

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11;579.64

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-5-10

И.И. Рассохина, А.В. Платонов, Л.В. Сухарева

I.I. Rassokhina, A.V. Platonov, L.V. Sukhareva

ЗЕРНОВАЯ УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА «НАТУРОСТ-М»

GRAIN YIELD OF SOFT WHEAT UNDER THE CONDITIONS OF THE VOLOGDA REGION WHEN APPLYING NATUROS-T-M MICROBIAL PRODUCT

Ключевые слова: пшеница, сухая масса, ассимиляционная поверхность, биопрепарат, *Bacillus megaterium*, рост, зерновая продуктивность.

Отражены результаты полевых опытов 2020-2022 гг. по изучению действия экспериментального препарата, созданного на основе живых бактерий *Bacillus megaterium*, на ростовые и продуктивные показатели яровой пшеницы в условиях Вологодской области (опытное поле Вологодского научного центра Российской академии наук). В качестве объекта исследования выбрана яровая пшеница мягкая сорта Дарья, которая допущена к возделыванию в Северо-Западном регионе. Полученные в ходе многолетнего исследования результаты демонстрируют увеличение весовых параметров яровой пшеницы в течение всего периода вегетации при внесении препарата, основа которого штамм *B. megaterium* В-4801. Так, опытные варианты по показателю сухой массы надземной части растения превзошли контрольные на 6-55% в зависимости от фазы вегетации и года исследования. Помимо сухой массы наблюдалось и увеличение ассимиляционной поверхности опытных вариантов. Учитывая, что внесение экспериментального препарата способствовало активизации роста растений яровой пшеницы, было ожидаемо увеличение и зерновой продуктивности культуры. Превосходство по зерновой продуктивности опытного варианта над контролем достигало 5-10%, при этом наблюдалось увеличение массы зерновки на 5-11% и повышение количества продуктивных побегов на 9-10%. В целом, более благоприятными для роста растений и действия микроорганизмов оказались вегетационные периоды 2020 и 2022 гг., где в отличие от

сухого и жаркого 2021 г. выпало достаточное количество осадков.

Keywords: wheat, dry weight, assimilation surface, biological product, *Bacillus megaterium*, growth, grain yield.

This paper discusses the results of field trials conducted from 2020 through 2022 to study the effect of an experimental product based on live bacteria *Bacillus megaterium* on growth and productive indices of spring wheat under the conditions of the Vologda Region (the trial field of the Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences). The research target was soft spring wheat of the variety Darya released for growing in the North-West region. The findings of the long-term research show the increase of the weight indices of spring wheat during the entire growing season when applying the product based on *B. megaterium* strain В-4801. For instance, the trial variants exceeded the control ones by 6-55% in terms of dry weight of the plant aboveground part depending on the growing phase and the year of the study. In addition to the dry weight, the increase of the assimilative surface in the trial variants was also observed. Taking into account that the application of the experimental product contributed to the activation of the growth of spring wheat plants, increased grain yield of the crop was expected. The superiority of grain yield of the trial variant over the control one reached 5-10%, while there was an increase of kernel weight by 5-11% and larger number of productive shoots by 9-10%. In general, the growing seasons of 2020 and 2022 were more favorable for plant growth and microbial action with adequate rainfall in contrast to the dry and hot year of 2021.

Рассохина Ирина Игоревна, науч. сотр., ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», г. Вологда, Российская Федерация, e-mail: rasskhinairina@mail.ru.

Rassokhina Irina Igorevna, Researcher, Vologda Research Center of Russian Academy of Sciences, Vologda, Russian Federation, e-mail: rasskhinairina@mail.ru.

Платонов Андрей Викторович, к.б.н., доцент, ФКОУ ВО «Вологодский институт права и экономики» ФЦИН России, г. Вологда, Российская Федерация, e-mail: platonov70@yandex.ru.

Сухарева Любовь Владимировна, мл. науч. сотр., ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», г. Вологда, Российская Федерация, e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru.

Platonov Andrey Viktorovich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof. Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service of Russia, Vologda, Russian Federation, e-mail: platonov70@yandex.ru.

Sukhareva Lyubov Vladimirovna, Junior Researcher, Vologda Research Center of Russian Academy of Sciences, Vologda, Russian Federation, e-mail: lyubov.suxareva@yandex.ru.

