма против различных неблагоприятных факторов среды [8].

Изучение влияния некорневых обработок посевов яровой пшеницы сорта Баганская 95, выращиваемой в Кемеровской области, препаратом Гумостим на урожайность зерна в разных климатических условиях, показали, что большая отзывчивость культуры отмечается при испытании культурой стресса. При применении препарата в относительно благоприятные для растений яровой пшеницы климатические годы (2010-2011 гг.) урожайность в среднем увеличилась на 21,5% (урожайность в контроле составила 24,6 ц/га), в условиях засухи 2012 г. — на 79% (в контроле — 5,6 ц/га). Математический анализ свидетельствовал, что доминирующее воздействие на формирование урожайности оказывала влажность почвы в фазы роста растений пшеницы всходы-кущение [9].

В засушливых условиях хорошо себя проявляют и регуляторы роста. Показано [8], что совмещение приема замачивания семян томатов гибрида Фоккер F1 перед посевом с обработкой вегетирующих растений препаратами Энергия-М и Биодукс

в остросушливых условиях Нижнего Поволжья, способствовало увеличению веса плодов с 1 растения на 113,56% и 120,12% относительно контроля.

В работе [10] широко представлена способность коммерческих биопрепаратов на основе *Bacillus spp.* компенсировать абиотические стрессы у пшеницы при инокуляции семян за счет изменения морфофизиологических и биохимических процессов, происходящих в растениях при стрессовых нагрузках. При этом отмечается варьирование степени прироста урожайности яровой пшеницы в зависимости от генотипа — от 40% до практически нулевого эффекта.

Цель исследования — оценка влияния погодных условий и двух жидких препаратов (гуминового — БоГум и биопрепарата — ЖФБ) на урожайность яровой пшеницы.

Методика исследований. Полевые опыты с посевом яровой пшеницы сорта Иргина проводили в 2017-2019 гг. на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» ВНИИМЗ (филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»), расположенного в Калининском р-не Тверской обл. Пахотный слой опытного участка имел среднекислую реакцию среды (pH_{KCl} 4,8-5,0), содержание гумуса 2,1-2,5% (по Тюрину), P_2O_5 176-190 мг/кг (по Кирсанову), K_2O 234-247 мг/кг (по Кирсанову), $N_{г}$ 35-38 мг/кг (по Тюрину и Кононовой). Технология возделывания яровой пшеницы, принятая для культуры, предшественник во все годы исследований — картофель. В качестве фона основного

минерального удобрения вносили 2 ц нитроаммофоски ($N_{32}P_{32}K_{32}$).

На посевах применяли жидкий гуминовый препарат (БоГум) и биопрепарат микробной природы (ЖФБ). ЖФБ получали ферментационно-экстракционным способом из торфонавозной смеси. ЖФБ богат агрономически полезной микрофлорой до 10^{12} КОЕ/мл (аммонифицирующая, амилотическая, аминокислотсинтезирующая, мобилизующая органодифосфаты и др.), продуктами их жизнедеятельности, физиологически активными веществами, макро- и микроэлементами, гуминовыми веществами [11]. БоГум получали путем щелочной экстракции отхода производства жидкофазного биопрепарата ЖФБ [12]. Основной характеристикой жидкого гуминового препарата является наличие действующего начала — гуминовых кислот (ГК) — не менее 10 г/л, сухого вещества — не менее 20 г/л, pH — не более 9,0, также содержится набор макро- и микроэлементов.

Исследовали следующие технологические приёмы применения препаратов: обработка семян перед посевом, двукратная некорневая обработка вегетирующих растений пшеницы в фазы кущения и колошения и совмещение указанных приёмов. Семена яровой пшеницы обрабатывали за 2 часа до посева из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян, используя разбавление 1:100. Некорневые обработки проводили из ручного опрыскивателя: БоГум в дозе 1 л/га, ЖФБ — 3 л/га, норма расхода рабочих растворов 300 л/га. Опыты заложены

в четырехкратной повторности, расположение делянок систематизированное. Общая площадь делянки составила 30 м².

