

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ  
НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКУЮ  
АКТИВНОСТЬ В ПРЕДКАМЬЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН****Р.И. Сафин, И.Х. Вафин, А.А. Абрамова**

**Реферат.** Обработка почвы – один из основных элементов современных систем земледелия. Вместе с тем, именно интенсивная обработка почвы, во многом, служит одной из главных причин деградации почвы и развития процессов ее эрозии. В предотвращении так их негативных явлений большую роль может сыграть развитие ресурсосберегающих, в том числе нулевой (No-till), технологий обработки почвы в полевых севооборотах. Исследования проводили с целью изучения влияния различных систем обработки почвы (отвальной, мульчирующей, комбинированной разноглубинной и нулевой) на ее агрофизические параметры и биологическую активность в производственных условиях в Предкамской зоне Республики Татарстан. Определяли годовую динамику комплекса агрофизических параметров почвы (содержание продуктивной влаги, плотность сложения и др.). Для оценки влияния различных систем обработки почвы на биологическую активность почвы определяли численность почвенных простейших (Protozoa). В условиях острой засухи 2021 г. комбинированная разноглубинная система и система No-till обеспечивали лучшее сохранение влаги, чем отвальная и мульчирующая. При этом в варианте с нулевой обработкой (No-till) плотность сложения почвы оставалась в пределах оптимальных значений и отмечалось накопление влаги в нижнем слое пахотного горизонта. Использование почвозащитных систем обработки (мульчирующей, комбинированной, нулевой), приводило к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с отвальной. Ресурсосберегающие системы обработки почвы способствовали увеличению численности простейших, по сравнению с традиционной вспашкой. В целом, применение ресурсосберегающих систем обработки не ухудшает агрофизические свойства почвы и оказывает положительное влияние на ее биологическую активность.

**Ключевые слова:** системы обработки почвы, обработка почвы, агрофизические показатели почвы, биология почв, почвенные простейшие (Protozoa).

**Введение.** Состояние почвы – один из основных факторов, оказывающих прямое влияние как на продуктивность сельскохозяйственных культур, так и на качественные характеристики сельскохозяйственной продукции. В последние годы, по инициативе ФАО ООН, все большее распространение получает оценка «здоровья» почвы, под которым понимается «...способность почвенной экосистемы ... поддерживать продуктивность растений, животных, приемлемое качество урожая, воды и воздуха, а также обеспечивать здоровье людей, животных и растений» [1]. Необходимость в таком подходе обусловлена сложившейся ситуацией. По данным ФАО, в мировом сельском хозяйстве общая площадь деградированных почв достигла 1,5 млрд га, а потери урожая, связанные только с процессами биологической почвенной деградации (почвоуплотнение, фитотоксичность, почвенные патогены и др.) оцениваются в 25 % [2].

В последние годы все большее распространение в практике мирового сельского хозяйства приобретают технологии обработки почвы по системе No-till. К числу ее достоинств относят снижение энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции, уменьшение процессов водной и воздушной эрозии, накопление органического вещества в почве, а также уменьшение эмиссии парниковых газов [3]. Широко используют такие системы и в земледелии Татарстана [4,5].

Одна из серьезных проблем современного земледелия – переуплотнение почвы. Оно сопровождается уменьшением водопоглотитель-

ной способности почв и ухудшением ее аэрации, что приводит не только к снижению микробной биомассы, но и к задержке развития корней, с последующими потерями урожайности сельскохозяйственных культур [6]. Основной прием управления плотностью сложения почвы и контроля ее переуплотнения – механическая обработка. При этом использование различных систем обработки почвы в севооборотах оказывает разное влияние на ее агрофизические параметры. В ряде исследований было показано, что при минимальной и нулевой обработках почвы уплотнение почвы возрастает [7,8], тогда как другие авторы отмечают противоположные тенденции [9,10].

