

Альянс, 2011. – 351 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Minakov I.A., Kulikov I.M. Problemy i perspektivy razvitiya sadovodstva v Rossii / I.A. Minakov, I.M. Kulikov // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2018. – No. 6. – S. 40-46.
2. Fazio, G. (2021). Genetics, Breeding, and Genomics of Apple Rootstocks. In: Korban, S.S. (eds) The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74682-7_6.
3. Bhat, M., et al. (2022). Impact analysis of clonal rootstocks × scions interface on scab and Alternaria leaf blotch of apple. *Indian Phytopathology*. 75. <https://doi.org/10.1007/s42360-022-00470-3>.
4. Tarova Z.N. Otsenka zimostoykosti novykh slaboroslykh klonovykh podvoev yablони селексии Michurinskogo GAU v polevykh i laboratornykh usloviyakh / Z.N. Tarova, N.L. Churikova, R.V. Papikhin, M.L. Dubrovskiy // Vestnik Michurinskogo GAU. – 2019. – No. 3 (58). – S. 27-31.
5. Trunov YU.V. Seleksiya klonovykh podvoev yablони v Michurinskom gosudarstvennom agrarnom universitete: dostizheniya i perspektivy / Yu.V. Trunov, M.L. Dubrovskiy, A.V. Solovov // Teoriya i praktika adaptivnoy seleksii rasteniy: sb. nauchn. trud. po materialam Mezhdunar. nauchn.-praktich. konferents. – Krasnodar: Kubanskiy GAU imeni I.T. Trubilina, 2021. – S. 59-63.
6. Bezukh E.P. Klonovye podvoi plodovykh kultur na Severo-Zapade Rossiyskoy Federatsii / E.P. Bezukh, N.S. Krayushkina // Sbornik nauchnykh trudov GNU SZNIIMESKh Rosselkhozakademii. – Sankt-Peterburg, 2009. – Vyp. 81. – S. 96-102.
7. Bezukh E.P. Kombinirovannaya sistema vyrashchivaniya sazhentsev yablони i grushi / E.P. Bezukh, G.P. Atroshchenko // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 42. – S. 36-42.
8. Gorbacheva N.N. Kachestvo posadochnogo materiala yablони v zavisimosti ot sposoba vyrashchivaniya / N.N. Gorbacheva // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya: sb. nauchn. tr. mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava. – Sankt-Peterburg: SPbGAU, 2017. – CH. 1. – S. 44-47.
9. Potapov V.A. Slaboroslyy intensivnyy sad / V.A. Potapov, A.S. Ulyanishchev, YU.V. Krysanov. – Moskva: Rosagropromizdat, 1991. – 219 s.
10. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur. – Orel: VNISPK, 1999. – 606 s.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B.A. Dospekhov. – Moskva: Alyans, 2011. – 351 s.



УДК 631.8.022.3

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-41-49

**В.С. Курсакова, О.И. Антонова,
Л.А. Ступина, Е.М. Комякова**
V.S. Kursakova, O.I. Antonova,
L.A. Stupina, E.M. Komyakova

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ БИОПРЕПАРАТАМИ «СПОРЕКС» И «ЦИТОГУМАТ СТАРТ» НА ФОНЕ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

EFFECTIVENESS OF PRE-SOWING TREATMENT OF SPRING WHEAT SEEDS WITH SPOREKS BIOLOGICAL PRODUCT AND TSITOGUMAT START FERTILIZER AGAINST THE BACKGROUND OF MINERAL FERTILIZERS

Ключевые слова: биопрепараты, минеральные удобрения, микробиологическая активность, качество зерна, урожайность.

Keywords: biological products, mineral fertilizers, microbiological activity, grain quality, yielding capacity.

