

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.16:579.64:631.811(470.12)

DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-63-69

**ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА,
СОЗДАННОГО НА ОСНОВЕ *LACTOBACILLUS BUCHNERI*,
НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ
В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

И. И. Рассохина¹, научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, rasskhinairina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6129-6912;

А. В. Платонов^{1,2}, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, platonov70@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1110-7116

¹ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук»,
160014, г. Вологда, ул. Гоголя, д. 56А;

²ФКОУ ВО «Вологодский институт права и экономики» ФСИН России,
160002, г. Вологда, ул. Щетинина, д. 2

Цель работы – изучить действие экспериментального микробиологического препарата «Натурост-Актив», созданного на основе живых бактерий *Lactobacillus buchneri*, на рост и продуктивность ячменя в условиях Вологодской области. Исследования проводили в течение вегетационных периодов 2019, 2020 и 2022 гг. на опытном поле ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», а также в производственных условиях на полях СХПК Колхоз «Передовой» (Вологодская область). Препарат «Натурост-Актив» вносили дважды: замачивали семена опытной группы в рабочий раствор (1 мл препарата на 1 л воды) и опрыскивали филлосферу растений в фазу кущения. В качестве контроля использовали водопроводную воду. В результате было выявлено увеличение потенциальной энергообеспеченности ячменя: площадь отдельного листа опытных растений превзошла контроль на 16 %, а содержание суммы хлорофиллов (a+b) – на 34–42 %. Это в свою очередь способствовало более активному накоплению сухой массы опытных растений по сравнению с контролем (при действии препарата наблюдалось увеличение сухой массы растения относительно контроля на 12–65 %). Изменения ростовых процессов растений сказались и на зерновой продуктивности, которая в вариантах с препаратом возросла на 8–26 % относительно контроля. Результаты производственного опыта в целом оказались схожими с результатами мелкоделяночных экспериментов. Так, в условиях реального хозяйствования зерновая продуктивность ячменя сорта Сонет при внесении биопрепарата «Натурост-Актив» возросла на 14 % относительно контроля. Увеличение урожайности зерна было связано как с увеличением количества продуктивных побегов, так и с увеличением массы отдельной зерновки.

Ключевые слова: *Hordeum*, *Lactobacillus*, рост, зерновая продуктивность, фотосинтетические пигменты.

Для цитирования: Рассохина И. И., Платонов А. В. Влияние микробиологического препарата, созданного на основе *Lactobacillus buchneri*, на рост и урожайность ячменя в условиях Вологодской области // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 5. С. 63–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-88-5-63-69.

**THE EFFECT OF A MICROBIOLOGICAL PRODUCT
BASED ON *LACTOBACILLUS BUCHNERI*
ON BARLEY GROWTH AND PRODUCTIVITY
IN THE VOLOGDA REGION**

I. I. Rassokhina¹, researcher the laboratory for bioeconomy and stable development, rasskhinairina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6129-6912;

A. V. Platonov^{1,2}, Candidate of Biological Sciences, leading researcher the laboratory for bioeconomy and stable development, platonov70@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1110-7116

¹FSBIS "Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences",
160014, Vologda, Gorky Street, 56A;

²VILE of the FPS of Russia,
160002, Vologda, Tshetinin Str., 2

The purpose of the work was to study the effect of the experimental microbiological product 'Naturost-Aktiv', developed on the basis of live bacteria *Lactobacillus buchneri*, on barley growth and productivity in the Vologda region. The study was carried out during the vegetation periods of 2019, 2020 and 2022 on the experimental field of the FSBIS "Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences", as well as in production conditions on the fields of the APC Collective farm "Peredovoy" (Vologda Region). The product 'Naturost-Aktiv' was applied twice, when the seeds of the experimental group were soaked in the working solution (1 ml of the product per 1 liter of water) and the phyllosphere of the plants was sprayed in the tillering phase. Tap water was used as control. As a result, there has been identified an increase in the potential energy supply of barley. The area of an individual leaf of experimental plants exceeded the control by 16 %, and the content of the total chlorophylls (a+b) exceeded by 34–42 %, which contributed to a more active accumulation of dry mass of experimental plants in comparison with the control (during

the action of the product there was an increase in the dry weight of the plant by 12–65 % relative to the control). The changes in the plant growth processes also affected the grain productivity, which increased by 8–26 % in the variants with the product compared to the control. The results of the production experiment, in general, turned out to be like the results of small-plot experiments. Thus, in the conditions of real management, grain productivity of the barley variety 'Sonet' increased by 14 % with the use of the product 'Naturrost-Aktiv' relative to the control. Grain productivity improvement was associated both with an increase in the number of productive shoots and with an increase in the weight of an individual grain.