Живая фаза почвы охватывает различные организмы, постоянно или в течение части своего жизненного цикла обитающую в почвенной среде. Было подсчитано, что биомасса почвенных микроорганизмов может приближаться к сумме всей живой биомассы на поверхности суши [11]. Биологическая активность почвы, в основном, сосредоточена в верхнем ее слое (0...30 см), где на живые компоненты приходится небольшая доля (<0,5 %) от общего объема почвы, которая составляет менее 10 % от общего количества органических веществ в почве [12]. Почвенная биота чрезвычайно разнообразна и выполняет большое количество разнообразных экосистемных функций [13]. Одна из важнейших групп почвенных организмов – простейшие (Protozoa). Это одноклеточные живые организмы. Их основной источник пищи – бактерии, хотя некоторые виды потребляют растворимые

Таблица 1 –Характеристика полей в опытах

Предприятие	№	2020 г.	2021 г.	Система обработки почвы
ООО «Тойма»	1	яровой ячмень	горох	No-till
	2	яровая пшеница	фацелия	No-till
	3	горох	яровой ячмень	мульчирующая
	4	яровой рапс	яровая пшеница	разноглубинная комбинированная
СХПК «Урал»	1	яровой рапс	яровая пшеница	отвальная
	2	горох	яровой ячмень	отвальная
	3	яровой ячмень	кукуруза	отвальная
	4	озимая пшеница	яровой ячмень	отвальная

органические вещества, грибы и себе подобных. Они формируют самую большую биомассу из всех почвенных организмов и живут в водных пленках, покрывающих почвенные агрегаты, а также в заполненных водой порах почвы. Простейшие служат важным источником пищи для многих почвенных организмов [14]. Потребление ими почвообитающих бактерий способствует процессу круговорота питательных веществ, высвобождая доступный азот и фосфор для использования растениями (эффект микробной петли). Кроме того, они способствуют подавлению патогенов обеспечивая конкуренцию за ресурсы. Переуплотнение почвы приводит к снижению как биомассы, так и активности простейших[15], что дает возможность использовать их численность для оценки состояния сельскохозяйственных почв.

Один из наиболее важных вопросов освоении нулевой и других ресурсосберегающих систем обработки почвы – их влияние на почвенную биоту. Большинство исследователей указывает на значительное положительное воздействие таких систем на почвенную биоту и ее активность. Так, нулевая обработка почвы на черноземах привела к повышению ее биологической активности на 20 %, по сравнению со вспашкой[16]. Аналогичные результаты были получены и в других исследованиях[17]. С другой стороны, было показано, что применение нулевой технологии приводит к умень-

шению активности почвенных целлюлозо разрушающих микроорганизмов и накоплению в почве фитопатогенных грибов рода фузариум [18].

В связи с изложенным, возникла необходимость в изучении влияния различных систем обработки почвы на агрофизические свойства и состояние почвенной биоты (численности простейших).

**Условия, материалы и методы.** Исследование агрофизических и биологических свойств проводили трижды: осенью 2020 г., весной (до посева) 2021 г. и осенью 2021 г. В течение вегетации 2021 г. отмечали острозасушливые условия, что отразилось как на агрофизических, так и на биологических свойствах почвы. Оценка проводили на полях ООО «Тойма» и СХПК «Урал» Кукморского муниципального района Республики Татарстан, на которых использовали разные системы обработки почвы (табл. 1):вООО «Тойма» – ресурсосберегающие– нулевая (No-till), мульчирующая (с использованием дискования) и комбинированная разноглубинная; в СХПК «Урал» – отвальная.

Отбор почвенных образцов проводили согласно правилам отбора проб для агрохимического и микробиологического анализов. Лабораторные исследования осуществляли в агрофизической лаборатории кафедры Общего земледелия, защиты растений и селекции, а также в лабораторном комплексе Агроэкологического центра ФГБОУ ВО «Казанский

Таблица 2 – Динамика плотности сложения почвы, г/см<sup>3</sup>

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Слой почвы	Осень 2020 г.	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.
ООО «Тойма»	1	No-till	0...10 см	1,08	1,08	0,98
			10...20 см	1,19	1,18	1,16
	2	No-till	0...10 см	1,04	1,07	1,14
			10...20 см	1,12	1,23	1,15
	3	мульчирующая	0...10 см	1,11	1,14	1,08
			10...20 см	1,28	1,20	1,24
	4	разноглубинная комбинированная	0...10 см	1,19	0,95	1,15
			10...20 см	1,28	1,11	1,19
СХПК «Урал»	1	отвальная	0...10 см	1,30	1,19	1,13
			10...20 см	1,42	1,24	1,12
	2	отвальная	0...10 см	1,24	1,10	1,17
			10...20 см	1,31	1,27	1,24
	3	отвальная	0...10 см	1,03	0,98	1,19
			10...20 см	1,11	1,04	1,14
	4	отвальная	0...10 см	0,99	0,93	1,07
			10...20 см	1,07	0,97	1,12

Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0...20 см, мм

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Осень 2020 г.	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.
ООО «Тойма»	1	No-till	28,33	35,04	18,26
	2	No-till	24,92	31,88	17,62
	3	мульчирующая	31,85	31,34	15,77
	4	разноглубинная комбинированная	24,94	35,66	19,87
СХПК «Урал»	1	отвальная	18,52	29,75	4,79
	2	отвальная	27,26	29,92	15,59
	3	отвальная	38,31	38,35	7,66
	4	отвальная	32,79	38,42	11,26

ГАУ» в 2021 г.

Агрофизические свойства почвы определяли с использованием общепринятых методов анализа [19], количество некоторых простейших в образцах почвы – согласно рекомендациям А.С. Бабенко и др. [20]. Учеты выполняли в трехкратной повторности.

Для оценки запасов влаги в слое 0...20 см использовали следующую шкалу: более 40 мм – отличное, 20...40 мм – удовлетворительное, менее 20 мм – неудовлетворительное. Содержание агрономически ценных агрегатов определяли методом сухого просеивания с оценкой по шкале С.И. Долгова и П.У. Бахтина.

**Результаты и обсуждение.** Оптимальная плотность сложения для развития яровых зерновых культур составляет 1,0...1,25 г/см<sup>3</sup>, озимых зерновых – 1,0...1,3 г/см<sup>3</sup>, гороха – 1,0...1,23 г/см<sup>3</sup>. С учетом этого, можно отметить, что при использовании в ООО «Тойма» системы нулевой обработки почвы (No-till) величина этого показателя оставалась в оптимальных пределах во все периоды учета и во всех слоях пахотного горизонта (табл. 2). В то же время, при использовании мульчирующей системы (дискование) отмечали рост плотности сложения в слое 10...20 см до уровня 1,28 г/см<sup>3</sup> (осень 2020 г), что на 7,5...14,3% выше, чем в вариантах с No-till. Аналогичные показатели осенью 2020 г. отмечены в варианте с разноглубинной системой. К осени 2021 г. плотность сложения в слое почвы 10...20 см при мульчирующей и разноглубинной системах находились в пределах оптимальных значения для зерновых культур, но выше (на 6,8...7,8% для мульчирующей и на 2,5...3,5% для разноглубинной), чем в вариантах с No-till. В СХПК

«Урал», где применяли только вспашку, осенью 2020 г. Отмечали переуплотнение почвы в слое 10...20 см на полях после гороха и рапса, а к осени 2021 г. она вернулась в границы оптимальных значений для зерновых культур (табл. 2).

В условиях острой засухи (осень 2021 г.) разноглубинная комбинированная система и No-till обеспечивали лучшее сохранение влаги в почве, чем отвальная и мульчирующая (табл. 3). Так, при использовании системы No-till накопление влаги в слое 0...20 см было на 11,7...15,8% выше, чем в варианте с дискованием (мульчирующая система). При использовании разноглубинной системы, аналогичный прирост составил 25,9%. Еще более значительные различия в пользу разноглубинной системы и No-till отмечены, по сравнению с показателями варианта со вспашкой.

Применение почвозащитных систем обработки почвы (мульчирующей, разноглубинная, нулевая) в ООО Тойма привело к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с использованием вспашки (табл. 4). Так, если в лучшем варианте с применением вспашки величина этого показателя в слое почвы 0...20 см составляла 72,24%, то при разноглубинной системе она была в 1,18 раза выше. Вместе с тем и при использовании отвальной системы содержание агрономически ценных агрегатов оценивалось как хорошее и удовлетворительное.