Особое значение в современных условиях возделывания сельскохозяйственных культур приобретает использование микробных препаратов и комплексных органоминеральных удобрений для производства безопасной растениеводческой продукции. В условиях Биской-Чумышской зоны Алтайского края проведены исследования в полевом опыте с предпосевной обработкой семян яровой пшеницы сорта KWS Сансет РС2 биопрепаратом «Спорекс» и комплексным органоминеральным удобрением «Цитогумат Старт» по предшественнику рапс на фоне внесения минерального удобрения $N_{75}P_{18}K_{18}$ (в том числе при посеве $N_{41}P_{18}K_{18}$) в сравнении с использованием протравителя Даймонд Супер. Провели оценку состояния микробного сообщества посевом почвенных суспензий на плотные питательные среды, а также оценили направленность микробиологических процессов, формирование элементов структуры урожая яровой пшеницы и качество зерна стандартными методиками, применяемыми в микробиологических исследованиях и растениеводстве. Полученные результаты показали, что биопрепарат «Спорекс», как биофунгицид и фосфатмобилизатор, на фоне внесения $N_{75}P_{18}K_{18}$ по сравнению с принятой в хозяйстве технологией предпосевной обработки семян яровой пшеницы повышает разложение льняного полотна, протеолитическую активность, количество азотобактерий, способствуя росту урожайности на 0,22 т/га. Органоминеральное удобрение «Цитогумат Старт» благодаря содержанию в составе макро- и микроэлементов усиливает процесс минерализации органического вещества и обеспечивает получение прибавки на 0,12 т/га. Наибольшее увеличение урожайности на 0,30 т/га обеспечивается при совместном использовании Спорекса с Цитогуматом Старт для предпосевной обработки семян, что достигается усилением микробиологических процессов и повышением активности ферментов целлюлазы и протеазы. При этом увеличивается содержание белка в зерне пшеницы с 13,13 до 13,47 %, а клейковины – с 24,38 до 27,03%, масса 1000 зерен несколько снижается. Зерно относится к 3-му классу качества. Затраты на изучаемые препараты не

превышают таковые при использовании химического протравителя Даймонд Супер.

Under modern conditions of crop growing, the use of microbial products and complex organo-mineral fertilizers to obtain safe plant products is of particular importance. In the Biya-Chumysh zone of the Altai Region, we conducted a field experiment with pre-sowing treatment of KWS Sunset spring wheat seeds with the Sporeks biological product and the Tsitogumat Start complex organo-mineral fertilizer after rape as preceding crop against the background of the application of $N_{75}P_{18}K_{18}$ mineral fertilizer (including $N_{41}P_{18}K_{18}$ at sowing) in comparison with the Diamond Super seed dressing agent. The evaluation of the state of the microbial community was carried out by the inoculation of soil suspensions on dense nutrient media; and the direction of microbiological processes and the formation of structural elements of spring wheat yield formula and grain quality were evaluated by the standard methods used in microbiological research and plant growing. The obtained results showed that the biological product Sporeks as a biofungicide and phosphate mobilizer, against the background of $N_{75}P_{18}K_{18}$ application compared to the technology of pre-sowing treatment of spring wheat seeds used on the farm, increased the decomposition of flax linen, proteolytic activity, azotobacteria count, and contributed to the yield gain by 0.22 t ha. The organo-mineral fertilizer Tsitogumat Start, due to the content of macro- and micronutrients in its composition, enhanced the process of organic matter mineralization and ensured a gain of 0.12 t ha. The greatest yield gain by 0.30 t ha was ensured by the combined use of Sporeks and Tsitogumat Start for pre-sowing seed treatment which was achieved by enhancing microbiological processes and increasing the activity of cellulase and protease enzymes. At the same time, the protein content in wheat grain increased from 13.13 to 13.47%, and gluten content - from 24.38 to 27.03%; thousand-kernel weight decreased slightly. The grain belonged to the 3rd quality class. The costs of the studied products did not exceed those when using the chemical seed dressing agent Diamond Super.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: nihim1@mail.ru.

Ступина Лилия Александровна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Комякова Евгения Михайловна, к.с.-х.н., зав. лабораторией, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: komyakova75@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: nihim1@mail.ru.

Stupina Liliya Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Komyakova Evgeniya Mikhaylovna, Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: komyakova75@mail.ru.

Введение

В последние десятилетия значительно расширились представления о роли микроорганизмов в жизни растений, их роли в биологизации и

агроресурсосбережении. Актуальным является создание микробиологических технологий, расширяющих адаптационный потенциал растений за счет оптимизации почвенного микробиома.

Спектр воздействия микроорганизмов, фиксирующих азот атмосферы, на растения достаточно широк. Микроорганизмы ускоряют процесс трансформации органических остатков растений, гумусовых веществ, снабжая растения дополнительными минеральными источниками питания. Они способны уменьшать дозы минеральных удобрений и повышать коэффициент их использования, а также устойчивость культур к неблагоприятным факторам внешней среды, стимулировать рост, увеличивая их иммунитет, защиту от болезней, урожайность культур и их качество [1].

В исследованиях, проводимых в Якутии на яровой пшенице, используемые препараты ризобактерий «Ризоагрин», «Мобилин» и «Мизорин» увеличивали высоту растений, количество зерен в колосе, массу корней, листьев, соцветий, соломы, что повысило урожайность зерна на 25-41% [2].

В условиях Ростовской области в 2013-2014 гг. на обработанных биопрепаратами «Экстрасол» и «Флавобактерин» вариантах урожайность пшеницы составила 5,87-5,93 т/га, что больше контроля на 0,60-0,66 т/га [3].