Для учета биологической урожайности и отдельных элементов структуры урожая яровой пшеницы уборку проводили вручную сноповым методом с 1 м² каждой делянки с последующим обмолачиванием на колосковой молотилке «МК-1М», очистку — с использованием комплекта растительных сит.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003, STATGRAPHICS Centurion XVI.11.

Результаты и обсуждение. Обеспеченность почвы влагой имеет важное значение на всех этапах онтогенеза яровой пшеницы. На средних по гранулометрическому составу почвах оптимальный предел влажности почвы для яровой пшеницы составляет 70 % НВ [13]. На рисунке 1 представлено распределение почвенной влаги в вегетационном периоде возделываемой культуры по исследуемым годам. В основные этапы роста пшеницы 2017 год характеризовался повышенным увлажнением — влажность почвы отклонялась от оптимальной, ГТК = 1,79 (по Г.Т. Селянину); 2018 год в целом отличался достаточной влагообеспеченностью, несмотря на слабозасушливый период в фазу выхода в трубку и в фазу восковой и полной спелости (ГТК = 1,21); в 2019 году почвенная влага практически на протяжении всего вегетационного периода яровой пшеницы была существенно ниже оптимальной и только обильные дожди в фазе восковой и полной спелости после продолжительной засухи повлияли на величину гидротермического коэффициента увлажнения — ГТК = 1,43 (рис. 1, табл. 1).

Влажность пахотного слоя почвы и климатические условия при посеве семян яровой пшеницы по годам, также различались. Известно [14], что оптимальной температурой для прорастания семян и появления всходов яровой пшеницы является 16-20 °С, влажность почвы при этом должна составлять 70-90% НВ. Соблюдение обоих этих условий наблюдалось только в 2018 году, в 2019 году — несоответствие по влажности. В 2017 году в фазу всходов почва отличалась повышенным увлажнением, а температура была минимум на 4 °С ниже оптимальной (рис. 1, табл. 1). При этом пониженная температура не являлась критичной, поскольку яровая пшеница холодостойкая культура, поэтому жизнеспособные всходы могут появляться при температуре 5-7 °С [14]. Высокий уровень осадков в фазу выхода в трубку также отразился на влажности корнеобитаемого слоя почвы. Помимо этого, в период развития генеративных органов и цветения пшеница очень чувствительна к дефициту тепла, а температура воздуха в 2017 году была несколько ниже оптимальной. Все это в совокупности сказывалось на интенсивности роста растений пшеницы.

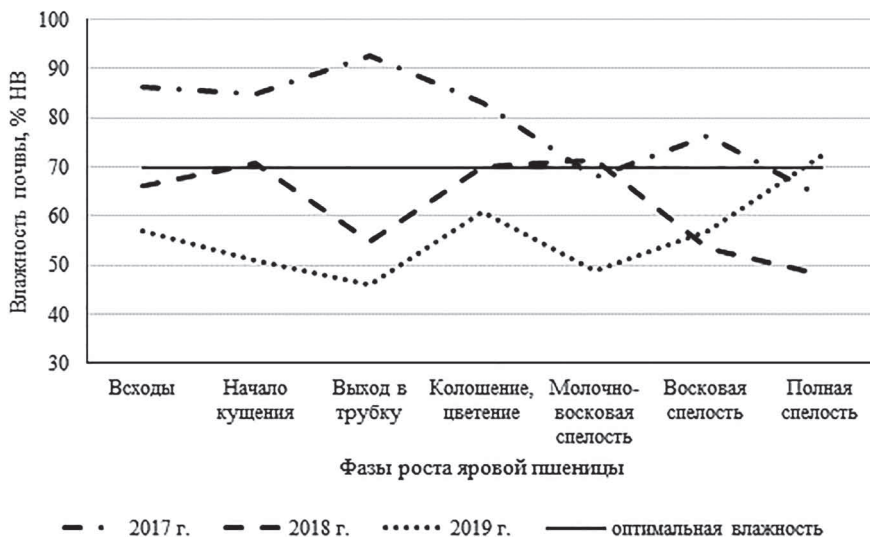


Рисунок 1. Влажность почвы под яровой пшеницей
Figure 1. Soil moisture under spring wheat