Введение

Пшеница мягкая – продовольственная и кормовая культура, зерно которой находит активное применение в хлебопечении, кондитерской и макаронной промышленности [1]. Вегетативную массу пшеницы используют в качестве зеленого корма, для приготовления сена, силоса и сенажа, зерно пшеницы фуражных сортов – для приготовления комбикорма [2].

Вегетационный период яровой пшеницы мягкой составляет 85-115 дней [1]. При этом для получения оптимального урожая необходимо, чтобы общая сумма положительных температур составила 1500-1750°C. Оптимальной температурой для появления всходов яровой пшеницы является +6...+12°C [3, 4]. Однако регион исследования по климатическим условиям относят к зоне рискованного земледелия. В целом, урожайность зерновых культур на территории ниже средних показателей по стране. В связи с этим очевидна потребность применения дополнительных приемов и средств, которые способны повысить зерновую урожайность возделываемых в регионе культур.

Учитывая современные тенденции перехода к экологически чистому агропроизводству [5], все более востребованным является применение в практике сельского хозяйства препаратов, созданных на основе живых бактерий или их метаболитов [6], а также стимуляторов роста растений [7]. Кроме того, микробные препараты способны повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам [8], что особенно важно для чувствительных культур в зоне рискованного земледелия.

Одним из перспективных для агропроизводства микроорганизмов является вид *Bacillus megaterium*, который, обладая способностью растворять фосфор, является эффективным модификатором почвы [9]. Известно, что представители данного вида способны оказывать благоприятное действие на рост и продуктивность культур. Например, штамм *B. megaterium* Q57-31 в вегетационных опытах повысил всхо-

жесть, активизировал рост и развитие растений *Vigna cylindrica* [10], а штамм *B. megaterium* 501 GR способствовал прибавке урожая картофеля на 11-17% [11].

Таким образом, исследования, направленные на изучение действия микробного препарата с основой *B. megaterium* на рост и продуктивность пшеницы яровой, важны и актуальны для АПК Вологодской области.

Цель работы – выявить изменения ростовых процессов и продуктивности у пшеницы мягкой сорта Дарья путем постановки опыта в полевых мелкоделяночных условиях при использовании экспериментального препарата «Натурост-М», основа которого – живые бактерии *Bacillus megaterium*.

Объекты и методы исследования

Период проведения полевых опытов – 2019-2022 гг., место постановки эксперимента – поле близ д. Дитятьево (Вологодский округ, Вологодская область). Исследования проводились на типичной для региона почве – среднесуглинистой дерново-подзолистой, с допущенной для возделывания культурой – яровой пшеницей сорта Дарья.

Препарат, используемый в работе, относится к экспериментальным и создан компанией ООО «Биотроф» (г. Санкт-Петербург). Основа препарата – живые бактерии *B. megaterium* штамма В-4801 в количестве клеток не менее 10⁸ КОЕ/мл.

Экспериментальная часть

Опыт был поставлен мелкоделяночным способом (площадь делянки составила 2 м²) в шестикратной повторности. Посев тест-объекта производили вручную в соответствии с принятыми нормами высева (5 млн семян/га). В рамках опыта оценивалось действие микробного препарата в условиях отсутствия дополнительного минерального питания или пестицидной нагрузки. Внесение экспериментального препарата в процессе постановки опыта осуществля-

лось дважды: предпосевная инокуляция семян пшеницы и опрыскивание вегетирующей массы растений в фазу кущения. Рабочий раствор готовили из расчета 1 мл препарата на 1 л водопроводной воды, в качестве контроля выступала водопроводная вода.

Оценка ростовых метрических и весовых параметров пшеницы осуществлялась три раза в процессе вегетации – в фазах кущения, колошения и цветения. По окончании вегетации анализировали зерновую продуктивность культуры и осуществляли анализ структуры урожая. Основным инструментом для проведения статистического

анализа полученных в ходе полевых опытов данных – MS Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия вегетационных периодов 2020-2022 гг. ощутимо отличались. Май 2020 и 2022 гг. выдался холодным, а в 2021 г. – еще и сырым, что негативно сказывалось на посеве и всхожести семян. В июне и июле наиболее сложным оказался период 2021 г. с высокими температурами и недостаточным увлажнением. В целом, наиболее благоприятным с точки зрения соотношения температуры и осадков оказался вегетационный период 2022 г. (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия вегетационных периодов годов исследования в окрестностях г. Вологды в 2020-2022 гг.