Весной 2021 г. максимальную в опыте численность простейших в почве фиксировали в варианте с системой обработки No-till (табл. 5). К осени наилучшие показатели были отмечены при разноглубинной комбинированной

Таблица 4 – Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25...10,0 мм) в слое почвы 0...20 см (осень 2021 г.), %

Предприятие	Номер поля	Система обработка почвы	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	Состояние
ООО «Тойма»	1	No-till	65,13	хорошее
	2	No-till	75,51	хорошее
	3	мульчирующая	76,81	хорошее
	4	разноглубинная комбинированная	85,42	отличное
СХПК «Урал»	1	отвальная	53,56	удовлетворительное
	2	отвальная	72,24	хорошее
	3	отвальная	64,24	хорошее
	4	отвальная	71,90	хорошее

Таблица 5 – Численность простейших в почве, шт./г воздушно-сухой почвы

Номер поля	Система обработки почвы	Слой почвы	Весна 2021 г.	Осень 2021 г.	Изменение
ООО «Тойма»					
1	No-till	0...10 см	137,6	97,8	-
		10...20 см	174,2	337,3	+
2	No-till	0...10 см	105,6	211,8	+
		10...20 см	101,2	116,5	+
3	мульчирующая	0...10 см	93,4	270,0	+
		10...20 см	40,0	65,5	+
4	разноглубинная комбинированная	0...10 см	25,0	457,5	+
		10...20 см	82,4	461,8	+
СХПК «Урал»					
1	отвальная	0...10 см	39,6	159,4	+
		10...20 см	87,05	173,4	+
2	отвальная	0...10 см	34,6	53,8	+
		10...20 см	68,8	231,4	+
3	отвальная	0...10 см	79,1	104,6	+
		10...20 см	44,7	49,8	+
4	отвальная	0...10 см	101,0	170,4	+
		10...20 см	36,4	145,8	+

системе обработки почвы и системе No-till. В целом ресурсосберегающие системы обработки почвы (ООО «Тойма») способствовали увеличению численности простейших, по сравнению с ежегодной вспашкой (СХПК «Урал»). Так, в сумме в слое почвы 0...20 см к осени 2021 г. величина этого показателя в вариантах с No-till составила 328,3...435,1 шт./г, с мульчирующей системой – 335,5 шт./г, с разноглубинной – 919 шт./г, а при использовании вспашки – от 154,4 до 332,8 шт./г.

**Выводы.** При использовании системы нулевой обработки почвы (No-till) показатели плотности сложения остаются в оптимальных пределах во все периоды учета и во всех слоях почвы. На фоне мульчирующей системы обработки почвы отмечается рост плотности сло-

жения в слое 10...20 см, аналогичный, но менее выраженный, эффект характерен и для разноглубинной системы. В условиях острой засухи разноглубинная система и No-till обеспечивают лучшее сохранение влаги, чем отвальная и мульчирующая. Применение почвозащитных систем обработки почвы (мульчирующей, разноглубинной, нулевой) приводит к росту содержания агрономически ценных агрегатов почвы, по сравнению с отвальной системой, то есть улучшает ее структуру.

Использование No-till, и особенно разноглубинной комбинированной системы обработки почвы, обеспечивает более высокую численность простейших в слое почвы 0...20 см.

#### Литература

1. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. М.: Издательство Агрорус, 2016. 288 с.
2. Торопова Е. Ю., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Индукция супрессивности почвы -важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций // Агрохимия. 2016. № 8. С. 44-55.
3. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. №1. С.3-7.
4. Совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах среднего Поволжья / Р.В.Миникаев, Ф.Ш.Шайхутдинов, И.Г.Манюкова, Г.С.Мухутдинова, Д.А.Фатихов, Л.Р. Климova. Казань : Казанский государственный аграрный университет. 2021. 400 с.
5. Миникаев Р. В., Сержанов И. М., Фатыхов Д. А. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков Северной части лесостепи Поволжья // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора А.И. Кузнецова (1930-2015 гг.). Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. 2020. С. 220-230.
6. Канделя М. В., Канделя Н. М., Земляк В. Л., Бумбар И. В. Переуплотнение почв - один из важнейших факторов её деградации // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. №3 (51). С.105-115.
7. Дридригер В.К., Стукалов Р.С., Матвеев А.Г. Влияние типа почвы и её плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. 2017. №2. С. 19-22
8. Кислова А.В., Васильев И.В., Васильева А.С. Влияние минимизации обработки на плодородие почвы и урожайность овса в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского ГАУ. 2012. Т. 3. № 35(1). С. 59–62.
9. Кураченко Н.Л., Колесников А.С., Романов В.Н. Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. 48(1). С.44-50.
10. Ефремова, Е.Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2013. № 2(30). С. 1–5.