Keywords: *Hordeum*, *Lactobacillus*, growth, grain productivity, photosynthetic pigments.

Введение. Традиционной отраслью сельского хозяйства Вологодской области является молочное скотоводство. Отсюда вопрос о необходимости повышения количества и качества заготавливаемых кормов, в том числе и кормового зерна, на территории региона очевиден (Суровцев и др., 2016).

Важнейшей зерновой культурой в Вологодской области является ячмень (на его долю приходится 17–18 % от всех посевных площадей), один из основных сортов – Сонет. В регионе зерно ячменя используют прежде всего как концентрированный корм для скота, что связано с высокой питательностью (в 1 кг зерна содержится 1,2 кормовых единицы), содержанием белка (12–15 %), сахаров (до 40 %) и жира (до 4 %) (Сумина и Полонский, 2020). При этом, ячмень относительно неприхотливая культура, что позволяет успешно возделывать его в Вологодской области с ее изменчивыми погодными условиями.

Введение традиционного сельского хозяйства, использующего преимущественно химические средства питания и защиты растений, в век экологизации по мнению ряда исследователей все чаще трактуется с негативным оттенком (Проворов и Тихонович, 2022; Кирюшин, 2012). Однако количество биопестицидов и/или биостимуляторов роста растений, допущенных к использованию на территории России, в настоящее время крайне мало, особенно по сравнению с разнообразными химическими средствами (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2023). При этом польза от использования микробных препаратов может достигать ощутимых эффектов. Так, например, действие препарата «Флавобактерин» способно повысить урожайность ячменя в условиях Вологодской области на 14 %, а содержание сырого протеина в зерне – на 0,23–1,31 % (Суров и др., 2015). Кроме того, существует множество перспективных штаммов бактерий, которые способны оказать не менее эффективное действие на рост и продуктивность зерновых культур. Как правило, утверждая, что зерно, прежде всего имеют в виду бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* (Рассохина, 2021). Однако стоит отметить, что кисломолочные бактерии, которые относительно мало изучены с точки зрения повышения продуктивности растений, также имеют ощутимый потенциал использования в растениеводстве. При этом данные бактерии довольно конкурентоспособны, что позволяет им успешно существовать в почве и эффектив-

но взаимодействовать в системе с растениями. Так, представители рода *Lactobacillus* повышают устойчивость растений к стрессорам, патогенам, а также приводят к активации роста и развития растений (Limanska et al., 2013; Ржевская и др., 2014). Установлено, что антимикробная и ростстимулирующая активность молочнокислых бактерий связана с продуцированием ими различных метаболитов (Danilova et al., 2019), в частности валериановой и масляной кислот (Лапицкая и др., 2008), также эти бактерии способны к синтезу и метаболизму фитогормонов группы ауксина (Gummala and Broadbent, 1999; Сырова и др., 2022).

Цель работы – изучить действие экспериментального микробиологического препарата «Натурост-Актив», созданного на основе живых бактерий *Lactobacillus buchneri*, на рост и продуктивность ячменя в условиях Вологодской области.

Материалы и методы исследований.

Исследования по изучению действия препарата «Натурост-Актив», проводили на опытном поле ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук», а также в производственных условиях на полях СХПК Колхоз «Передовой» (Вологодская область). Исследуемый микробиологический препарат создан компанией ООО «Биотроф» (г. Санкт-Петербург) на основе живых бактерий *Lactobacillus buchneri*. Питательной средой для культивирования бактерий служила свекловичная меласса (2 %) и минеральные соли (источник азота – нитрат натрия). В 1 мл препарата содержалось живых клеток составляло не менее 1×10^8 КОЕ. Производителем отмечено, что препарат «Натурост-Актив» обладает антифунгицидным эффектом в отношении грибов рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, повышает иммунитет растений за счет продуцирования микроорганизмами четырех типов ауксинов (индолил-3-молочной кислоты, индолил-3-карбоновой кислоты, индолил-альдегида и индолил-3-уксусной кислоты), стимулирует развитие корневой и вегетативной частей растения, а также способствует снижению содержания микотоксинов. В качестве культуры использовали яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорта Сонет.