В вегетационных опытах с биопрепаратами и Микоризой у пшеницы сорта Ленинградская 6 бактериальные препараты «Флавобактерин», «Мизорин», КП-14, 2П-5 и «Микориза» повышали содержание общего азота в зерне на 15-43%, а «Микориза» – на 10% [4].

С.Н. Никитиным и С.А. Захаровой была изучена эффективность Ризоагрина, Флавобактерина, Азоризина, Агрофила, Мизорина и Экстрасола в чистом виде и на фоне минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ на продуктивность яровой пшеницы. Без удобрений урожайность пшеницы от инокуляции повысилась в среднем на 0,29 т/га. Максимальные прибавки 0,33-0,49 т/га получены от использования Экстрасола, Флавобактерина и Ризоагрина. На фоне минеральных удобрений прибавки урожайности составили 0,36-0,49 т/га [5].

В работах Курсаковой В.С. с соавторами на алтайских черноземах приводятся данные с разными сортами пшеницы и ячменя с использованием препаратов корневых diaзотрофов: «Биоплант-К», «Мобилин», «Мизорин», «Ризоагрин», «Флавобактерин», «Азоризин», штамм Я-2, штамм 2П-5, а также грибного препарата «Микориза» как самостоятельно, так и по фону $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Показано, что разные сор-

та пшеницы неоднозначно реагируют на симбиоз с микроорганизмами, и их действие очень сильно зависит от климатических особенностей года [6]. Инокуляция монопрепаратами увеличивала урожайность на 8,0-53,5%, а применение двойных и тройных смесей препаратов – в 1,5-2,0 раз и более по сравнению с монопрепаратами.

Очень эффективным оказался симбиоз ассоциативных бактерий с Микоризой. Так, пшеница сорта Степная волна на препарате «Мобилин» сформировала урожайность 2,66 т/га, а в сочетании с препаратом «Микориза» – 3,32 т/га. На фоне минеральных удобрений $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ прирост урожайности составил 121,5-128,8% от контроля без удобрений и 91,0-79,3% от фона удобрений [6].

Исследования с двумя сортами твердой пшеницы Алтайский янтарь (среднеспелый сорт) и Алейская (позднеспелый сорт) показали их высокую отзывчивость на предпосевную обработку препаратами «Мизорин», «Ризоагрин», «Флавобактерин» и их сочетаний. От одностороннего применения препаратов максимальные прибавки у обоих сортов получены на Флавобактерине – 29,4-47,0% соответственно. При сочетании препаратов у сорта Алейская прибавки составили 9,48-36,02%, с максимальными значениями на смеси Мизорин+Ризоагрин, а у сорта Алтайский янтарь – 40,81-56,13% с максимальным увеличением от тройной смеси [7].

Высокая эффективность применения препаратов ассоциативных diaзотрофов проявляется на почвах с нулевой и поверхностной обработкой. На посевах яровой пшеницы Алтайская 530 при нулевой обработке почвы применение микробных препаратов обеспечивало рост урожайности с 10,6 ц/га на контроле на 59,4-73,5% от инокуляции, с наибольшим эффектом от Мизорина [8].

Отмечено не только увеличение урожайности сортов твердой пшеницы при применении препаратов ассоциативных бактерий, но и повышение биологической активности почвы по степени разложения льняного полотна, которая на всех инокулированных вариантах превышала контроль (28,23%) на 8,8-44,1%. Наиболее высокой она была на вариантах с инокуляцией Флавобактерином (44,68%), Ризоагрином (36,4%) и на смеси трех препаратов (35,7%) [7].

В 2011-2013 гг. в СибНИИСХ исследованиями было установлено, что определяющее влия-

ние на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы оказывают условия выращивания (75,4%), затем доля генотипа растений (11,7%), а инокуляция (генотип бактерий) составляет всего 1,6%. В засушливых условиях урожайность пшеницы была ниже, чем во влажных, но действие препаратов на урожайность в процентах по сравнению с контролем было более высоким [9].

Многочисленными исследованиями в разных регионах РФ и за рубежом доказано, что микробные препараты комплексного действия благоприятно воздействуют на микробиом почвы, увеличивая его биогенность и биологическую активность, что способствует поддержанию плодородия почв [11-14].

Целью работы явилось изучение действия предпосевной обработки семян контактным биофунгицидом, фосфатмобилизатором «Спорекс» и «Цитогуматом Старт» – жидким органоминеральным удобрением на показатели биологической активности почвы, потребление основных элементов питания, формирование урожайности зерна и его качество.