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационного периода в г. Тверь за 2017-2019 гг.
Table 1. Meteorological conditions of the growing season in Tver for 2017-2019

Фаза роста	Температура, °С						Осадки, мм					
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	средняя	± от* нормы	средняя	± от нормы	средняя	± от нормы	средняя	% от нормы	средняя	% от нормы	средняя	% от нормы
Посев	8,9	-2,9	15,2	+3,4	15,1	+3,3	23	153	49	327	2	17
Всходы	12,3	-1,1	15,1	+1,7	17,0	+3,6	48	228	0,4	1,9	7	33
Начало кущения	11,7	-4,1	12,4	-3,4	19,5	+3,7	32	145	9	41	4	48
Конец кущения	15,6	-0,6	16,8	+0,6	18,1	+1,9	31	124	19	76	11	44
Выход в трубку	14,7	-2,4	18,3	+1,2	16,4	-0,7	62	230	49	182	24	89
Флаговый лист	14,4	-3,1	16,0	-1,5	14,8	-2,7	22	61	38	106	20	56
Колошение, цветение	17,7	-0,4	21,1	+3,0	14,2	-3,9	36	156	12	52	20	87
Молочно-восковая спелость	18,8	+0,8	20,3	+2,3	17,6	-0,4	17	49	33	94	11	31
Восковая спелость	18,6	+0,8	20,0	+2,2	13,3	-4,5	16	76	5	24	70	333
Полная спелость	19,6	+4,1	17,9	+2,4	16,6	+1,1	5	21	8	33	76	317

Примечание: * — от климатической нормы для Тверской области.



Оптимальной температурой для кущения яровой пшеницы является 12-15 °С. Высокая температура воздуха в 2019 году в этот период на фоне дефицита доступной влаги в пахотном слое почвы негативно сказались на росте и развитии пшеницы. Условия для развития культуры в фазы флаговый лист, колошение, цветение также были неблагоприятными: температура воздуха ниже оптимальной (16-23 °С) для этого периода на фоне продолжающегося недостатка влаги (рис. 1, табл. 1), что могло способствовать увеличению бесплодности колосков.

Анализ погодных факторов в 2017-2019 годах позволил дать оценку условий, предопределяющих урожай яровой пшеницы, согласно характеристике водного режима почвы. Понятно, что на формирование урожайности оказывают влияние и другие факторы воздействия. Тем не менее, прогнозируя урожайность по сложившимся метеорологическим условиям, максимальный урожай следовало ожидать в 2018 году, минимальный — в 2019 году. Однако, рассматривая данные по урожайности (табл. 2), необходимо отметить, что наибольшая урожайность практически во всех вариантах наблюдалась в 2017 году, характеризуемом повышенной влажностью, наименьшая, как и ожидалось, — в 2019 году. Подобные результаты получены в других исследованиях [15] при анализе девятилетних данных (2011-2019 гг.) по изучению влияния разных норм минеральных удобрений при выращивании пшеницы сорта Иргина: урожай во влажные и избыточно влажные годы, по сравнению с засушливыми, на неудобренном варианте был выше на 40-68%, а применение средних доз минеральных удобрений эту разницу несколько сглаживало — различие в урожайности между этими годами уменьшалось до 26-43%.

Поскольку в 2019 году в период образования репродуктивных органов растения пшеницы испытывали критический период по отношению к количеству потребляемой почвенной влаги, в контрольном варианте этого вегетационного сезона определено меньше всего продуктивных стеблей, что повлияло на урожай культуры (табл. 3).

