

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ  
ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ - *BACILLUS SUBTILIS* В УСЛОВИЯХ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, Р.И. Гараев, А.Р. Хамитова, П.Г. Семенов**

**Реферат.** В 2018-2019 гг. изучали влияние различных биопрепаратов на основе *Bacillus subtilis* против болезней основных зерновых культур ячменя и яровой пшеницы в условиях Республики Татарстан. Цель исследования – определение воздействия различных биопрепаратов на патогены во время вегетации ячменя и яровой пшеницы и формирования урожая испытываемых культур. Почва серая лесная, среднесуглинистая. Содержание гумуса – 4,1 % (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 98-112 мг/1000 г, подвижного фосфора – 206-232, обменного калия – 89-93 мг/1000 г почвы (по Кирсанову), рН солевой вытяжки 5,5-5,8. Схема однофакторного полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов: обработка семян перед посевом и без обработки – контроль, химический фунгицид Доспех (стандарт КС 1,5 л/т); *Pseudomonas fluorescens* (Ризоплан 1 л/т обработка семян + Ризоалпн 1 л/га (опрыскивание растений); *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т обработка семян) + RECB-95B, 1,0 л/га (опрыскивание растений); *Bacillus subtilis* RECB-95B (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95B, 2,0 л/га (опрыскивание растений); *Trichoderma viride* RECB – 74B, 2,0 л/т + *Trichoderma viride* RECB – 74B, 2 л/га (опрыскивание растений). Высевали сорт ячменя Раушан, яровой пшеницы Ульяновская 100. Максимальную прибавку урожайности ячменя 1,15 т с га обеспечило применение препарата *Bacillus subtilis* RECB-95B при обработке семян 2,0 л на тонну и 2,0 л/га опрыскивание растений в фазу кущения. Наибольшую прибавку урожайности зерна яровой пшеницы 0,55 т/га в среднем за два года обеспечило применение препарата в дозе 2,0 л на тонну семян + 2,0 л/га опрыскивание растений - *Trichoderma viride* RECB – 74 В. Максимальное содержание в зерне ячменя и яровой пшеницы белка 13,7-16,7 % и натуры зерна 703-784 г/л была отмечена на варианте с обработкой семян перед посевом препаратом *Bacillus subtilis* RECB-95B (2,0 л/т + 2,0 л/га опрыскивание растений). На выщелоченных черноземах Западного Закамья (Чистопольский ГСУ) максимальные урожаи яровой пшеницы 4,53 и 4,5 т/га были сформированы при использовании *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т (обработка семян) + RECB-95B 1 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т (обработка семян + RECB – 74 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений)). На черноземных почвах Восточного Закамья (Заинский ГСУ) достоверная прибавка 0,5 т/га урожая яровой пшеницы была получена при использовании биологического препарата *Bacillus subtilis* RECB-95B (1,0 л/т обработка семян) + RECB-95B (1 л/га опрыскивание растений в фазу кущения), а использование препарата *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т, обработка семян + RECB – 74 В 2 л/га опрыскивание растений) обеспечила прибавку 0,37 т зерна с га по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** яровой ячмень; яровая пшеница; обработка семян, опрыскивание растений, штамм; биопрепарат; *Bacillus subtilis*; RECB-95B; *Trichoderma viride*, RECB – 74 В; бурая пятнистость; корневая гниль; урожайность; качества зерна.

**Введение.** Яровой ячмень – основная зернофуражная культура Республики Татарстан. К числу важнейших агроэкологических особенностей ярового ячменя относится его более высокий потенциал генотипической адаптации, чем у яровой пшеницы [1]. Урожайность и посевные качества семян ярового ячменя и пшеницы определяется множеством факторов, среди которых правильная высокая агротехника, метеорологические условия, использование различных групп биологических препаратов и адаптированный сорт в основном выступают в ведущей роли. В современных зональных системах земледелия качеству семян придается первостепенное значение, ибо без полной обеспеченности хозяйств кондиционными семенами лучших сортов снижается эффективность всех других звеньев агротехнического комплекса [2, 3]. Формирование урожая ярового ячменя и пшеницы определяется под воздействием сложного комплекса условий, каждое из которых оказывает влияние на его количество и качество [4, 5, 6]. Одним из важных аспектов влияния среды, окружающей материнское растение, является изменение жизнеспособности семян в результа-

те заражения их грибами, бактериями, вирусами, вызывающими различные заболевания прорастающих семян, всходов и взрослых растений [7, 8]. Ресурсосбережение в сфере растениеводства предполагает широкое использование достижений современной биотехнологии, в том числе и применение различных групп биологических препаратов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур [9, 10].