Методика проведения исследования

Изучение действия биопрепаратов «Спорекс» и «Цитогумат Старт» при предпосевной обработке семян проводили в КФХ «Иванов А.Н.», расположенном в Бийско-Чумышской зоне Алтайского края в производственном опыте с площадью делянки 1 га в 3-кратной повторности. Высевали пшеницу среднеспелого типа сорт KWS Сансет РС2, устойчивый к засухе, полеганию, мучнистой росе, умеренно восприимчивый к ржавчине, септориозу и фузариозу колоса. Норма посева 4 млн всхожих зерен на 1 га. Дата посева 24 мая 2024 г. В день посева семена обрабатывали биопрепаратами «Спорекс» 0,3 л/т, «Цитогумат Старт» – 0,5 л/т и их совместным сочетанием с аналогичными дозами. Расход рабочей жидкости 10 л/т. Схема приведена в таблице 1. За контроль взят вариант с обработкой семян химическим протравителем Даймонд Супер КС в дозе 1 л/т.

Опыт закладывали по фону минеральных удобрений $N_{75}P_{18}K_{18}$, в том числе $N_{41}P_{18}K_{18}$ (100 кг аммиачной селитры и 70 кг диаммофоски), внесены были при посеве пшеницы. По вегетации пшеницы в целях ее защиты применяли гербициды Властелин, ВК, Статус Макс, ВДГ, Фокстрот Экстра, КЭ; фунгициды: Прони Плюс, КЭ, ЭЛАТУС Эйс, КЭ и акарицид: Готика, КС.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный с pH 5,9, содержанием гумуса – 4,0%, повышенной обеспеченностью нитратным азотом – 33 мг/кг, очень высокой – подвижным фосфором – 271 мг/кг и высокой – обменным калием – 90,5 мг/кг. При этом в почве низкая обеспеченность микроэлементами: цинком – 0,118 мг/кг, медью – 0,114, кобальтом <0,05 мг/кг, средняя по марганцу – 12,15 мг/кг и железом – 0,187 мг/кг.

В фазу полного созревания пшеницы провели учет численности аммонифицирующих бактерий, бактерий иммобилизаторов, грибов, глубинным посевом на твердые питательные среды согласно рекомендациям [12, 15]. Учитывали плотность азотобактера на среде Эшби, протеолитическую активность по разложению фото-пленки через 21 день, целлюлолитическую активность – разложением льняного полотна через три месяца после закладки [15].

Оценку направленности микробиологических процессов осуществляли по коэффициенту минерализации (КАА/МПА) и иммобилизации (МПА/КАА) [по Е.Н. Мишустину], коэффициенту трансформации органического вещества (P_m). Его рассчитывают по формуле: $P_m = (МПА + КАА) \times (МПА/КАА)$. Учет урожая – сноповым методом. Содержание белка и клейковины определяли по ГОСТ 10846-91 и ГОСТ 54478-2011, массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89. Статистическую обработку результатов провели в программе Excel и дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову.

Биопрепарат «Спорекс» – контактный биофунгицид против широкого спектра возбудителей болезней, фосфатмобилизатор на основе консорциума PGPR-бацилл *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium var phosphaticum*, Цитогумат Старт – жидкое органоминеральное удобрение, содержащее комплекс макро- и микроэлементов, гуминовые соединения и фульвокислоты, обеспечивает стартовое питание, активизирует почвенную биоту, является иммуномодулятором и антистрессантом.

Погодные условия вегетационного периода 2024 г. характеризовались высоким количеством осадков – 283 мм (норма 237 мм) и высокими температурами за вегетацию 2262⁰С (норма 1967⁰С). ГТК за вегетацию составил 1,25 против 1,04 по норме. Выпадение осадков отличалось их равномерным распределением: за май – 79,4 мм, июнь – 47,4 мм, июль – 75,9 мм и август 75,8 мм. При этом ГТК, соответственно, был ра-

вен 2,05; 0,78; 1,13 и 1,28, т.е. по тепло- и влагообеспеченности условия вегетационного периода были благоприятными для яровой пшеницы.

Результаты исследования

Учет численности микроорганизмов в период уборки позволил выявить закономерности по вариантам предпосевной обработки семян.

Обработка семян биопрепаратами повышала численность быстро растущих аммонифицирующих бактерий от 3,70 млн шт. контрольных на 1,0-2,55 млн шт., а медленно растущих – на 1,58-6,35 млн шт. при 7,82 млн КОЕ на контрольном варианте. Наибольшее и достоверное увеличение данной группы бактерий отмечалось от использования консорциума микроорганизмов в препарате «Спорекс» (табл. 1). Численность микроорганизмов, использующих минеральный азот, существенно повышалась от совместного применения препаратов, достигая 12,39 при 7,0 млн КОЕ на контроле. Наиболее активная минерализация органических остатков отмечалась на варианте с применением Цитогумат Старт: коэффициент минерализации равен 1,18, при этом процессы иммобилизации были низкими. Коэффициент иммобилизации составил 0,85. Наиболее высокое накопление

органического вещества отмечалось на варианте с применением препарата «Спорекс» (табл. 2), по которому коэффициент иммобилизации составлял 1,89 и отмечался высокий коэффициент трансформации органического вещества Пм=40,94. Совместное применение биопрепаратов «Спорекс» и «Цитогумат Старт» несколько повышало эти процессы относительно контроля, где гумусонакопление было минимальным (Пм=16,56), но менее значительно, чем отдельное применение Спорекса.