11. Gold, T. The deep, hot biosphere // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1992. Vol. 89. P. 6045–6049.
12. Nielsen, M.N. & Winding, A. Microorganisms as Indicators of Soil Health/National Environmental Research Institute, Denmark. 2002. Technical Report No. 388
13. Соколова Т.А. Роль биоты в создании почвенного профиля и функционировании почвы: новые материалы и интерпретация известных фактов и существующих концепций // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 105. С. 208-225.
14. Crotty F.V., Adl S.M., Blackshaw R.P., Murray P.J. Protozoan pulses unveil their pivotal position within the soil food web// Microbial Ecology. 2012. Vol. 63. P. 905-918.
15. Vamforth, S. S. Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystem Quality/ Benckiser, G. (ed.) Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production. CRC Press., 1997.
16. Вильный Р. П. Влияние минимизации обработки чернозема типичного на его биологическое состояние // Почвоведение и агрохимия. 2015. № 1(54). С. 104-114.
17. Менькина, Е. А. Влияние удобрений, предшественников и способов обработки почвы на численность микроорганизмов в посевах озимой пшеницы // Новости науки в АПК. 2018. № 2-2(11). С. 129-130.
18. Карипов Р. Х., Муранец А. П. Разложение целлюлозы микроорганизмами при использовании различных технологий обработки почвы // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2016. № 2(89). С. 117-124.
19. Шейн Е. В., Гончаров В. М. Агрофизика. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. 400с.
20. Бабенка А.С., Булатова У.А., Нужных С.А. Методы учета почвенных беспозвоночных. Тоиск: Из-во Томского ГУ, 2010. 56 с.

#### Сведения об авторах:

Сафин Радик Ильясович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: radiksaf2@mail.ru  
 Вафин Ильшат Хафизович – ассистент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru  
 Абрамова Арина Алексеевна – аспирант кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: abramova92a@yandex.ru  
 Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия.

### FEATURES OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT SOIL TREATMENT SYSTEMS ON ITS AGROPHYSICAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY IN THE PRE-KAMAREGION OF TATARSTAN R.I. Safin, I.Kh Vafin, A.A. Abramova

**Abstract.** Tillage is one of the main elements of modern farming systems. At the same time, it is intensive tillage, in many respects, that is one of the main reasons for the degradation and development of soil erosion processes. To prevent the development of these negative processes, the development of resource-saving tillage systems in field crop rotations, including No-Till technologies, is essential. The aim of the work was to study the influence of various tillage systems (dump, mulch, combined mid-depth and zero) in the Predkamsk zone of the Republic of Tatarstan under production conditions.

In the course of the research, the annual dynamics of a complex of agrophysical soil parameters (productive moisture content, bulk density, etc.) was studied under various tillage systems. In the conditions of an acute drought in 2021, the combined mid-depth system and the No-Till system provide better moisture retention than dump and mulching. At the same time, when using the system of zero tillage (No-Till), the indicators of soil density were within the optimal values and moisture accumulation was noted in the lower layer of the arable horizon. The use of soil-protective tillage systems (mulching, combined, no-till) in comparison with moldboard leads to an increase in the content of agronomically valuable soil aggregates.

To assess the effect of various tillage systems on the biological activity of the soil, the number of soil Protozoa was used as an object of research. As a result of the assessment, it was found that the use of resource-saving tillage systems contributes to a higher number of Protozoa than when using moldboard plowing.

Thus, the use of resource-saving tillage systems does not worsen the agrophysical properties of the soil and has a positive effect on its biological activity (number of Protozoa).