Мелкоделяночные полевые опыты проводили в течение вегетационных периодов 2019, 2020 и 2022 годов. Производственный эксперимент был поставлен в 2020 году. Погодные условия вегетационных периодов ощутимо отличались по температурному режиму и количеству осадков (табл. 1).

Таблица 1. Погодные условия вегетационных периодов годов исследования в окрестностях г. Вологды (по данным портала «Погода и климат» – <http://www.pogodaiklimat.ru>)

Table 1. Weather conditions during the vegetation periods during the years of study in Vologda (according to the weather and climate portal, <http://www.pogodaiklimat.ru>)

Показатель	Норма*	Относительно нормы**		
		2019	2020	2022
Среднемесячная температура мая, °С	11,0	+1,0	–2,0	–3,0
Количество осадков в мае, мм	41,4	–9,4	+95,6	+23,6
Среднемесячная температура июня, °С	14,5	+1,6	+1,5	+1,5
Количество осадков в июне, мм	59,6	–8,6	+1,4	+1,4
Среднемесячная температура июля, °С	17,9	–3,8	–0,9	+1,3
Количество осадков в июле, мм	66,3	+92,7	+75,7	+14,7
Среднемесячная температура августа, °С	15,2	–3,1	–1,1	+4,1
Количество осадков в августе, мм	70,5	+21,5	+0,5	–43,5

Примечание. * – норма рассчитывалась как среднее значение за 2000–2018 гг; ** – «+» – больше нормы, «–» – меньше нормы.

В целом вегетационный период 2019 г. выдался умеренно влажным, теплым в начале и прохладным в конце, 2020 г. – влажный и умеренно теплый с прохладным маем, а 2022 г. – умеренно влажный и жаркий с довольно холодным маем.

В мелкоделяночных полевых опытах учетная площадь делянки составила 2 м², повторность – 6-кратная. Посев ячменя проводили во вторую-третью неделю мая в соответствии с принятыми нормами высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Перед посевом семена опытных групп на 2 ч помещали в рабочий раствор экспериментального микробиологического препарата «Натурост-Актив» (1 мл препарата на 1 л воды), в качестве контроля использовали водопроводную воду. В фазу кущения, после снятия промеров, проводили опрыскивание филлосферы растений рабочим раствором исследуемого микробного препарата с помощью ручного пульверизатора до появления на растениях капель мелкодисперсной росы. Уход за культурой происходил в соответствии с общепринятыми агротехническими приемами, минеральные удобрения и гербициды не вносились.

В производственном опыте на поле СХПК Колхоз «Передовой» с общей площадью посевов около 60 га культура возделывалась по интенсивной технологии с применением минеральных удобрений и пестицидов. Посев из-за неблагоприятных погодных условий был проведен 26 мая. Внесение бактерий осуществлялось путем инокуляции семян перед посевом в рабочий раствор препарата (1 мл препарата на 1 л воды). Повторную обработку биопрепаратом выполняли в фазу кущения путем опрыскивания вегетирующих растений с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га, рабочий раствор готовили из расчета 1 л препарата на 1 га.