Численность почвенных микромицетов на контроле составляла 13,99 тыс. КОЕ, а от применения биопрепаратов повышалась на 0,59-11,65 тыс. КОЕ с достоверным увеличением от использования Цитогумата Старт и при совместном применении его со Спорексом.

Общая численность зимогенной микрофлоры от применения биопрепаратов «Спорекс» и «Цитогумат Старт» также повышалась от 46,52 на контроле до 59,42 млн КОЕ на варианте с применением Цитогумат Старт и 57,7 млн КОЕ при использовании обоих препаратов (табл. 1). Отмечена достаточно тесная связь урожайности яровой пшеницы с общей численностью микроорганизмов ($r=0,66$).

Таблица 1

Микробиологическая активность в почве при использовании биопрепаратов «Спорекс» и «Цитогумат Старт»

Вариант	Численность аммонификаторов, растущих на МПА, млн КОЕ/г почвы		Численность иммобилизаторов, растущих на КАА, млн КОЕ/г почвы	Грибы, тыс. КОЕ/г почвы	Общая численность микроорганизмов*, млн КОЕ/г почвы
	на 1-й день	на 3-й день			
Контроль	3,70	7,82	7,00	13,99	46,52
Спорекс 0,3 л/т	6,25	14,17	7,50	14,58	49,61
Цитогумат Старт 0,5 л/т	4,70	9,40	11,11	19,23	59,42
Спорекс + Цитогумат Старт (0,3+0,5 л/т)	5,56	11,54	12,39	25,64	57,70
НСР ₀₅	3,38	5,32	4,63	6,08	10,88

Примечание. *r – коэффициент корреляции общей численности микроорганизмов с урожайностью пшеницы, равный 0,66.

Применение биопрепаратов увеличивало целлюлозолитическую активность в 2,1-2,6 раза. Наиболее высокой она была при обработке семян консорциумом микроорганизмов препарата «Спорекс» 85,73% против 33,06% на контроле. Это позволяет заключить, что данные штаммы, активно разлагая целлюлозу, способствуют и накоплению гумуса в почве. Похожая закономерность прослеживается и по изменению азотобактера по вариантам опыта. Наибольшая его плотность 97,78% отмечена при совместном

применении препаратов, но от обработки семян только Спорексом его заселенность была чуть меньше – 94,44%.

Оценка формирования элементов структуры урожая показала изменения при использовании применяемых биопрепаратов. Так наиболее значительно изменился коэффициент продуктивной кустистости при обработке семян биопрепаратом «Спорекс» – с 1,12 до 1,34. Количество колосков, зерен в колосе и масса зерна одного колоса значительно повышались от совместного

применения Спорекса с Цитогуматом Старт (табл. 3). Отмечено достоверное влияние изучаемых препаратов на показатели элементов

структуры урожая, а также их положительная тесная связь с урожайностью яровой пшеницы KWS Сансет PC2 ($r = 0,68-0,91$).

Таблица 2

Микробиологическая активность почвы при использовании биопрепаратов «Спорекс» и «Цитогумат Старт»

Вариант	Коэффициент			Протеолитическая активность, % (0-10 см)	Разложение льняного полотна, %	Азотобактер, %
	минерализации (КАА/МПА)	иммобилизации (МПА/КАА)	трансформации органического вещества (Пм)			
Контроль	0,90	1,12	16,56	1,99	33,06	77,78
Спорекс	0,53	1,89	40,94	5,58	85,73	94,44
Цитогумат Старт	1,18	0,85	17,35	5,01	68,92	81,11
Спорекс + Цитогумат Старт	1,07	0,93	22,29	6,83	77,86	97,78

Таблица 3

Биометрия яровой пшеницы и некоторые элементы структуры урожая при использовании биопрепаратов

Вариант	Количество растений, шт/м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Высота растений, см	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна 1 колоса, г
Контроль	333,1	1,12	89,0	15,1	24,1	1,07
Спорекс	324,3	1,34	87,7	16,3	27,3	1,18
Цитогумат Старт	305,3	1,22	87,2	15,5	25,7	1,14
Спорекс + Цитогумат Старт	331,1	1,21	90,0	17,7	29,5	1,23
НСР ₀₅	11,3	0,13	3,65	0,04	0,93	0,05
r – коэффициент корреляции с урожайностью	0,71	0,86	0,16	0,68	0,81	0,91

Оценка урожайности яровой пшеницы показала достоверное её повышение от применяемых препаратов (табл. 4). Прибавки относительно контроля 4,99 т/га, где использовалась предпосевная обработка семян протравителем Даймонд Супер, составляли 0,12-0,30 т/га, или выше на 2,4-6,0% с наибольшим показателем от использования Спорекс совместно с Цитогумат Старт.