**Условия, материалы и методы.** Микрополевые опыты закладывались на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2018 г. Почва опытного участка серая лесная. Содержание гумуса – 4,1 %, рН солевой вытяжки 5,5, азота легкогидролизуемого – 98-112 мг/кг, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 206-232, обменного калия (по Кирсанову) – 89-93 мг/кг почвы. Площадь делянки – 1,0 м<sup>2</sup>. Эксперименты закладывались в шести повторностях. Предшественник – озимая рожь. Вспашку зяби проводили в августе с предварительным лущением стерни. Удобрения были внесены под предпосевную культивацию из расчета на 3 т зерна с гектара. Боронование зяби проводили 30 апреля, предпосевная культивация соответственно 6 мая.

**АГРОНОМИЯ**

Таблица 1 – Урожайность зерна (т/га) ярового ячменя и пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения (микрополевой опыт), 2018 г.

Вариант	Урожайность, т/га		Прибавка к контролю, т/га	
	ячменя	яр.пшеницы	ячменя	яр.пшеницы
Контроль	2,08	2,53	-	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	2,24	3,20	+0,16	+0,67
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	2,58	2,67	+0,50	+0,14
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В 1 л/га	2,65	3,30	+0,57	+0,77
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В 2 л/га	3,23	3,47	+1,15	+0,94
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В 2 л /га	3,06	3,37	+0,98	+0,84
НСР <sub>05</sub>	0,070	0,086		

Посев проводили сеялкой СН-16 и трактором МТЗ -82. Норма посева составила для ячменя 5 а яровой пшеницы 6 млн. всхожих семян на 1 га.

Объектом исследования выступала яровой ячмень и пшеница сорта «Раушан» и «Ульяновская 100».

Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Без обработки (контроль);
2. Хим.фунгицид (обработка семян Ризоплант стандарт);
3. *Pseudomonas fluorescens* Ризоплант (обработка семян 1 л/т) + Ризоплант, 1 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
4. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 1,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
5. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения);
6. *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-74 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кущения).

Рабочий раствор для опрыскивания растений состоял из 100 л воды + препарата на 1 га.

Характеристика штамма *Bacillus*. Штамм *Bacillus amyloliquefaciens* RECB-95В, пригодный для получения биопрепарата повышающий устойчивость к стрессам, увеличивающий урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Новый штамм выделен из стеблей томатов и депонирован в Национальном Биоресурсном Центре Всероссийская, коллекция промышленных микроорганизмов (БРЦ ВКПМ) НИЦ «Курчатовский институт» - ГосНИИгенетика под регистрационным номером ВКПМ В-13417.

Основными критериями отбора служили повышение засухоустойчивости растений, стимулирование ростовых процессов, подавление роста фитопатогенных грибов, положительное влияние на продуктивность растений и качество продукции, отсутствие патогенности к теплокровным животным и совместимость с другими микроорганизмами. Видовая принадлежность определялась с использованием молекулярно-генетических методов по

Таблица 2 - Показатели качества зерна ячменя и яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кущения (микрополевой опыт), 2018 г.