Год	Май		Июнь		Июль		Август	
	Т, °С	осадки, мм	Т, °С	осадки, мм	Т, °С	осадки, мм	Т, °С	осадки, мм
2020	9,0	137,0	16,0	61,0	17,0	142,0	14,1	71,0
2021	12,1	65,0	19,1	31,0	19,1	27,0	16,0	139,0
2022	8,0	65,0	16,0	61,0	19,2	81,0	19,3	27,0
Норма*	11,0	41,4	14,5	59,6	17,9	66,3	15,2	70,5

Примечание. *Норма рассчитывалась как среднее значение за 2000-2019 гг.

Проведенные полевые опыты в условиях Вологодской области в целом демонстрируют схожую картину: изучаемый микробный препарат не оказывает существенного влияния на количественные показатели (количество вегетирующих и продуктивных побегов, листьев), однако оказывает весомое действие на изменение весовых параметров культуры. Например, результаты полевого опыта 2020 г. демонстрируют, что уже в фазе кущения сухая масса растений опытного варианта превзошла контроль на 17%, в фазу колошения – на 54%, а в фазу цветения – на 55%. В сухой и жаркий 2021 г. абсолютные значения по сухой массе, а также различия с контролем оказались менее выраженными (достигали 9-21%). В благоприятный для роста растений вегетационный период 2022 г. препарат «Натурост-М» увеличил значения сухой массы на 6-22% (рис.).

Накопление сухого вещества, безусловно, связано с продуктивностью фотосинтеза. Это согласуется и с результатами оценки ассимиляционной поверхности растения. Так, средняя площадь листа при использовании эксперимен-

тального микробного препарата в фазу цветения возрастала на 34%. Вероятно, большая листовая поверхность позволяет опытным растениям за счет лучшей энергообеспеченности достигать больших размеров в процессе вегетации.

Зерновая продуктивность пшеницы мягкой сорта Дарья в условиях Вологодской области достигала 28,3-34,5 ц/га. При этом препарат «Натурост-М» на 5-10% повышал урожайность изучаемой культуры в условиях Вологодской области. Важно, что существенных различий действия препарата во все три года исследования выявлено не было: препарат способствовал увеличению массы зерновки на 5-11% при повышении количества продуктивных побегов на 9-10% (табл. 2).

Кроме того, в аналогичных исследованиях, но с другими сельскохозяйственными культурами данный экспериментальный препарат оказывал схожее ростостимулирующее действие и повысил их итоговую продуктивность [12, 13], что позволяет говорить о высоком потенциале изучаемого препарата для АПК региона.