Использование биопрепаратов несколько снижало массу 1000 зерен, что можно объяснить компенсацией за утраченные растения и стебли. Она находилась в тесной отрицательной связи с урожайностью. Но содержание белка и клейковины от изучаемых препаратов существенно увеличивалось (табл. 4). Наибольший эффект в повышении качества зерна получен по биопрепарату «Спорекс» – белок увеличился на 2,14%, а клейковина – на 2,91%.

Таблица 4

Урожайность и качество зерна сорта KWS Сансет PC2

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 зерен, г	Содержание, %	
		т/га	%		белка	клейковины
Контроль	4,99	-	-	45,75	13,13	24,38
Спорекс	5,21	0,22	4,4	44,46	15,27	27,29
Цитогумат Старт	5,11	0,12	2,4	44,82	15,00	27,03
Спорекс + Цитогумат Старт	5,29	0,30	6,01	44,66	13,47	27,03
НСР ₀₅	0,102	-	-	0,34	1,27	1,58
r – коэффициент корреляции с урожайностью пшеницы	-	-	-	-0,62	0,49	0,68

Оценивая затраты на применение препаратов для обработки семян, можно отметить, что при использовании Даймонд супер в дозе 1 л/т затрачивается 1442 руб., Спорекса в дозе 0,3 л/т – 1026 руб., Цитогумата Старт 0,5 л/т – 375 руб., а при совместном применении Спорекса с Цитогуматом Старт – 1401 руб.

Выводы

Использование биопрепарата «Спорекс» и органо-минерального комплекса «Цитогумат Старт» при возделывании яровой пшеницы по предшественнику рапс с мульчированием соломы на фоне внесения минеральных удобрений $N_{75}P_{18}K_{18}$ в сравнении с принятой в хозяйстве предпосевной обработкой протравителем Даймонд Супер повышает разложение льняного полотна, коэффициент гумификации, протеолитическую активность, количество азотобактерий, уровень потребления азота, фосфора и калия. Использование биопрепарата «Спорекс» способствует росту урожайности зерна на 0,22 т/га. Органо-минеральный комплекс Цитогумат Старт обеспечил получение несколько меньшей прибавки 0,12 т/га, но при этом также отмечено усиление активности процессов минерализации благодаря содержанию в составе макро- и особенно микроэлементов. Совместное применение препаратов повысило урожайность на 0,3 т/га. При этом увеличивается содержание белка и клейковины в зерне яровой пшеницы, что тесно коррелирует с её урожайностью ($r = 0,49-0,68$).

Затраты на применение изучаемых препаратов не превышают таковые на использование применяемого протравителя.

Библиографический список

1. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / под редакцией: А. А. Завалина, А. П. Кожемякова. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2010. – 64 с. – Текст: непосредственный.
2. Яковлева, М. Т. Влияние микробных препаратов на основе штаммов ассоциативных бактерий на урожайность яровой пшеницы в условиях Центральной Якутии / М. Т. Яковлева. – Текст: непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 3 (363) – С. 45-46.
3. Опыт применения биопрепаратов и регуляторов роста на озимой пшенице / А. Я. Ксенз,

В. М. Мажара, С. Д. Ридный, [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2016 – № 2 (22). – С. 135-139.

4. Хуаз, С. Х. Исследование влияния предпосевной комплексной и моноинокуляции различными биопрепаратами на высоту, продуктивность и содержание элементов питания в зерне яровой пшеницы / С. Х. Хуаз, С. В. Кондрат. – Текст: непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2 (63). – С. 69-75.

5. Никитин, С. Н. Эффективность применения биопрепаратов на яровой пшенице / С. Н. Никитин, С. А. Захаров. – Текст: непосредственный // Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)/ NAUKI ROLNICZE. – 2016. – № 7. – Р. 165-168.

6. Курсакова, В. С. Опыт использования препаратов корневых diaзотрофов и микоризы в технологиях возделывания зерновых культур в степной зоне Алтайского края / В. С. Курсакова, Л. А. Ступина. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 20-27.