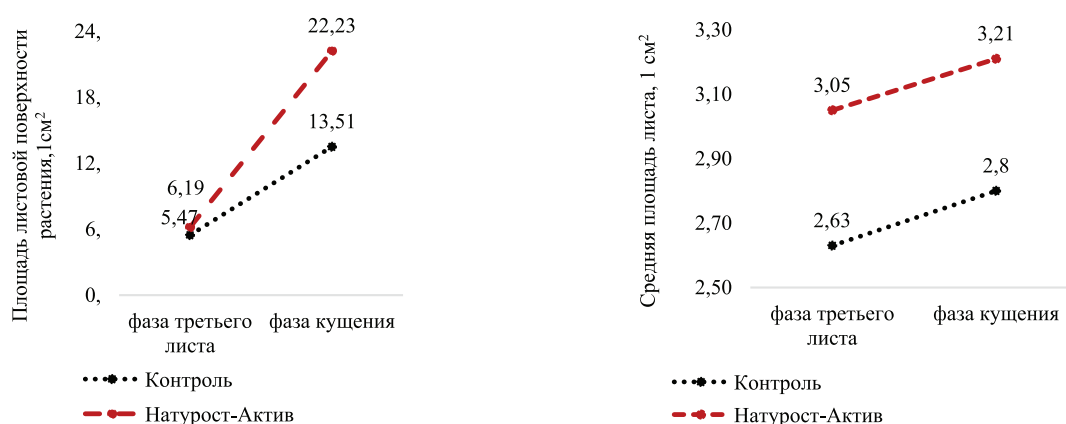
В течение вегетации на разных фазах развития проводили учет сырой и сухой массы опытных и контрольных растений, количество побегов, количество и площадь листьев. В фа-

зах кущения и трубкования спектрофотометрическим методом определяли количественное содержание хлорофилла а, хлорофилла b, суммы хлорофиллов (a+b) и каротиноидов. Извлечение пигментов проводили с помощью 85 %-го ацетона. В фазу восковой спелости отбирался сноповый материал для оценки структуры урожая ячменя: при этом подсчитывали продуктивную кустистость, количество зерновок в колосе, массу 1000 зерновок, а также зерновую урожайность культуры.

Статистическую обработку данных осуществляли по стандартным методикам с использованием пакета анализа данных программы MS Excel'2010. В таблицах представлены арифметические значения показателей и величины их стандартных ошибок. Оценку достоверности различия выборочных средних проводили при значении доверительной вероятности 0,95.

Результаты и их обсуждение. На основании трехлетних результатов исследования было отмечено увеличение ростовых параметров ячменя сорта Сонет при действии микробного препарата. Например, в 2019 г. оценка площади ассимиляционного аппарата растений показала, что препарат «Натурост-Актив» статистически достоверно увеличивал как площадь отдельного листа до 16 %, так и площадь листьев целого растения (см. рис.).

Помимо определения площади ассимиляционного аппарата, проводили оценку и содержания фотосинтетических пигментов в листьях ячменя (табл. 2). В начале вегетации, в фазу кущения, препарат способствовал увеличению содержания исследуемых фотосинтетических пигментов. Так, например, в эксперименте 2020 г. содержание суммы хлорофиллов в опытном варианте превзошло контроль на 42 %, а содержание каротиноидов – на 17 %. В фазу трубкования превосходство по содержанию хлорофиллов и каротиноидов в варианте с внесением препарата «Натурост-Актив» сохраняется и достигает 18–49 и 13 % соответственно.



Примечание. * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Площадь ассимиляционной поверхности ячменя в начале вегетации (опыт 2019 г.)
Area of the assimilation surface of barley at the beginning of the vegetation period (the trial of 2019)

Таблица 2. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях ячменя (опыт 2020 г.)
Table 2. Content of photosynthetic pigments in barley leaves (the trial of 2020)

Показатель	Контроль	Натурост-Актив	НСР ₀₅
<i>фаза кушения</i>			
Хлорофилл а, мг/г сыр. массы	0,613 ± 0,067	0,739 ± 0,018*	0,115
Хлорофилл b, мг/г сыр. массы	0,193 ± 0,018	0,242 ± 0,006*	0,042
Сумма хлорофиллов а и b, мг/г сух. массы	0,805 ± 0,085	1,142 ± 0,171*	0,300
Каротиноиды, мг/г сыр. массы	0,367 ± 0,037	0,430 ± 0,004	0,093
<i>фаза трубкования</i>			
Хлорофилл а, мг/г сыр. массы	0,750 ± 0,095	1,121 ± 0,076*	0,301
Хлорофилл b, мг/г сыр. массы	0,354 ± 0,066	0,416 ± 0,029*	0,059
Сумма хлорофиллов а и b, мг/г сыр. массы	1,142 ± 0,267	1,534 ± 0,103*	0,320
Каротиноиды, мг/г сыр. массы	0,562 ± 0,099	0,635 ± 0,035	0,124