Вариант	Натура зерна, г/л		Содержание белка, %	
	ячменя	яр. пшеницы	ячменя	яр. пшеницы
Контроль	672	763	12,5	10,8
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	679	783	12,9	10,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	684	774	13,2	13,0
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	677	778	13,3	14,9
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	703	784	13,7	16,7
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	671	778	12,6	13,5
НСР <sub>05</sub>				

Таблица 3 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на серых лесных почвах Предкамья (Лаишевский район) в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	4,82	-0,03
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	4,79	+0,25
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	5,07	+0,18
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	5,00	-0,16
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	4,66	+0,26
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	5,08	
НСР <sub>05</sub>	0,21	

последовательности нуклеотидов в 16S рРНК, а также амплификацией видо-специфичного фрагмента, характерного для бактерий вида *Bacillus amyloliquefaciens* в НИЦ «Курчатовский институт» - ГосНИИГенетика.

Штамм характеризуется следующими морфолого-культуральными и физиолого-биохимическими признаками.

Клетки штамма представляют собой грамположительные аэробные спорообразующие прямые палочки с закругленными концами размером 1,5-2,5×0,5-0,7 мкм; располагаются, как правило, парами или одиночно, цепочки встречаются реже. При спорообразовании клетки не раздуваются, споры эллипсоидные, расположены центрально.

На мясо-пептонном агаре (МПА) через 2 суток образует округлые колонии с фестончатым краем и кратерообразным центром, 6-7 мм в диаметре; с преимущественно складчатобороздчатой поверхностью (у «кратера» поверхность гладкая), матовые, непрозрачные, цвет - в основном молочно-белый, в бороздах - серовато-бежевый. Колонии имеют выпуклое основание, рельефные складки и значительно приподнятый центральный кратер; обладают вязкой, тягучей консистенцией, при этом

имеют наружный мягкий кожистый слой, в агар не врастают.

На картофельно-глюкозном агаре (КГА) через 2 суток образует круглые колонии с фестончатым краем и центром в виде узкого конуса, 5-10 мм в диаметре, складчатые, матовые, непрозрачные, молочно-белого цвета. Колонии имеют плоское основание, рельефные складки и приподнимающийся центр; обладают вязкой, тягучей консистенцией, при этом имеют наружный мягкий кожистый слой, в агар не врастают.

*Bacillus amyloliquefaciens* RECB-95В является аэробной, хемоорганогетеротрофной бактерией, не нуждающейся в факторах роста. Растет в диапазоне температур от 10 до 47°C с оптимальным диапазоном 28-32°C, при значениях pH среды от 4,5 до 8,5 с оптимумом 7,0-7,5, при концентрации хлорида натрия до 7%. Проявляет активность триптофандеаминазы и желатиназы. Активность β-галактозидазы (ортонитрофенил - βD - галактопиранозидазы), аргининдигидролазы, лизиндекарбоксилазы, орнитиндекарбоксилазы, уреазы не выявлена. Не продуцирует индол и сероводород и не восстанавливает нитраты. Реакция Фогес-Проскауэра (продукция ацетона) положительная.

Таблица 4 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на черноземах Западного Закамья в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	3,64	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	3,91	+0,27
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	4,01	+0,37
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	4,53	+0,89
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	4,03	+0,39
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	4,50	+0,86
НСР <sub>05</sub>	0,22	

Таблица 5 - Урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы на черноземах Восточного Закамья в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания (полевой опыт), 2019 г.

Вариант	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	2,92	-
Хим.фунгицид (Доспех стандарт КС-1,5 л/т)	3,25	+0,33
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Ризоплан 1,0 л/т+1,0л/га	3,25	+0,33
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (1,0 л/т)+ RECB – 95 В (1,0 л/га)	3,42	+0,50
<i>Bacillus subtilis</i> RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га)	3,27	+0,35
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л /га)	3,29	+0,37
НСР <sub>05</sub>	0,25	

В качестве источника углерода и энергии утилизирует D-глюкозу, D-фруктозу, D-ксилозу, D-рибозу, L-арабинозу, D-маннозу, D-маннит, инозит, D-сорбит, метил-αD-маннопиранозид, метил-αD-глюкопиранозид, D-мальтозу, D-целлобиозу, D-лактозу, амигдалин, арбутин, эскулин, салицин, D-мелибиозу, D-сахарозу, D-трегалозу, D-раффинозу, крахмал, гликоген, гентибиозу, глицерин, цитрат.