7. Курсакова, В. С. Формирование урожайности твердой пшеницы при использовании препаратов корневых diaзотрофов и микоризы в условиях колочной степи Алтайского края / В. С. Курсакова, О. О. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (123). – С. 33-38.

8. Курсакова, В. С. Эффективность препаратов корневых diaзотрофов в посевах яровой пшеницы при минимальной обработке почвы / В. С. Курсакова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 10 (168). – С. 5-12.

9. Аужанова, А. Д. Оценка действия абиотических факторов и биопрепарата ризоагрин на микробиологическую активность почвы, адаптивность и продуктивность яровой мягкой пшеницы: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Аужанова Асаргуль Дюсембаевна. – Омск, 2015. – 18 с. – Текст: непосредственный.

10. Нарушева, Е. А. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность гречихи и биологическую активность чернозема выщелоченного в среднем Поволжье /

Е. А. Нарушева, В. В. Пронько, Е. С. Юрченко. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 2009. – № 12. – С. 35-44.

11. Чевердин, А. Ю. Влияние биопрепаратов на основе ассоциативных бактерий на микробиологическую активность чернозема сегрегационного / А. Ю. Чевердин, Ю. И. Чевердин, В. И. Трусов. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 2019. – № 12. – С. 22-31.

12. Муха, В. Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха. – Текст: непосредственный // *Сборник научных трудов Харьковского сельскохозяйственного института*. – Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13-16.

13. Захаров, С. А. Влияние комплексного органоминерального удобрения (КОМУ) и биопрепаратов на продуктивность озимой пшеницы и биологическую активность почвы в Ульяновской области / С. А. Захаров. – Текст: непосредственный // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2021. – № 3 (55). – С. 60-64.

14. Bahrampour T., Moghanlo V.S. (2012). Evaluation of soil biological activity after soil contaminating by crude oil. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 2: 671–679.

15. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г.И. Перверзева. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 238 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniya biopreparatov kompleksnogo deystviya / pod red. A.A. Zavalina, A.P. Kozhemyakova. – Sankt-Peterburg: Khimizdat, 2010. – 64 s.

2. Yakovleva M.T. Vliyanie mikrobykh preparatov na osnove shtammov assotsiativnykh bakteriy na urozhaynost yarovoy pshenitsy v usloviyakh Tsentralnoy Yakutii / M.T. Yakovleva // *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*. 2018. No. 3 (363) – S. 45-46.

3. Ksenz A.Ya. Opyt primeneniya biopreparatov i regulyatorov rosta na ozimoy pshenitse / A.Ya. Ksenz, V.M. Mazhara, S.D. Ridnyy, E.B. Demina, V.V. Kolesnik // *Vestnik APK Stavropolya*. 2016. No. 2 (22). – S. 135-139.

4. Khuaz S.Kh., Kondrat S.V. Issledovanie vliyaniya predposevnoy kompleksnoy i monoinokulyatsii razlichnyimi biopreparatami na vysotu, produk-

tivnost i sodержanie elementov pitaniya v zerne yarovoy pshenitsy // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – No. 2 (63). – S. 69-75.

5. Nikitin S.N. Effektivnost primeneniya biopreparatov na yarovoy pshenitse / S.N. Nikitin, S.A. Zakharov // *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal) / NAUKI ROLNICZE*. No. 7. 2016. P. 165-168.

6. Kursakova V.S. Opyt ispolzovaniya preparatov kornevykh diazotrofov i mikorizy v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya zernovykh kultur v stepnoy zone Altayskogo kraya / V.S. Kursakova, L.A. Stupina // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No. 6 (164). – S. 20-27.

7. Kursakova V.S. Formirovanie urozhaynosti tverdoy pshenitsy pri ispolzovanii preparatov kornevykh diazotrofov i mikorizy v usloviyakh kolochnoy stepi Altayskogo kraya / V.S. Kursakova, O.O. Kuznetsov // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. No. 1 (123). – S. 33-38.

8. Kursakova V.S. Effektivnost preparatov kornevykh diazotrofov v posevakh yarovoy pshenitsy pri minimalnoy obrabotke pochvy / V.S. Kursakova // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No. 10 (168). – S. 5-12.

9. Auzhanova A.D. Otsenka deystviya abioticheskikh faktorov i biopreparata rizoagrin na mikrobiologicheskuyu aktivnost pochvy, adaptivnost i produktivnost yarovoy myagkoy pshenitsy: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Omsk, 2015. – 18 s.

10. Narusheva E.A. Vliyanie mineralnykh udobreniy i biopreparatov na urozhaynost grechikhi i biologicheskuyu aktivnost chernozema vyshchelochennogo v Srednem Povolzhe / E.A. Narusheva, V.V. Pronko, E.S. Yurchenko // *Agrokhimiya*. 2009. No. 12. – S. 35-44.