Примечание. * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Увеличение ассимиляционной поверхности опытных растений и содержания фотосинтетических пигментов в листьях может указывать на возрастание их продуктивного потенциала. Это согласуется с увеличением сухой массы опытных растений относительно контроля (табл. 3). Так, в фазу кушения в варианте с препаратом «Натурост-Актив» она возрастает на 27–31 %, в фазу трубкования – на 12–65 %. Также наблюдалось увеличе-

ние и высоты опытных растений относительно контроля на 7–23 %. Стоит отметить, что наиболее ощутимые различия по морфометрическим параметрам опытного и контрольного вариантов были выражены в более комфортные с точки зрения погодных условий периоды – 2019 и 2022 годы. Вероятно, чрезмерно влажные погодные условия 2020 г. негативно сказались на процессах жизнедеятельности бактерий биопрепарата.

Таблица 3. Ростовые параметры ячменя в процессе онтогенеза
Table 3. Barley growth parameters during ontogenesis

Вариант		Кустистость 1 растения, шт.	Количество листьев 1 растения, шт.	Сухая масса 1 растения, г	Высота растения, см
фаза кушения					
2019	Контроль	2,0 ± 0,1	5,1 ± 0,1	0,178 ± 0,012	24,1 ± 1,2
	Натурост-Актив	2,3 ± 0,1	7,0 ± 0,2*	0,234 ± 0,018*	29,7 ± 1,0*
	НСР ₀₅	0,4	1,0	0,045	4,1
2020	Контроль	1,3 ± 0,1	5,6 ± 0,2	0,113 ± 0,006	19,9 ± 2,1
	Натурост-Актив	1,3 ± 0,1	5,5 ± 0,2	0,145 ± 0,004*	21,2 ± 1,0
	НСР ₀₅	0,3	0,8	0,017	2,3
2022	Контроль	1,0 ± 0,1	7,4 ± 0,2	0,258 ± 0,020	21,2 ± 1,1
	Натурост-Актив	1,2 ± 0,1	7,3 ± 0,3	0,328 ± 0,026*	24,4 ± 0,9*
	НСР ₀₅	0,3	0,8	0,051	2,0

Продолжение табл. 3

Вариант		Кустиность 1 растения, шт.	Количество листьев 1 растения, шт.	Сухая масса 1 растения, г	Высота растения, см
<i>фаза трубкования</i>					
2019	Контроль	4,0 ± 0,4	12,1 ± 1,1	0,964 ± 0,045	39,8 ± 1,1
	Натурост-Актив	5,8 ± 0,5	18,8 ± 2,3*	1,587 ± 0,081*	48,2 ± 0,7*
	НСР ₀₅	0,4	2,1	0,141	5,2
2020	Контроль	1,5 ± 0,1	8,0 ± 0,5	0,542 ± 0,046	31,1 ± 1,5
	Натурост-Актив	1,6 ± 0,1	7,9 ± 0,4	0,609 ± 0,026	33,4 ± 1,9
	НСР ₀₅	0,5	1,0	0,085	3,1
2022	Контроль	1,2 ± 0,1	8,7 ± 0,1	0,693 ± 0,038	34,5 ± 0,1
	Натурост-Актив	1,3 ± 0,1	9,2 ± 0,1	0,915 ± 0,084*	38,8 ± 0,2*
	НСР ₀₅	0,3	0,9	0,122	3,3

Примечание. * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Влияние бактерий на рост и развитие культуры проявилось и в увеличении среднесуточных приростов по сухой массе. Например, в опыте 2022 г. за период между фазами кущения и трубкования прирост по сухой массе ячменя, который был обработан препаратом «Натурост-Актив», превзошел контроль на 31 %.

Любые изменения физиологических процессов растений, в том числе и на ранних этапах онтогенеза, сказываются и на зерновой

продуктивности, что наблюдается и в наших исследованиях. Общее количество продуктивных побегов возрастало на 9–18% относительно контроля. При этом в вегетационные периоды 2019 и 2022 гг. при действии препарата «Натурост-Актив» количество зерновок в колосе было больше контроля до 14 %, а масса 1000 зерновок – до 7 %. Во влажный 2020 г. и количество зерновок в колосе, и масса отдельной зерновки существенно от контроля не отличались (табл. 4).