**Key words:** tillage systems, tillage, soil agro-physical indicators, soil biology, soil Protozoa.

#### References

1. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. Moscow: Agrorus Publishing House, 2016. 288 p.
2. Toropova E. Yu., Sokolov M.S., Glinushkin A.P. Induction of soil suppression - the most important factor in limiting the harmfulness of root infections // Agrochemistry. 2016. No. 8. S. 44-55.
3. Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. Influence of No-till technology on the ecological state of the southern chernozems of the Rostov region // Achievements of science and technology of the APK. 2020. №1. S.3-7.
4. Improvement of the soil tillage system in the agrolandscapes of the middle Volga region / R.V. Minikaev, F.Sh. Shaikhutdinov, I.G. Manyukova, G.S. Mukhutdinova, D.A. Fatikhov, L.R. Klimov. Kazan: Kazan State Agrarian University. 2021. 400 p.
5. Minikaev R. V., Serzhanov I. M., Fatykhov D. A. Optimization of the tillage system under conditions of agro-climatic risks in the northern part of the Volga forest-steppe // Scientific, educational and applied aspects of production and processing of agricultural products: Collection materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor A.I. Kuznetsov (1930-2015). Cheboksary: Chuvash State Agrarian University. 2020. S. 220-230.
6. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Zemlyak V. L., Bumbar I. V. Overconsolidation of soils - one of the most important factors of its degradation // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2019. No. 3 (51). pp.105-115.
7. Dridiger V.K., Stukalov R.S., Matveev A.G. Influence of soil type and its density on the yield of winter wheat cultivated using no-till technology in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory // Zemledelie. 2017. No. 2. pp. 19-22
8. Kislov A.V., Vasil'ev I.V., Vasil'eva A.S. Influence of tillage minimization on soil fertility and oat productivity in the

- steppe zone of the Southern Urals // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2012. V. 3. No. 35(1). pp. 59–62.
9. Kurachenko N.L., Kolesnikov A.S., Romanov V.N. Influence of tillage on the agrophysical state of chernozem and productivity of spring wheat // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2018.48(1). pp.44-50.
10. Efremova, E.N. Agrophysical indicators of the soil depending on various tillage // News of the Nizhnevolzhskiyagrouniversity complex. 2013. No. 2(30). pp. 1–5.
11. Gold, T. The deep, hot biosphere // Proc. Natl. Acad. sci. USA. 1992 Vol. 89. R. 6045–6049.
12. Nielsen, M.N. & Winding, A. Microorganisms as Indicators of Soil Health/National Environmental Research Institute, Denmark. 2002 Technical Report No. 388
13. Sokolova T.A. The role of biota in creating a soil profile and soil functioning: new materials and interpretation of known facts and existing concepts // Bulletin of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. 2020. Issue. 105. S. 208-225.
14. Crotty F.V., Adl S.M., Blackshaw R.P., Murray P.J. Protozoan pulses unveiled their pivotal position within the soil food web// Microbial Ecology. 2012. Vol. 63. R. 905-918.
15. Bamforth, S. S. Protozoa: Recyclers and Indicators of Agroecosystem Quality/ Benckiser, G. (ed.) Fauna in soil ecosystems: recycling processes, nutri-ent fluxes, and agricultural production. CRC Press., 1997.
16. R. P. Vilny, “Influence of minimizing the processing of typical chernozem on its biological state,” Eurasian Soil Science and Agrochemistry. 2015. No. 1(54). pp. 104-114.
17. Men'kina, E. A. Influence of fertilizers, precursors and methods of soil treatment on the number of microorganisms in winter wheat crops // News of Science in APK. 2018. No. 2-2(11). pp. 129-130.
18. Karipov R. Kh., Muranets A. P. Decomposition of cellulose by microorganisms when using various technologies for tillage // Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University. S. Seifullin. 2016. No. 2(89). pp. 117-124.
19. Shein E. V., Goncharov V. M. Agrophysics. Rostov n / a.: Phoenix, 2006. 400s.
20. Babenka A.S., Bulatova U.A., Nuzhnykh S.A. Methods for accounting of soil invertebrates. Toisk: From the Tomsk State University, 2010. 56 p.

**Authors:**

Safin Radik Ilyasovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: radiksaf2@mail.ru

Vafin Ilshat Khafizovich – Assistant of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: zemledeliekazgau@mail.ru

Abramova Arina Alekseevna – postgraduate student of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: abramova92a@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

**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 B. 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 B (2,0 л/т (обработка семян + RECB – 74 B, 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 B (2,0 л/т, обработка семян + RECB – 74 B 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 B; 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 кушения (микрореполевой 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 кушения);
4. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (1,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 1,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кушения);
5. *Bacillus subtilis* RECB – 95 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-95 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кушения);
6. *Trichoderma viride* RECB – 74 В (2,0 л/т) (обработка семян) + RECB-74 В, 2,0 л/га (опрыскивание растений в фазу кушения).

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 кушения (микрореполевой 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 складчато-бороздчатой 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-мелелитозу, 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 Dospekh (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.