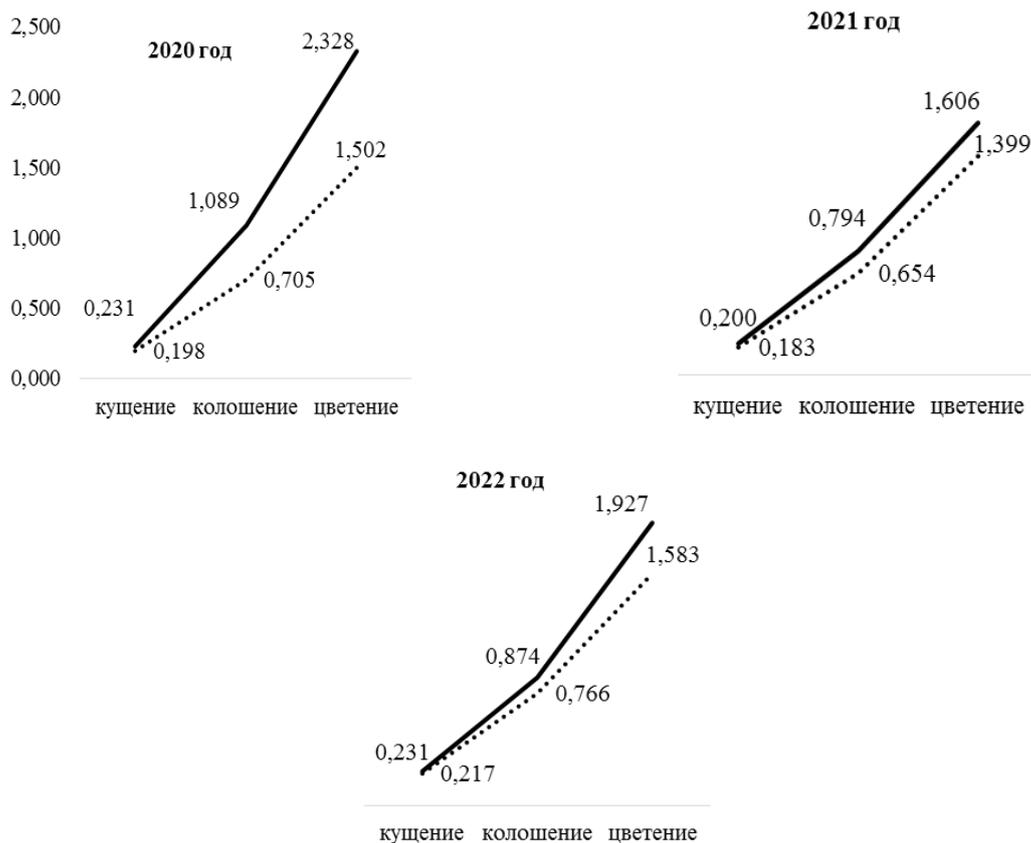


Рис. Динамика сухой массы надземной части побега пшеницы при действии изучаемого препарата в опытах 2020-2022 гг.:
 — — контроль; — опыт

Таблица 2

Хозяйственная продуктивность яровой пшеницы сорта Дарья в условиях Вологодской области в опытах 2020-2022 гг.

Вариант		Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерновок в колосе, шт.	Масса 1000 зерновок, г	Масса зерна с м ² , г
2020	Контроль	226,3±28,2	39,4±3,4	33,0±1,6	296,2±21,6
	Натурост-М	249,0±17,1	37,4±3,4	36,5±1,1	311,7±26,9
2021	Контроль	262,0±10,7	33,6±1,0	32,8±0,6	282,6±20,7
	Натурост-М	287,3±13,6	32,8±0,6	34,4±1,8	305,2±27,8
2022	Контроль	340,3±19,1	33,8±1,8	33,5±0,7	312,0±20,03
	Натурост-М	371,0±21,1	33,0±1,2	35,7±1,0	344,5±28,50

Заключение

Экспериментальный микробный препарат «Натурост-М» в условиях Вологодской области увеличивал зерновую продуктивность яровой пшеницы сорта Дарья на 5-10%. Кроме того, в процессе вегетации наблюдалось увеличение и ростовых параметров. Так, в фазу цветения значения сухой массы возрастали до 55%, а ассимиляционной поверхности – до 34%. Наиболее существенные различия были выражены во влажные вегетационные периоды (2020 и 2022 гг.).

Библиографический список

1. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Жеруков [и др.]. – Москва: КолосС, 2007. – 612 с. – Текст: непосредственный.
2. Корнев, Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г. В. Корнев, П. И. Подгорный, С. Н. Щербак. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 575 с. – Текст: непосредственный.
3. Озимая пшеница в Ставропольском крае: монография / Ф. И. Бобрышев, А. И. Войсковой,

В. В. Дубина [и др.]. – Ставрополь: Агрус, 2003. – 307 с. – Текст: непосредственный.

4. Фирсов, И. П. Технология растениеводства / И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, М. Ф. Трифонова. – Москва: КолосС, 2006. – 472 с. – Текст: непосредственный.

5. Рассохина, И. И. Потенциал бактерий рода *Pseudomonas* для использования в растениеводстве / И. И. Рассохина. – Текст: электронный // *АгроЗооТехника*. – 2024. – Т. 7. – № 3. – URL: <https://doi.org/10.15838/alt.2024.7.3.3>.

6. Рассохина, И. И. Использование микроорганизмов как средство повышения продуктивности устойчивости сельскохозяйственных культур / И. И. Рассохина. – Текст: электронный // *АгроЗооТехника*. – 2021. – Т. 4, № 3. – URL: <https://doi.org/10.15838/alt.2021.4.3.2>.

7. Шевчук, Н. И. Продуктивность сортов ячменя в зависимости от применения стимуляторов роста / Н. И. Шевчук, С. В. Жаркова. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-233-3-29-33. – Текст: электронный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2024. – № 3 (233). – С. 29-33. – URL: <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-233-3-29-33>.