Таблица 4. Хозяйственная продуктивность ячменя
Table 4. Barley economic productivity

Вариант		Продуктивная кустистость, шт.	Количество зерновок в колосе, шт.	Масса 1000 зерновок, г	Масса зерна с м ² , г
2019	Контроль	3,9 ± 0,2	14,0 ± 0,3	40,7 ± 0,8	278,1 ± 14,0
	Натурост-Актив	4,3 ± 0,1	15,8 ± 0,3	43,5 ± 1,3*	319,4 ± 20,7*
	НСР ₀₅	0,5	2,6	1,8	35,1
2020	Контроль	1,1 ± 0,1	17,5 ± 1,2	51,4 ± 1,3	209,0 ± 6,0
	Натурост-Актив	1,2 ± 0,1	17,9 ± 1,6	52,6 ± 0,9	226,4 ± 6,5*
	НСР ₀₅	0,3	1,9	2,3	14,4
2022	Контроль	1,1 ± 0,1	15,5 ± 1,5	44,2 ± 1,3	180,0 ± 5,8
	Натурост-Актив	1,3 ± 0,1	17,7 ± 1,2	46,7 ± 1,3	226,3 ± 4,8*
	НСР ₀₅	0,4	2,5	2,7	21,3

Примечание. * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Общая зерновая продуктивность ячменя сорта Сонет при действии препарата «Натурост-Актив» возросла на 8–26 % в зависимости от условий вегетационного периода. При этом наиболее ощутимое действие бактерии оказывали в 2022 г. с комфортными влажными и теплыми условиями лета.

Положительные результаты 2019 г. по испытанию действия микробного препарата «Натурост-Актив» позволили в 2020 г. провести производственный эксперимент. Из данных табли-

цы 5 следует, что биопрепарат способствовал увеличению морфофизиологических параметров опытных растений. Так, например, количество побегов при действии бактерий препарата возрастало на 22–48 %, количество листьев – на 27 %, содержание хлорофиллов – на 10–33 % в зависимости от фазы развития ячменя. При этом сухая масса опытных растений при действии препарата «Натурост-Актив» превосходила контроль на 10–11 %.

Таблица 5. Результаты оценки ростовых параметров в производственном опыте на полях СХПК Колхоз «Передовой»

Table 5. Estimation results of growth parameters in the production trial on the fields of the APC Collective farm "Peredovoy"

Показатель	Контроль	Натурост-Актив	НСР ₀₅
<i>фаза кущения</i>			
Общая кустистость, шт.	1,8±0,1	2,2±0,1*	0,3
Сухая масса 1 растения, г	0,88±0,09	0,98±0,10	0,20
Содержание хлорофилла a+b, мг/г сырой массы	0,828±0,163	0,914±0,045	0,210

Продолжение табл. 5

Показатель	Контроль	Натурост-Актив	НСР ₀₅
фаза начала цветения			
Общая кустистость, шт.	2,5±0,3	3,7±0,4*	0,8
Количество листьев 1 растения, шт.	14,2±3,6	18,1±3,2	4,8
Сухая масса 1 растения, г	1,86±0,06	2,04±0,09*	0,17
Содержание хлорофилла a+b, мг/г сырой массы	2,263±0,049	3,021±0,129*	0,180

Примечание. * – разница по сравнению с контролем статистически достоверна при $P < 0,05$.

Вероятно, наблюдаемое увеличение сухой массы связано с увеличением фотосинтетической продуктивности опытных вариантов. Данное предположение согласуется и с наблюдаемым увеличением ассимиляционной поверхности опытных культур относительно контроля. Так, в фазу цветения средняя площадь листа и количество листьев у растений в варианте с внесением «Натурост-Актив» превзошло контроль на 36 и 32 % соответственно.

В целом результаты производственного опыта оказались схожими с результатами мелкоделяночного эксперимента. Так, и в условиях реального хозяйствования зерновая продуктивность ячменя сорта Сонет при внесении биопрепарата «Натурост-Актив» возросла на 14 % (табл. 6). Зерновая продуктивность увеличилась как за счет возрастания продуктивной кустистости на 10 %, так и массы зерновки на 5 %.