11. Cheverdin A.Yu., Vliyanie biopreparatov na osnove assotsiativnykh bakteriy na mikrobiologicheskuyu aktivnost chernozema segregatsionnogo / A.Yu. Cheverdin, Yu.I. Cheverdin, V.I. Trusov // *Agrokhimiya*. 2019. No. 12. – S. 22-31.

12. Mukha V.D. O pokazatelyakh, otrazhayushchikh intensivnost i napravlennost pochvennykh protsessov / V.D. Mukha // *Sbornik nauchnykh trudov Kharkovskogo SKhI*. – Kharkov, 1980. – Т. 273. – С. 13-16.

13. Zakharov S.A. Vliyanie kompleksnogo organomineralnogo udobreniya (KOMU) i bioprepara-

тов на продуктивность озимой пшеницы и биологическую активность почвы в Улановской области / S.A. Zakharov // Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2021. No. 3 (55). – S. 60-64.

14. Bahrapour T., Moghanlo V.S. (2012). Evaluation of soil biological activity after soil contaminating by crude oil. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 2: 671–679.

15. Tepper E.Z. Praktikum po mikrobiologii / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva. – Moskva: Agropromizdat, 1987. – 238 s.

Работа выполнена по заказу МСХ РФ за счет средств субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на 2024 год по теме «Изменение микробиома и управление углеродным циклом с помощью биологических методов в условиях почвозащитного ресурсосберегающего земледелия». СОГЛАШЕНИЕ № 082-03-2024-223 от 26.01.2024 г.



УДК 631.421

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56

В.И. Беляев, В.Н. Кузнецов

V.I. Belyaev, V.N. Kuznetsov

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАПАСЫ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ ПЕРЕД ПОСЕВОМ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

EFFECT OF BASIC TILLAGE ON SOIL MOISTURE STORAGE BEFORE SPRING CROP SOWING UNDER DIFFERENT AGRO-CLIMATIC CONDITIONS

Ключевые слова: традиционная технология, No-Till, распределение влажности почвы по слоям, запасы влаги в метровом слое почвы, статистики распределения.

Приведены обобщенные результаты полевых опытов по исследованию распределения весенних влагозапасов в почве в 2 хозяйствах Алтайского края. Исследования проводились в СПК «Колос» Романовского района и ООО «Вирт» Целинного района Алтайского края в период 2009-2023 гг. Использовалась информация о запасах влаги и их распределении в метровом слое. В СПК «Колос» поля обрабатывались по традиционной технологии (глубокая плоскорезная обработка), а в ООО «Вирт» – без осенней обработки почвы (технология «No-Till»). Определялись весенние запасы влаги по годам на полях каждого хозяйства до глубины 1 м с интервалом 0,1 м. Выявлены наиболее увлажненные и засушливые годы. Определено среднее многолетнее значение запасов влаги на исследуемых полях в весенний период. В результате анализа установлены особенности распределения влаги в метровом слое при традиционной технологии обработки почвы и без осенней обработки почвы в условиях различного увлажнения. Установлено, что в годы максимального влагонакопления в почве в весенний период распределение влаги по слоям почвы при применении технологии «No-Till» происходит более равномерно, чем при традиционной. В засушливые же годы, наоборот, равномерность распределения влаги по слоям в среднем выше при традиционной технологии осенней обработки почвы.

Keywords: conventional technology, No-Till, soil moisture distribution in soil layers, moisture storage in one-meter soil layer, distribution statistics.

The generalized findings of field experiments on the distribution of spring moisture storage in the soil on two farms of the Altai Region are discussed. The studies were conducted on the farms of the SPK Kolos, Romanovskiy District, and ООО Virt, Tselinniy District, the Altai region, from 2009 through 2023. The data on moisture storage and moisture distribution in one-meter soil layer was used. In the SPK Kolos, the fields were tilled by the conventional technology (deep chisel tillage), while in the ООО Virt, without any autumn tillage (No-Till technology). Every year, the spring moisture storage was determined in the fields of each farm to a depth of one meter with an interval of 0.1 m. The wettest and driest years were identified. The average long-term value of moisture storage in the studied fields in the spring was determined. As a result, the patterns of moisture distribution in one-meter layer were determined under conventional tillage technology and without autumn tillage under the conditions of different moisture content. It was found that on the years of maximum soil moisture accumulation in the spring, moisture distribution throughout the soil layers when using the No-Till technology was more uniform than under conventional tillage. On the contrary, on dry years, the uniformity of moisture distribution throughout the layers was, on average, higher under the conventional autumn tillage technology.