Статистическая обработка экспериментальных данных в среднем за три года исследований (2017-2019 гг.) позволила установить, что наиболее

сильное влияние на урожайность оказывала сумма осадков с мая по июль — период активного вегетативного роста и формирования генеративных органов яровой пшеницы ($r = 0,80$). Более подробное рассмотрение параметров сопряженности основных показателей продуктивности пшеницы и факторов погодных условий в ключевые фазы роста культуры (табл. 4) определило наиболее тесную связь урожайности с осадками и температурой воздуха, особенно в последний межфазный период от молочно-восковой до полной спелости ($r = -0,94$ и $r = 0,99$ соответственно). Высокая корреляция просматривалась между показателями структуры урожайности (количеством продуктивных стеблей и числом зерен в колосе) и метеорологическими условиями. Влажность почвы максимум влияния оказывала на массу тысячи зерен, причём по мере развития пшеницы эта связь усиливалась — коэффициент корреляции изменялся от 0,74 до 0,99.

Скомпенсировать негативное влияние абиотических факторов, активизировать рост и развитие растений яровой пшеницы призваны жидкие препараты гуминовой и биогенной природы. В полевых опытах 2017-2019 гг. использовались различные технологические приемы применения гу-

минового препарата БоГум и биопрепарата ЖФБ. Необходимо отметить, что во всех опытных вариантах в той или иной степени получена прибавка урожая (табл. 2). В целом, применение БоГум способствовало большей урожайности яровой пшеницы, что связано с особенностью строения гуминовых препаратов и их многофункциональностью [16, 17].

В 2017 году, характеризующемся высоким уровнем влагообеспеченности, максимальная урожайность отмечена в вариантах предпосевной обработки семян препаратами ЖФБ и БоГум. В остальные годы оптимальным технологическим приемом применения жидких препаратов являлось сочетание предпосевной обработки семян с последующими некорневыми обработками. Следует отметить, что в 2018 году, который не отличался критическими погодными условиями в период онтогенеза яровой пшеницы, разница в действии используемых препаратов минимальна.

Действие ЖФБ и БоГум отчетливо прослеживалось при анализе элементов структуры урожая яровой пшеницы (табл. 3). Во все годы исследования практически во всех вариантах статистически значимо улучшались следующие показатели: число зерен в колосе и количество продуктивных стеблей. Масса тысячи зерен изменялась незначительно.

Таблица 2. Биологическая урожайность яровой пшеницы
Table 2. Biological yield of spring wheat

Варианты	2017 г.		2018 г.		2019 г.		В среднем за 3 года	
	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %	т/га	прибавка к контролю, %
НПК (фон) — контроль	3,45	-	3,27	-	3,03	-	3,25	-
Фон + НО ЖФБ	3,76	9,0	3,52	7,6	3,27	7,9	3,52	8,3
Фон + ОС ЖФБ	3,96	14,8	3,59	9,8	3,16	4,3	3,57	9,8
Фон + ОС ЖФБ + НО ЖФБ	3,61	4,6	3,81	16,5	3,41	12,5	3,61	11,1
Фон + НО БоГум	3,75	8,7	3,37	3,1	3,22	6,3	3,45	6,2
Фон + ОС БоГум	4,04	17,1	3,56	8,9	3,41	12,5	3,67	12,9
Фон + ОС БоГум + НО БоГум	3,80	10,1	3,85	17,7	3,53	16,5	3,73	14,8
НСР ₀₅	0,25		0,23		0,19			

Таблица 3. Элементы структуры урожая яровой пшеницы
Table 3. Elements of the structure of the spring wheat crop

Варианты	2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Продуктивных стеблей, %	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Продуктивных стеблей, %	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Продуктивных стеблей, %	Число зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г
НПК (фон) — контроль	92,2	30,8	36,6	94,4	31,0	33,1	90,6	30,5	33,0
Фон + НО ЖФБ	92,6	32,5	36,7	95,5	32,3	33,2	95,7	32,6	33,9
Фон + ОС ЖФБ	92,3	33,1	37,7	94,3	32,3	33,3	95,2	32,8	33,8
Фон + ОС ЖФБ + НО ЖФБ	93,2	31,1	37,9	96,8	33,3	34,1	96,0	33,4	34,4
Фон + НО БоГум	92,2	32,8	36,7	96,4	32,2	32,9	92,5	33,1	34,0
Фон + ОС БоГум	93,3	32,2	37,5	96,3	32,5	33,0	96,5	32,1	33,1
Фон + ОС БоГум + НО БоГум	93,1	32,8	37,6	96,0	31,3	33,1	97,1	34,0	33,5
НСР ₀₅		1,2	1,6		0,9	1,4		1,6	1,4

Примечание: НО — некорневая обработка, ОС — обработка семян.

Таблица 4. Параметры сопряженности основных показателей продуктивности яровой пшеницы и факторов погодных условий (2017-2019 гг.)
Table 4. Parameters of conjugation of the main indicators of spring wheat productivity and weather conditions (2017-2019)

Показатель	Осадки, мм			Влажность почвы, % НВ			Температура, °С		
	период посева-кущение	период выход в трубку-колошение	молочно-восковая-полная спелость	период посева-кущение	период выход в трубку-колошение	молочно-восковая-полная спелость	период посева-кущение	период выход в трубку-колошение	молочно-восковая-полная спелость
Урожайность, т/га	0,69	0,79	-0,94	0,66	0,48	0,13	-0,67	0,80	0,99
Продуктивных стеблей, %	0,40	0,54	-0,78	0,37	0,16	-0,20	-0,39	0,96	0,87
Число зерен в колосе, шт.	-0,38	-0,52	0,77	-0,35	-0,13	0,23	0,37	-0,96	-0,86
Масса 1000 зерен, г	0,72	0,60	-0,32	0,74	0,87	0,99	-0,73	-0,60	0,16





Отдельно необходимо отметить 2019 год, в котором процент продуктивных стеблей в результате применения жидких препаратов увеличился наиболее существенно — в среднем на 5,5 абс. % относительно контроля. Максимальное значение указанного показателя и в случае применения ЖФБ, и в случае использования БоГум наблюдалось при сочетании предпосевной обработки семян с последующими некорневными обработками, которые проводились в засушливые фазы развития пшеницы.

Выводы. Погодные условия оказывали существенное влияние на формирование урожая яровой пшеницы: максимальная урожайность получена в 2017 году, характеризующемся высоким уровнем влагообеспеченности, минимальная — в 2019 году, засушливом в период активного вегетативного роста и формирования генеративных органов пшеницы.

Установлено, что в среднем за три года наиболее сильное влияние на урожайность оказывала сумма осадков с мая по июль ($r = 0,80$). Применение препаратов сгладило негативное влияние погодных условий и активизировало рост и развитие яровой пшеницы. Максимальная прибавка урожая была получена в результате совмещения двух технологических приемов применения препаратов — предпосевной обработки семян и последующих двух некорневых обработок: в случае использования ЖФБ — 11,1%, БоГум — 14,8%. Прибавка урожая формировалась за счет статистически значимого увеличения продуктивных стеблей и числа зерен в колосе.

Наибольший эффект жидкие препараты проявили в 2019 году, когда длительный засушливый период негативно отразился на количестве продуктивных стеблей пшеницы, а применение препаратов существенно увеличило этот показатель — в среднем на 5,5 абс. % относительно контроля.

Список источников

- Lobell D.B. (2007) Changes in diurnal temperature range and national cereal yields. *Agric. For. Meteorol.* V. 145. pp. 229-238.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. Москва: Росгидромет, 2021. 104 с.
- Климат тверской области: особенности. 26 января 2019. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/article/460897/klimat-tverskoy-oblasti-osobennosti> (дата обращения 02.10.2022)
- Хохлов А. Тверские метеорологи рассказали про глобальные изменения климата и их причины // Московский комсомолец Тверь. 11.02.2022 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://tver.mk.ru/social/2022/02/11/tverskie-meteorologi-rasskazali-pro-globalnye-izmeneniya-klimata-i-ikh-prichiny.html> (дата обращения 03.10.2022)
- Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г. Влияние глобальных изменений климата на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессорам // *Агрохимия*. 2019. № 12. С. 83-96. doi: 10.1134/S0002188119120068.
- Shivakumar S., Bhaktavatchalu S. (2017). Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the improvement of vegetable crop production under stress conditions (Book Chapter) // *Microbial Strategies for Vegetable Production*. P. 81-97.

Информация об авторах:

Смирнова Юлия Дмитриевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2435-2089>, ulayad@yandex.ru

Фомичева Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2272-7767>, nvfomi@mail.ru

Рабинович Галина Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела биотехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, vniiimz@list.ru

Information about the authors:

Yulia D. Smirnova, candidate of biological science, senior researcher department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2435-2089>, ulayad@yandex.ru

Natalia V. Fomicheva, candidate of biological science, leading researcher department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2272-7767>, nvfomi@mail.ru

Galina Yu. Rabinovich, doctor of biological science, professor, chief researcher department of biotechnology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, vniiimz@list.ru

7. Pishchik V.N., Vorobyev N.I., Moiseev K.G., Sviridova O.V., Surin V.G. (2015) Influence of *Bacillus subtilis* on the physiological state of wheat and the microbial of community of the soil under different rates of nitrogen fertilizers // *Eurasian soil science*. Vol. 48. No. 1. Pp. 77-84. doi: 10.1134/S1064229315010135

8. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Калмыкова О.В. Повышение адаптивности растений томата к абиотическим факторам стресса при применении регуляторов роста // *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 63-72. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-06.

9. Кондратенко Е.П., Вербицкая Н.В., Ижмулкина Е.А., Соболева О.М. Агроэкологическая оценка реакции яровой мягкой пшеницы на обработку гуминовым препаратом Гумостим и погодные условия // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 6. С. 52-55.

10. Ласточкина О.В. Адаптация и устойчивость растений пшеницы к засухе, опосредованная природными регуляторами роста *Bacillus spp.*: механизмы реализации и практическая значимость (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т. 56. № 5. С. 843-867. doi: 10.15389/agrobiol.2021.5.843

11. Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д., Васильева Е.А., Фомичева Н.В. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии // *Региональная экология*. 2015. № 6 (41). С. 7-15.

12. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. Способ получения жидкого гуминового удобрения // Патент РФ № 2691693, 17.06.2019.

13. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 47 с.

14. Оптимизация срока посева и нормы высева мягкой яровой пшеницы для получения высококачественных семян в южной лесостепи Западной Сибири: рекомендации. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 36 с.

15. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Влияние удобрений и погодных условий на формирование урожая яровой пшеницы на осушаемых землях. *Земледелие*. 2020. № 4. С. 12-15. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10403

16. Перминова И.В. Гуминовые вещества — вызов химикам XXI века. *Химия и жизнь*. 2008. № 1. С. 50-55.

17. Смирнова Ю.В., Виноградова В.С. Механизм действия и функции гуминовых препаратов. *Агрохимический вестник*. 2004. № 1. С. 22-23.

References

- Lobell D.B. (2007). Changes in diurnal temperature range and national cereal yields. *Agric. For. Meteorol.* vol. 145. pp. 229-238.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год (2021) [Report on climate features in the Russian Federation for 2020]. Moscow: Rosgidromet, 104 p.
- Климат тверской области: особенности [The climate of the Tver region: features]. January 26, 2019. [Electronic resource] Available at: <http://yandex.ru/turbo/fb.ru/s/article/460897/klimat-tverskoy-oblasti-osobennosti> (accessed 02.10.2022)
- Hohlov A. (2022). *Tverskie meteorologi rasskazali pro globalnye izmeneniya klimata i ih prichiny* [Tver meteorologists spoke about global climate change and their causes]. *Moskovskij komsomolet Tver'* [Moskovsky Komsomolets Tver'] 02.11.2022 [Electronic resource] Available at: <http://tver.mk.ru/social/2022/02/11/tverskie-meteorologi-rasskazali-pro-globalnye-izmeneniya-klimata-i-ikh-prichiny.html> (accessed 03.10.2022)
- Koshkin E.I., Andreeva I.V., Guseynov G.G. (2019). *Vliyaniye global'nykh izmeneniy klimata na produktivnost' i ustojchivost'* [Impact of global climate change on productivity and stress tolerance of field crops]. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], no. 12, pp. 83-96. doi: 10.1134/S0002188119120068.
- Shivakumar S., Bhaktavatchalu S. (2017). Role of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the improvement of vegetable crop production under stress conditions (Book Chapter). *Microbial Strategies for Vegetable Production*, P. 81-97.
- Pishchik V.N., Vorobyev N.I., Moiseev K.G., Sviridova O.V., Surin V.G. (2015) Influence of *Bacillus subtilis* on the physiological state of wheat and the microbial of community of the soil under different rates of nitrogen fertilizers. *Eurasian soil science*, vol. 48, no. 1, pp. 77-84. doi: 10.1134/S1064229315010135
- Kalmykova E.V., Petrov N.YU., Kalmykova O.V. (2021). *Povysheniye adaptivnosti rasteniy tomata k abioticheskim faktoram stressa pri primeneniі regulatorov rosta* [Increasing the adaptivity of tomato plants to abiotic stress factors in the application of growth regulators]. *Izvestiya NV AUK*, no. 1(61), pp. 63-72. doi: 10.32786/2071-9485-2021-01-06.
- Kondratenko E.P., Verbitskaya N.V., Izhmulkina E.A., Soboleva O.M. (2016). *Agroekologicheskaya ocenka reakcii yarovoy myagkoj pshenicy na obrabotku guminovym preparatom Gumostim i pogodnye usloviya* [Agroecological evaluation of spring soft wheat reaction on treatment by humic preparation gumostim and weather conditions]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology in agro-industrial complex], vol. 30, no.6, pp. 52-55.
- Lastochkina O.V. (2021). *Adaptatsiya i ustojchivost' rasteniy pshenicy k zasuhe, oposredovannaya prirodnyimi regulatorami rosta Bacillus spp.: mekhanizmy realizatsii i prakticheskaya znachimost' (obzor)* [Adaptation and tolerance of wheat plants to drought mediated by natural growth regulators *Bacillus spp.*: mechanisms and practical importance (review)]. *Sel'skhozhozyajstvennaya biologiya* [Agricultural Biology], vol. 56, no. 5, pp. 843-867. doi: 10.15389/agrobiol.2021.5.843
- Rabinovich G.Yu., Smirnova Yu.D., Vasil'eva E.A., Fomicheva N.V. (2015). *Innovatsionnaya tekhnologiya dlya resheniya problem agroekologii* [Innovative technology to solve the problems of agroecology]. *Regional'naya ekologiya* [Regional ecology], no. 6 (41), pp. 7-15.
- Fomicheva N.V., Rabinovich G.YU. (2019). *Sposob polucheniya zhidkogo guminovogo udobreniya* [A method of producing a liquid humic fertilizer]. Patent RF No. 2691693.
- Kiryushin V.I. (1996). *Ekologicheskie osnovy zemledeliya* [Ecological foundations of agriculture]. Moscow: Kolos, 47 p.
- Optimizatsiya sroka poseva i normy vyseva myagkoj yarovoj pshenicy dlya polucheniya vysokokachestvennykh semyan v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri: rekomendatsii [Optimization of the sowing time and sowing rate of soft spring wheat to obtain high-quality seeds in the southern forest-steppe of Western Siberia: recommendations]. 2020, Omsk: Maksheeva E.A., 36 p.
- Petrova L.I., Mitrofanov YU.I., Pervushina N.K., Lapushkina V.N. (2020). *Vliyaniye udobrenij i pogodnykh uslovij na formirovaniye urozhaya yarovoj pshenicy na osushaemykh zemlyakh* [Influence of fertilizers and weather conditions on the formation of spring wheat yield on drained lands]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 12-15. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10403
- Perminova I.V. (2008). *Guminovye veshchestva — vyzov himikam XXI veka* [Humic substances — a challenge to chemists of the XXI century]. *Himiya i zhizn'* [Chemistry and life], no. 1, pp. 50-55.
- Smirnova YU.V., Vinogradova V.S. (2004). *Mekhanizmy dejstviya i funktsii guminovykh preparatov* [Mechanism of action and functions of humic preparations]. *Agrokhimicheskij vestnik* [Agrochemical Bulletin], no. 1, pp. 22-23.