Таблица 6. Результаты оценки структуры урожая в производственном опыте на полях СХПК Колхоз «Передовой»
Table 6. Estimation results of yield structure in the production experiment on the fields of the APC Collective farm "Peredovoy"

Показатель	Контроль	Натурост-Актив
Продуктивная кустистость, шт.	2,1 ± 0,1	2,3 ± 0,1
Масса 1000 зерновок, г	57,1±1,1	60,2±1,1
Количество зерновок в колосе, шт.	18,3±4,1	18,7±2,8
Масса зерна, т/га	3,855	4,395

Вывод. Таким образом, экспериментальный препарат «Натурост-Актив», созданный на основе живых бактерий *L. Buchneri*, оказал стимулирующее влияние на рост и продуктивность ярового ячменя сорта Сонет в условиях Вологодской области. За три года исследований в условиях мелкоделяночного

эксперимента зерновая продуктивность культуры при использовании биопрепарата возросла на 8–26 %, а в условиях производственного эксперимента – на 14 %. Увеличение зерновой продуктивности растений происходило за счет увеличения массы зерновки и продуктивной кустистости растений.

Библиографические ссылки

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2023. Т. 1.
2. Кирюшин, В.И. Проблема экологизации земледелия в России (белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 3–9.
3. Лапицкая Е.А., Петров В.Б., Никонов И.Н., Кряжевских Л.А., Лаптев Г.Ю. Препарат «Биотроф-600» – стимулятор роста помидоров // Аграрный вестник Урала. 2008. № (5). С. 42–44.
4. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Сельскохозяйственная микробиология и симбиогенетика: синтез классических идей и конструирование высокопродуктивных агроценозов (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 5. С. 821–831. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.5.821rus
5. Рассохина И.И. Использование микроорганизмов как средство повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур // Агрозоотехника. 2021. Т. 4, № 3. С. 1–17. DOI: 10.15838/alt.2021.4.3.2
6. Ржевская В.С., Отурина И.П., Теплицкая Л.М. Изучение биологических свойств штаммов молочнокислых бактерий // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2014. № 27(66). С. 145–160.
7. Сумина А.В., Полонский В.И. Содержание ценных веществ в зерне ячменя, выращенного в контрастных климатических условиях // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 1. С. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3
8. Суров В.В., Чухина О.В., Куликова Е.И., Анфимова С.Л. Влияние удобрений и Флавобакте-рина на урожайность и вынос элементов питания ячменем яровым в Вологодской области // Плодородие. 2015. № 5(86). С. 51–55.
9. Суровцев В.Н., Никулина Ю.Н., Жутяева С.А. Сравнительные преимущества производства молока и предпосылки формирования «молочного пояса» России // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 3. С. 21–29.
10. Сырова Д.С., Шапошников А.И., Юзихин О.С., Белимов А.А. Деструкция и трансформация фитогормонов микроорганизмами // Прикладная биохимия и микробиология. 2022. Т. 58, № 1. С. 3–22. DOI: 10.31857/S0555109922010093

11. Danilova T.A., Adzhieva A.A., Danilina G.A., Polyakov N.B., Soloviev A.I., Zhukhovitsky V.G. Antimicrobial Activity of Supernatant of *Lactobacillus plantarum* against Pathogenic Microorganisms // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019. Vol. 167(6), P. 751–754. DOI: 10.1007/s10517-019-04615-9
12. Gummalla S., Broadbent J.R. Tryptophan catabolism by *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus helveticus* cheese flavor adjuncts // Journal of Dairy Science. 1999. Vol. 82(10), P. 2070–2077. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75448-2
13. Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O., Krylova K., Biscola V., Chobert J.-M., Ivanytsia V.O., Haertle T. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings // Acta Physiologiae Plantarum. 2013. Vol. 35(5), P. 1587–1595. DOI: 10.1007/s11738-012-1200-y

References

1. Gosudarstvennyi katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii [State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation]. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, 2023. T. 1.
2. Kiryushin, V.I. Problema ekologizatsii zemledeliya v Rossii (belgorodskaya model') [The problem of agricultural ecology in Russia (Belgorod model)] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 12. S. 3–9.
3. Lapitskaya E.A., Petrov V.B., Nikonov I.N., Kryazhevskikh L.A., Laptev G.Yu. Preparat «Biotrof-600» – stimulyator rosta pomidorov [The product “Biotrof-600” is a tomato growth stimulator] // Agrarnyi vestnik Urala. 2008. № (5). S. 42–44.
4. Provorov N.A., Tikhonovich I.A. Sel'skokhozyaistvennaya mikrobiologiya i simbiogenetika: sintez klassicheskikh idei i konstruirovaniye vysokoproduktivnykh agrotsenozov (obzor) [Agricultural microbiology and symbiogenetics: synthesis of classical ideas and design of highly productive agroecosystems (review)] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2022. T. 57, № 5. S. 821–831. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.5.821rus
5. Rassokhina, I.I. Ispol'zovanie mikroorganizmov kak sredstvo povysheniya produktivnosti i ustoichivosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Use of microorganisms as a means to improve productivity and sustainability of crops] // Agrozootekhnika. 2021. T. 4, № 3. S. 1–17. DOI: 10.15838/alt.2021.4.3.2
6. Rzhetskaya V.S., Oturina I.P., Teplitskaya L.M. Izuchenie biologicheskikh svoystv shtammov molochnokisl'nykh bakterii [Study of the biological properties of lactic acid bacteria strains] // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya. 2014. № 27(66). S. 145–160.
7. Sumina A.V., Polonskii V.I. Soderzhanie tsennyykh veshchestv v zerne yachmenya, vyrashchennogo v kontrastnykh klimaticheskikh usloviyakh [The content of valuable substances in barley grain grown in contrasting climatic conditions] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2020. T. 50, № 1. S. 23–31. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-3
8. Surov V.V., Chukhina O.V., Kulikova E.I., Anfimova S.L. Vliyaniye udobrenii i Flavobakterina na urozhainost' i vynos elementov pitaniya yachmenem yarovym v Vologodskoi oblasti [The effect of fertilizers and Flavobacterin on productivity and removal of nutrients by spring barley in the Vologda region] // Plodorodie. 2015. № 5(86). S. 51–55.
9. Surovtsev V.N., Nikulina Yu. N., Zhutyayeva S.A. Sravnitel'nye preimushchestva proizvodstva moloka i predposylki formirovaniya «molochnogo poyasa» Rossii [Comparative advantages of milk production and prerequisites for the formation of the “milk belt” in Russia] // Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. 2016. № 3. S. 21–29.
10. Syrova D.S., Shaposhnikov A.I., Yuzikhin O.S., Belimov A.A. Destruktsiya i transformatsiya fitogormonov mikroorganizmami [Destruction and transformation of phytohormones by microorganisms] // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2022. T. 58, № 1. S. 3–22. DOI: 10.31857/S0555109922010093
11. Danilova T.A., Adzhieva A.A., Danilina G.A., Polyakov N.B., Soloviev A.I., Zhukhovitsky V.G. Antimicrobial Activity of Supernatant of *Lactobacillus plantarum* against Pathogenic Microorganisms // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019. Vol. 167(6). P. 751–754. DOI: 10.1007/s10517-019-04615-9
12. Gummalla S., Broadbent J.R. Tryptophan catabolism by *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus helveticus* cheese flavor adjuncts // Journal of Dairy Science. 1999. Vol. 82(10), P. 2070–2077. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75448-2
13. Limanska N., Ivanytsia T., Basiul O., Krylova K., Biscola V., Chobert J.-M., Ivanytsia V.O., Haertle T. Effect of *Lactobacillus plantarum* on germination and growth of tomato seedlings // Acta Physiologiae Plantarum. 2013. Vol. 35(5), P. 1587–1595. DOI: 10.1007/s11738-012-1200-y

Поступила: 20.07.23; доработана после рецензирования: 02.08.23; принята к публикации: 04.08.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Рассохина И. И. – подготовка опыта, выполнение исследования, анализ данных, подготовка рукописи; Платонов А. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.