Не утилизирует эритритол, D-арабинозу, D-адонитол, D-галактозу, L-ксилозу, L-сорбозу, L-рамнозу, метил-βD-ксилопиранозид, дульцитол, N-ацетилглюкозамин, инулин, D-меллецитозу, ксилит, D-туранозу, D-ликсозу, D-тагатазу, D-фукозу, D-арабит, L-арабит, глюконат калия, 2-кетоглюконат калия, 5-кетоглюконат калия.

Штамм хранится при 4-6°C в пробирках с полужидким агаром в минеральной среде (состав: калия фосфат двузамещенный 5.8 г/л, калия фосфат однозамещенный 3 г/л, аммоний серноокислый 1 г/л, глицерин 2 г/л с добавлением 0,7% агара, рН среды 7,0-7,2) под вазелиновым маслом, которое наливается в пробирки по истечению 2-х суток роста культуры. В таких условиях срок хранения штамма без пересева составляет не менее 1 года.

Штамм хорошо растет на МПА, КингБ, среде LB, сусло-агаре (состав: концентрат сусла пивного неохмеленного, разбавленный дистиллированной водой до общей концентрации сахаров 10% (10° Баллинга), рН 7,0-7,2 с добавлением 2,0% агара-агара), среде Громько, среде Гаузе №2 (состав: триптон - 2,5 г; пептон - 5,0 г; NaCl - 5,0 г; глюкоза - 10,0 г; агар-агар - 20 г; вода водопроводная - 1000 мл; рН - 7,0-7,4) и минеральной среде (состав: калия фосфат двузамещенный 5.8 г/л, калия фосфат однозамещенный 3 г/л, аммоний серноокислый 1 г/л, глицерин 10 г/л с добавлением 0,7% агара, рН среды 7,0-7,2). Ферментация осуществляется на смеси равных объемов мясо-пептонного бульона и 6°Б неохмеленного пивного сусла (рН 6,9-7,2) при 30°C до 95% спорообразования. Количество КОЕ составляет не менее 5×10<sup>9</sup> в 1 мл.

Исследование патогенности заявляемого штамма для теплокровных животных были проведены в ГБОУ ВПО Казанском Федеральном университете, в результате которых было получено заключение о том, что по показателям вирулентности, диссеминации, токсично-

сти и токсигенности штамм *Bacillus mojavensis* PS17 не патогенен для теплокровных животных и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к промышленным микроорганизмам.

В 2019 году исследования были продолжены с яровой пшеницей на опытном поле ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» в Лаишевском районе и в двух госсортоучастках Республики Татарстан (Чистопольский и Заинский).

Погодные условия в годы проведения исследований резко различались по температурному режиму и количеством выпавших осадков во время вегетации. Весна 2018 г. была засушливой – 6 мая выпало 21,8 мм осадков, или 55,9 % от нормы, в июне 34,4 мм, или 60,7 %, в июле 52 мм (норма). Температура воздуха в мае, июне превышала среднемноголетнюю соответственно на 2,3 и 3,4 °C.

В вегетационный период 2019 года отмечены благоприятные климатические условия. Температура воздуха за вегетационный период оказалась на 1,2 °C выше нормы и составила 16,8 °C. Сумма осадков за май-июнь составила 74 мм, а в июле 59 мм, что превышала среднемноголетнюю норму. ГТК составил – 1,29.

**Анализ и обсуждение результатов.** В таблице 1 представлена урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазу кушения (микрополевой опыт) в 2018 году. В данном опыте использовали различные биологические агенты, но самую максимальную прибавку к контролю дал агент *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95В (2,0 л/га). Обработка семян и использование опрыскивания растений в опытах 2018 году способствовали формированию более высоких урожаев как ячменя, так и яровой пшеницы (табл. 1). Наибольшую прибавку урожайности зерна яровой пшеницы 0,94 т/га и ячменя 1,15 т/га получено при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л/га). Использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2 л/га) обеспечил также значительную прибавку 0,84 т/га и 0,98 т/га урожайности зерна. Большое значение повышения содержания белка в зерне общепризнано. Белковость является количественным признаком с полигенным наследованием и высокой чувствительностью к условиям внешней

среды. Для получения зерна высокого качества большое значение имеют элементы питания и препараты, способствующие лучшему использованию их. Максимальное содержание белка в зерне ярового ячменя и пшеницы 13,7 - 16,7% и натуре 703 - 784 г/л было на варианте с обработкой препаратом *Bacillus subtilis* RECB – 95 В + (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л/га) (табл.2).