8. Рябцева, Н. А. Биопрепараты по вегетации ячменя / Н. А. Рябцева. – Текст: электронный // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2021. – № 2 (54). – URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/26050/1/vestnik-40-45.pdf> (дата обращения: 30.08.2023).

9. Сульдина, Е. В. Выделение новых штаммов бактерий *Bacillus megaterium* и изучение их биологических свойств / Е. В. Сульдина, Н. А. Феоктистова, И. И. Богданов. – Текст: непосредственный // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2020. – № 3 (51). – С. 60-67.

10. Чан, М. К. Ростстимулирующий эффект штамма *Bacillus megaterium* в вегетационном опыте / М. К. Чан, М. А. Егоров, Ю. В. Батаева. – Текст: непосредственный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 3 (89). – С. 46-49.

11. Лисина, Т. О. Влияние *Bacillus megaterium* 501 GR на продуктивность семенного картофеля / Т. О. Лисина, А. Н. Кононенко, Ю. В. Круглов. – Текст: непосредственный // *Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы III Международной научной конференции*. – Ялта: Обще-

ство с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2018. – С. 40-41.

12. Платонов, А. В. Реакция ярового ячменя на внесение экспериментального биопрепарата / А. В. Платонов, С. В. Ерегина, И. И. Рассохина. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-228-10-5-10. – Текст: электронный // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2023. – № 10 (228). – С. 5-10. – URL: <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-228-10-5-10>.

13. Сухарева, Л. В. Действие биопрепаратов на ростовые параметры *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf / Л. В. Сухарева. – Текст: непосредственный // *Аграрный вестник Урала*. – 2024. – Т. 24, № 1. – С. 12-21. – URL: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-01-12-21>.

References

1. Posypanov, G.S. Rasteniyevodstvo / G.S. Posypanov, V.E. Dolgodvorov, B.X. Zherukov, G.G. Gataulina, I.V. Gorbachev, N.S. Arkhangel'skii, P.D. Bugaev, A.V. Kornienko. – Moskva: KolosS, 2007. – 612 s.

2. Korenev, G.V. Rasteniyevodstvo s osnovami selektsii i semenovodstva / G.V. Korenev, P.I. Podgornyi, S.N. Shcherbak. – Moskva: Agropromizdat, 1990. – 575 s.

3. Ozimaia pshenitsa v Stavropolskom krae / F.I. Bobryshev, A.I. Voiskovoi, V.V. Dubina [i dr.]. – Stavropol: Agrus, 2003. – 307 s.

4. Firsov, I.P. Tekhnologiya rasteniyevodstva / I.P. Firsov, A.M. Solovev, M.F. Trifonova. – Moskva: KolosS, 2006. – 472 s.

5. Rassokhina, I.I. Potentsial bakterii roda *Pseudomonas* dlia ispolzovaniia v rasteniyevodstve / I.I. Rassokhina // *АгроЗооТехника*. – 2024. – Т. 7. – No. 3. <https://doi.org/10.15838/alt.2024.7.3.3>.

6. Rassokhina, I. I. Ispolzovanie mikroorganizmov kak sredstvo povysheniia produktivnostii ustoichivosti selskokhoziaistvennykh kultur / I. I. Rassokhina // *АгроЗооТехника*. – 2021. – Т. 4, No. 3. – <https://doi.org/10.15838/alt.2021.4.3.2>.

7. Shevchuk, N.I. Produktivnost sortov iachmenia v zavisimosti ot primeneniia stimulatorov rosta / N.I. Shevchuk, S.V. Zharkova // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2024. – No. 3 (233). – S. 29-33. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-233-3-29-33.

8. Riabtseva, N.A. Biopreparaty po vegetatsii iachmenia / N.A. Riabtseva // *Vestnik Ulianovskoi*

GSKhA. – 2021. – No. 2 (54). URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/26050/1/vestnik-40-45.pdf> (data obrashcheniia: 30.08.2023).

9. Suldina E.V. Vydelenie novykh shtammov bakterii *Bacillus megaterium* i izuchenie ikh biologicheskikh svoystv / E.V. Suldina, N.A. Feoktistova, I.I. Bogdanov // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2020. – No. 3 (51). – S. 60-67.