В 2019 году на полевых опытах в условиях Лаишевского района (Предкамье) на серых лесных почвах достоверную прибавку урожая яровой пшеницы обеспечили использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В 2 л /га и *Pseudomonas fluorescens* Ризоплан 0,26 и 0,25 т/га соответственно (табл. 3).

На полевых опытах проведенных в этом же году по одной и той же схеме, но в условиях Западного Закамья (Чистопольский ГСУ) на выщелоченных черноземах максимальная урожайность яровой пшеницы 4,53 и 4,50 т/га были сформированы при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) + RECB – 95 В (2 л /га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74В (2 л /га) (табл. 4).

Результаты исследований в условиях Восточного Закамья (Зайинский ГСУ) приведены в таблице 5. Достоверная прибавка урожайности яровой пшеницы была получена при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т + RECB – 95 В 1,0 л/га) и (2,0 л/т) + (2,0 л/га) – 0,50 и 0,35 т/га. Использование *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га) обеспечила прибавку урожайности зерна яровой пшеницы в 0,37 т/га по сравнению с контролем.

#### Выводы.

1. В условиях Предкамья РТ на серых лесных почвах в 2018 году наибольшую урожайность ячменя и яровой пшеницы получили при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га), а в 2019 году достоверную прибавку дала только *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га).

2. В условиях Закамья РТ на выщелоченных черноземах наибольшую урожайность яровой пшеницы получили при использовании *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) + RECB – 95 В (2,0 л/га) и *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) + RECB – 74 В (2,0 л/га).

3. С целью увеличения содержания белка в зерне ячменя и для стабилизации высоких урожаев основной зернофуражной культуры в Республике Татарстан для обработки семян перед посевом и опрыскивание растений во время вегетации целесообразно использовать биологический препарат *Bacillus subtilis* RECB – 95 В.

#### Литература

- Каримова Л.З. Экологическая пластичность сортов ярового ячменя в условиях Республики Татарстан /Л.З. Каримова, Л.С. Нижегородцева, Р.И. Сафин // Вестник Казанского ГАУ № 2 (36) 2015. С.161-163.
- Амиров М.Ф. Оценка влияния биологических препаратов и минеральных удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы / М.Ф. Амиров, А.М. Амиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. - №1 (35) - С.98-102.
- Амиров М.Ф. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы при использовании биологических препаратов и минеральных удобрений/ М.Ф. Амиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2017. - №2 (44) - С.5-8.
- Гараев Р.И. Урожайные свойства и качество семян яровой пшеницы в зависимости от фона питания в условиях Республики Татарстан / И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев / Вестник Казанского ГАУ - 2019. - № 2 (53). С.52-57.
- Амиров М.Ф. Адаптивные технологии возделывания полевых культур / М.Ф. Амиров, В.П. Владимиров, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Казань: Изд-во «Бриг», 2018.-124 с.
- Ганиев А.М. Влияние предпосевной обработки семян на формирование урожайности зерна и качество семян яровой пшеницы в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / А.М. Ганиев, И.М. Сержанов, Ф.Ш. Шайхутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2(50). – С.12-17.
- Шайхутдинов Ф.Ш. Урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Ульяновская 105 в зависимости от уровня питания и нормы высева в условиях Предкамья Республики Татарстан / Ф.Ш. Шайхутдинов, И.М. Сержанов, А.Р. Сержанова, Р.И. Гараев // Современные достижения аграрной науки: Научные труды всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора, академика академии Аграрного образования, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженного изобретателя СССР Гайнанова Хазипа Сабировича, Казань, 26 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 357-361.
- Карпова Л.В. Модификационное воздействие агротехнических приемов на качество семян зерновых культур и прогнозирование их потенциальных возможностей в условиях Среднего Поволжья / Л.В. Карпова // Известия Оренбургского ГАУ.–2009.– Т.1.–С.13-15. - № 3(37).–С.108-111.
- Shaikhutdinov F. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, M. Amirov, I. Serzhanov [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00076.
- Хусаинова, Г.Х. Эффективность комплексной биологизации защиты растений от болезней яровой пшеницы / Г.Х. Хусаинова, Р.И. Сафин // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях: Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии и почвоведения казанского ГАУ и 80-летию члена-корреспондента АН РТ доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ильшата Ахатовича Гайсина, Казань, 17 марта 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 294-299.