10. Chan, M.K. Roststimuliruiushchii effekt shtamma *Basillus megaterium* v vegetatsionnom opyte / M.K. Chan, M.A. Egorov, Iu.V. Bataeva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 3 (89). – S. 46-49.

11. Lisina, T.O. Vliianie *Bacillus megaterium* 501 GR na produktivnost semennogo kartofelia /

T.O. Lisina, A.N. Kononenko, Iu.V. Kruglov // Sovremennoe sostoianie, problemy i perspektivy razvitiia agrarnoi nauk: Materialy III Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. – Ialta: OOO «Izdatelstvo Tipografiia «Arial», 2018. – S. 40-41.

12. Platonov, A.V. Reaktsiia iarovogo iachenia na vnesenie eksperimentalnogo biopreparata / A.V. Platonov, S.V. Eregina, I.I. Rassokhina // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 10 (228). – S. 5-10. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-228-10-5-10.

13. Sukhareva, L.V. Deistvie biopreparatov na rostovye parametry *Sorghum sudanense* (Riper) Stapf / L.V. Sukhareva // Agrarnyi vestnik Urala. – 2024. – T. 24. – No. 1. – S. 12-21. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-01-12-21>.



УДК 633.853.52:631.51:631.559
DOI: 10.53083/1996-4277-2024-242-12-10-14

Е.Б. Захарова, Е.А. Семенова, А.Н. Панасюк
E.B. Zakharova, E.A. Semenova, A.N. Panasyuk

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ ГЛУБОКОМ РЫХЛЕНИИ ПОЧВЫ ПЕРЕД ПОСЕВОМ И ВНЕСЕНИИ ДОВСХОДОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ

SOYBEAN PRODUCTIVITY WITH DEEP SOIL LOOSENING BEFORE PLANTING AND APPLICATION OF PRE-EMERGENCE HERBICIDES

Ключевые слова: соя, глубокое рыхление, дискование почвы, гербицид, урожайность.

Опыт по влиянию глубокого предпосевного рыхления почвы на глубину 34-36 см и дискования на глубину 14-16 см при внесении гербицидов Дифилайн, 1,1 л/га + Алгоритм, 0,5 л/га на продуктивность сои проведен на луговой черноземовидной почве. Представлены результаты 2021, 2022 гг. Предшественник – соя. Норма высева 750 тыс. всх. семян/га, расстояние между рядками – 18 см, сорт Максус, посев во 2-й декаде мая. Глубокое рыхление, дискование, внесение гербицидов проведены в день посева. Глубокое рыхление почвы ПЧ-4,5 на глубину 34-36 см перед посевом обеспечивает увеличение урожайности сои на 13%. В сочетании с внесением довсходовых гербицидов Дифилайн, 1,1 л/га + Алгоритм, 0,5 л/га позволяет увеличить сбор сои в 1,34 раза больше, чем при посеве по дискованию БДМ-9×2 на глубину 14-16 см. Растения в этом варианте предпосевной обработки почвы хорошо развиты, имеют лучшие показатели продуктивности: высоту, количество и массу семян с одного растения.

Keywords: soybean, deep loosening, soil disk plowing, herbicide, yielding capacity.

An experiment on the effect of soil deep pre-planting loosening to a depth of 34-36 cm and disk plowing to a depth of 14-16 cm with the application of herbicides Difilayn, 1.1 L ha + Algoritm, 0.5 L ha on soybean productivity was carried out on meadow chernozem-like soil. The research findings of 2021 and 2022 are discussed. The preceding crop was soybean. The planting rate was 750 thousand viable seeds per 1 ha; the distance between rows was 18 cm; the Maxus variety; planting in the second ten-day period of May. Deep soil loosening, disk plowing and application of herbicides were carried out on the day of planting. Deep soil loosening with PCh-4.5 chisel plough to a depth of 34-36 cm before planting ensures soybean yield gain by 13%. In combination with the application of pre-emergence herbicides Difilayn, 1.1 L ha + Algoritm, 0.5 L ha, it allows increasing soybean yield by 1.34 times more than when sown after soil disk plowing with BDM-9×2 disk harrow to a depth of 14-16 cm. The plants in this variant of pre-sowing tillage are well developed and have better productivity indices: height, seed number and weight per one plant.