**Сведения об авторах:**

Шайхутдинов Фарит Шарипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
 Сержанов Игорь Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
 (igor.serzhanov@mail.ru) Гараев Разиль Ильсурович – кандидат сельскохозяйственных наук,  
 ассистент  
 Хамитова Адиля Раушановна – аспирант  
 Семенов Павел Геннадьевич – аспирант  
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**PRODUCTIVITY OF SPRING EAR CROPS AT  
 APPLICATION OF BACILLUS SUBTILIS-BASED BIOPRODUCTS IN THE CONDITIONS  
 OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

**F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, R.I. Garaev, A.R. Khamitova, P.G. Semenov**

**Abstract.** In 2018-2019 studied the effect of various biological preparations based on *Bacillus subtilis* against diseases of the main grain crops of barley and spring wheat in the conditions of the Republic of Tatarstan. The purpose of the study is to determine the impact of various biological preparations on pathogens during the growing season of barley and spring wheat and the formation of the yield of the tested crops. The soil is gray forest, medium loamy. The content of humus is 4.1% (according to Tyurin), readily hydrolysable nitrogen is 98-112 mg / 1000 g, mobile phosphorus is 206-232, exchangeable potassium is 89-93 mg / 1000 g of soil (according to Kirsanov), the pH of the salt extract is 5.5-5.8. The scheme of a single-factor field experiment included the study of the following options: seed treatment before sowing and without treatment - control, chemical fungicide Dospel (standard KS 1.5 l/t); *Pseudomonas fluorescens* (Rizoplan 1 l/t seed treatment + Risoalpn 1 l/ha (plant spraying)); *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t seed treatment) + RECB-95B, 1.0 l/ha (spraying plants); *Bacillus subtilis* RECB-95B (2.0 l/t) (seed treatment) + RECB-95B, 2.0 l/ha (plant spraying); *Trichoderma viride* RECB - 74B, 2.0 l/t + *Trichoderma viride* RECB - 74B, 2.0 l/ha (plant spraying). Raushan barley variety, Ulyanovsk 100 spring wheat were sown. The maximum increase in barley yield of 1.15 tons per hectare was ensured by the use of the *Bacillus subtilis* RECB-95B preparation during seed treatment of 2.0 l per ton and 2.0 l/ha by spraying plants in the tillering phase. The largest increase in spring wheat grain yield of 0.55 t/ha on average over two years was ensured by the use of the drug at a dose of 2.0 l per ton of seeds + 2.0 l/ha by spraying plants - *Trichoderma viride* RECB - 74 B. The maximum content in barley grain and spring wheat, protein 13.7-16.7% and grain size 703-784 g/l was noted in the variant with seed treatment before sowing with *Bacillus subtilis* RECB-95B (2.0 l/t + 2.0 l/ha spraying plants). On the leached chernozems of the Western Kama region (Chistopolsky GSU), the maximum spring wheat yields of 4.53 and 4.5 t/ha were formed using *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t (seed treatment) + RECB-95B 1 l/ha (spraying plants in the tillering phase) and *Trichoderma viride* RECB - 74 B (2.0 l/t (seed treatment) + RECB - 74 B, 2.0 l/ha (spraying plants)). On the chernozem soils of the Eastern Trans-Kama region (Zainsky GSU) a significant increase of 0.5 t/ha of spring wheat yield was obtained using the biological preparation *Bacillus subtilis* RECB-95B (1.0 l/t seed treatment) + RECB-95B (1 l/ha spraying of plants in the tillering phase), and the use of *Trichoderma viride* RECB - 74 B (2.0 l/t, seed treatment + RECB - 74 B 2 l/ha plant spraying) provided an increase of 0.37 tons of grain per ha compared to the control.

**Key words:** spring barley; spring wheat; seed treatment, plant spraying, strain; biological product; *Bacillus subtilis*; RECB-95B; *Trichoderma viride*; RECB - 74 B; brown spotting; root rot; productivity; grain quality.

**References**

1. Karimova L.Z. Ecological plasticity of spring barley varieties under the conditions of the Republic of Tatarstan / L.Z. Karimova, L.S. Nizhegorodtseva, R.I. Safin // Bulletin of the Kazan State Agrarian University No. 2 (36) 2015. P. 161-163.
2. Amirov M.F. Evaluation of the influence of biological preparations and mineral fertilizers on the productivity of spring durum wheat / M.F. Amirov, A.M. Amirov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2015. - No. 1 (35) - P. 98-102.
3. Amirov M.F. Yield formation of spring soft wheat using biological preparations and mineral fertilizers / M.F. Amirov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. - 2017. - No. 2 (44) - P.5-8.
4. Garaev R.I. Productive properties and quality of spring wheat seeds depending on the background of nutrition in the conditions of the Republic of Tatarstan / I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov, A.R. Serzhanova, R.I. Garaev // Bulletin of the Kazan State Agrarian University - 2019. - No. 2 (53), pp.52-57.
5. Amirov M.F. Adaptive technologies for cultivation of field crops / M.F. Amirov, V.P. Vladimirov, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov // Kazan: Brig Publishing House, 2018.-124 p.
6. Ganiev A.M. Influence of pre-sowing treatment of seeds on the formation of grain yield and quality of spring wheat seeds in the conditions of the Predkama zone of the Republic of Tatarstan / A.M. Ganiev, I.M. Serzhanov, F.Sh. Shaikhutdinov // Grain economy of Russia. - 2017. - No. 2 (50) - P.12-17.
7. Shaikhutdinov F.Sh. Productivity of spring soft wheat variety Ulyanovskaja 105 depending on the level of nutrition and seeding rate in the conditions of the Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan / F.Sh. Shaikhutdinov, I.M. Serzhanov, A.R. Serzhanova, R.I. Garaev // Modern achievements of agrarian science: Scientific works of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of the honored worker of science and technology of the Russian Federation, professor, academician of the Academy of Agricultural Education, laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology, honored inventor of the USSR Gainanov Khazip Sabirovich, Kazan, February 26, 2021. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. - P. 357-361.

8. Karpova L.V. Modification impact of agricultural practices on the quality of seeds of grain crops and forecasting their potential in the conditions of the Middle Volga region / L.V. Karpova // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. –2009.– Т.1.–С.13-15. - No. 3(37).–С.108-111.

9. Shaikhutdinov F. Productivity and grain quality of various types of spring wheat depending on seeding rates and nutrition background on gray forest soil of the Pre-Kama Region of the Republic of Tatarstan / F. Shaikhutdinov, M. Amirov, I. Serzhanov [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020), Kazan, 28–30 мая 2020 года. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 00076.

10. Khusainova, G.Kh. The effectiveness of complex biologization of plant protection against diseases of spring wheat / G.Kh. Khusainova, R.I. Safin // Reproduction of soil fertility and food security in modern conditions: Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Kazan State Agrarian University and the 80th anniversary of the Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Ilshat Akhatovich Gaisin, Kazan , March 17, 2021. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2021. - P. 294-299.

**Authors:**

Shaikhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
Serzhanov Igor Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
(igor.serzhanov@mail.ru) Garaev Razil Ilisurovich – candidate of agricultural sciences, assistant  
Khamitova Adilya Raushanovna – post-graduate student  
Semenov Pavel Gennadievich – post-graduate student  
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia