

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ АЗОТОВИТ И ФОСФАТОВИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯЧМЕНЯ ДВУРЯДНОГО ЯРОВОГО ТИПА

О. А. ПОРХУНЦОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: botanika_bgsha@mail.ru

(Поступила в редакцию 22.01.2020)

Включение в современное производство микробиологических препаратов способствует восстановлению экологической системы, активной структуры микробиоты почвы, тем самым оказывая мощное позитивное воздействие на рост и развитие возделываемых сельскохозяйственных культур и увеличивая их продуктивность. Применение Азотовита (без обработки зерна фунгицидом) обеспечило формирование в ризосфере корней ячменя микрофлоры с преобладанием в ней *Azotobakter chroococcum*, который обладает достаточно высокой азотфиксирующей способностью. О высокой активности Азотобактера свидетельствует количество продуктивных стеблей (2017 год – 632 шт/м², 2018 год – 883 шт/м²), которые в совокупности с массой 1000 зерен (2017 год – 53,2 г, 2018 год – 54,0 г) и озерненностью колоса (2017 год – 22,8 шт, 2018 год – 17,2 шт) обеспечили формирование урожайности ячменя на уровне 76,5 ц/га (2017 г) и 81,8 ц/га (2018 г). Предпосевная обработка семян Азотовитом совместно с протравителем Старт, КС сводило действие азотобактера до минимума – элементы семенной продуктивности (785 продуктивных стеблей/м², масса 1000 зерен 52,2 г, 15,7 зерен/колос, 0,82 г/колос зерна) практически аналогичны таковым в контрольном варианте с предпосевной обработкой семян фунгицидом. Фосфатмобилизирующая активность Фосфатовит была подтверждена урожайностью на уровне 66,7 ц/га (+10,5 ц/га к контролю без протравителя, +6,5 ц/га к контролю с протравителем) в варианте с инокуляцией зерна только данным биопрепаратом. Одновременное применение Азотовита, Фосфатовита с протравителем химического происхождения Старт, КС сводило их микробиологическую активность до нуля – уровень элементов семенной продуктивности и урожайности практически идентичны контрольным вариантам.

Ключевые слова: ячмень яровой, микробиологические препараты азотовит и фосфатовит, инокуляция, фунгицид старт, кс, продуктивная кустистость, урожайность.

The inclusion of microbiological preparations in modern production contributes to the restoration of ecological system and the active structure of soil microbiota, thereby exerting a powerful positive effect on the growth and development of cultivated crops and increasing their productivity. The use of azotovit (without grain treatment with fungicide) ensured the formation in barley roots rhizosphere of microflora with a predominance of azotobakter chroococcum, which has a fairly high nitrogen-fixing ability. The high activity of azotobacter is evidenced by the number of productive stems (2017 – 632 pcs / m², 2018 – 883 pcs / m²), which together with a weight of 1000 grains (2017 – 53.2 g, 2018 – 54.0 g) and spike grain number (2017 – 22.8 pcs, 2018 – 17.2 pcs) ensured the formation of barley productivity at the level of 7.65 t / ha (2017) and 8.18 t / ha (2018). Pre-sowing seed treatment with azotovit together with the seed dressing start, sc reduced the effect of azotobacter to a minimum – the elements of seed productivity (785 productive stems / m², weight of 1000 grains 52.2 g, 15.7 grains / spike, 0.82 g / ear of grain) were practically similar to those in the control variant with pre-sowing seed treatment with fungicide. The phosphate-mobilizing activity of phosphatovit was confirmed with a yield of 6.67 t / ha (+1.05 t / ha for control without dressing, + 0.65 t / ha for control with dressing) in the variant with grain inoculation only with this biopreparation. The simultaneous use of azotovit, phosphatovit with a chemical disinfectant start, sc reduced their microbiological activity to zero – the level of elements of seed productivity and yield were almost identical to the control variants.

Key words: spring barley, microbiological preparations azotovit and phosphatovit, inoculation, the fungicide start, sc, productive bushiness, productivity.

Введение

Главной проблемой развития сельского хозяйства всех стран мира было и остается обеспечение продовольственного рынка сбалансированными по составу продуктами питания.

Ячмень – традиционная зерновая культура, зерно которой широко используется на продовольственные крупяные и кормовые фуражные цели, а также в пивоварении при производстве солода. Зерно ячменя содержит 10–12 % сырого протеина, 2,3–2,5 % жира, 2,5–2,8 % золы, 72–80 % без азотистых экстрактивных веществ. В белке ячменя содержится весь набор незаменимых аминокислот, включая лизин и триптофан. Высокое кормовое значение ячменя обусловлено содержанием в 1 кг его зерна 80–100 г переваримого белка и 1,15–1,18 к. ед. Пивоваренное направление использования именно ячменя из зерновых культур объясняется одновременной выработкой ферментов альфа-амилаза и бета-амилаза при гидролизе крахмала в период прорастания зерновки, а также морфологическими особенностями ее строения [12].

Мировые масштабы возделывания ячменя в настоящее время составляют около 49 млн га [11]. За последние 30–40 лет возделывания ячменя мировые посевные площади сократились практически в два раза [9]. В Российской Федерации посевные площади возделывания ячменя в 2019 году составили 8,1 млн га [17]. В Республике Беларусь среди зерновых культур ячмень по посевным площадям и валовому сбору зерна занимает второе место после пшеницы, его посевные площади в последние годы

составляют немного более 400 тыс. га, из которых на долю пивоваренного ячменя приходится около 150 тыс. га [5]. Высокое народнохозяйственное значение и агротехнические преимущества (меньшая потребность в азоте и короткий период вегетации среди зерновых культур) служат основанием для того, чтобы этой культуре уделялось большое внимание.

В Республике Беларусь селекция ярового ячменя находится на достаточно высоком уровне. Из 36 сортов этой культуры, занесенных в Государственный реестр, 23 являются сортами белорусской селекции. Они различаются направлением использования (крупяные, фуражные, пивоваренные), группой спелости, устойчивостью к внешним воздействующим факторам, а также важным итоговым показателем – потенциальной урожайностью [3]. Лидером среди сортов пивоваренного типа является Бровар, который имеет белорусское селекционное происхождение (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») и был включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь в 2007 году. Посевная площадь, занятая сортом Бровар, ежегодно в Республике Беларусь составляет более 120 тыс. га [14].

Ячмень требователен к почвенному плодородию. Имеет менее развитую, по сравнению с другими зерновыми культурами, корневую систему, характеризующуюся сравнительно слабой усваивающей способностью. Период интенсивного потребления питательных веществ у ячменя короткий, поэтому его необходимо размещать по таким предшественникам, которые оставляют в почве достаточный запас легкодоступных питательных веществ [6].

Возделывание ячменя в севообороте позволяет ежегодно повышать его урожаи и при одинаковых затратах средств получать в 1,5–2 раза более высокие сборы зерна, чем при бессменных или беспорядочных посевах. Лучшими предшественниками для ячменя в севообороте являются пропашные культуры – картофель, кукуруза, корнеплоды. Ячмень, выращиваемый на пивоваренные цели, не рекомендуется высевать после предшественников, оставляющих в почве много азота (клевер, зернобобовые). Яровой ячмень, посеянный после пропашных культур, особенно пригоден для пивоварения; в этом случае он дает не только высокий урожай, но и зерно хорошего качества с высоким содержанием крахмала [6, 12].

В современном производстве урожайностью сельскохозяйственной культуры зависит не только от сортового потенциала, но и от технологии возделывания.

В настоящее время все большую популярность получают использование в технологии возделывания культуры элементов биологического земледелия, позволяющие при наличии высокого сортового потенциала обеспечить увеличение продуктивности растений. Одним из таких широко внедряемых элементов являются микробиологические удобрения, микробный состав которых обеспечивает повышение урожайности, способствует восстановлению почвенного плодородия, подавлению фитопатогенной микрофлоры. Микробиологические удобрения – безопасная эффективная альтернатива минеральным удобрениям, сохранившая возможность получения высокого качественного урожая.

В современной мировой растениеводческой отрасли данному направлению все больше уделяется внимание, о чем свидетельствует уровень годового производства бактериальных удобрений: США из расчета на 20 млн га, Австрия – 6–9 млн га, Бразилия – 4–6 млн га, Канада, Индия, Аргентина – от 2 до 4 млн га [7].

На уровень урожайности сельскохозяйственных культур в первую очередь оказывает азотное питание растений. Содержание доступного растениям азота в почве невелико, а с минеральными удобрениями вносится лишь около 30 % его необходимой дозы. Дефицит азота в значительной степени компенсируется в результате биологической аккумуляции азота почвенными микроорганизмами. Наиболее изученными являются клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, которые в симбиозе с бобовыми обладают высокой азотфиксирующей способностью (в 1895 году был запатентован первый микробной препарат Nitragin [15]).

Наиболее актуальным современным направлением является разработка биопрепаратов с включением в их состав свободноживущих почвенных азотфиксирующих микроорганизмов (*Azotobacter*, *Clostridium*, *Beijerinckia*), обеспечивающий повышение продуктивности небобовых культур (зерновые и овощные культуры, картофель). Среди данных микроорганизмов *Azotobacter* обладает значительной азотфиксирующей способностью (до 10–15 мг N/г использованного углерода), которая зависит от почвенных условий (уровень плодородия, кислотности, аэрации, влажности). Также данный микроорганизм синтезирует значительное количество витаминов группы В, никотиновой и пантотеновой кислоты, биотина, гетероауксина и гиббереллина, а также противогрибковые антибиотики [15].

Развивается хорошо *Azotobacter*, если в почве имеются органические соединения, продукты распада растительного происхождения (на пример солома). На активность *Azotobacter* также оказывают почвенные микроорганизмы. Чаще всего косвенно, вырабатывая биологически активные вещества,

они влияют на активность *Azotobacter*, проявляя даже антагонистическое действие. Поэтому в естественной ризосферной микробиоте растений количество клеток Азотобактера не превышает 1 %.

В современном производстве микробиологических препаратов все больше начинают изучать группу ассоциативных микроорганизмов, обладающих способностью переводить малодоступные для растений формы фосфатов из органических и неорганических соединений в подвижные и легкоусвояемые формы. Значительной фосфатмобилизирующей активностью характеризуются бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, что используется человеком в производстве биопрепаратов данной группы [16].

Высокая микробиологическая активность бактерий родов *Azotobacter* и *Bacillus* была положена в основу разработки биопрепаратов *Азотовит* и *Фосфатовит*, обогащающих полезную ризосферную микрофлору растений, способствующих интенсивному развитию растений, повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам среды, улучшающих уровень азотного и фосфорного питания растений.

Основная часть

Исследования в данном направлении проводились в полевых условиях на опытном поле УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке. По тепло- и влагообеспеченности Горецкий район относится к прохладной зоне с достаточным увлажнением, что полностью соответствует требованиям для возделывания ячменя ярового типа. Основная и предпосевная обработки почвы осуществлялась в соответствии с существующими рекомендациями по Могилевской области.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Ячмень, сорт *Бровар* (контроль 1).
2. Ячмень с предпосевной обработкой зерна фунгицидом *Старт*, КС (контроль 2).
3. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Азотовитом*.
4. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Азотовитом* и *Старт*, КС.
5. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Фосфатовитом*.
6. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Фосфатовитом* и *Старт*, КС.
7. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Азотовитом* и *Фосфатовитом*.
8. Ячмень с предпосевной обработкой зерна *Азотовитом*, *Фосфатовитом* и *Старт*, КС.

Предпосевная обработка зерна фунгицидом *Старт*, КС проводилась за 2–3 дня до посева по схеме из расчета 0,5 л/т [10]. Предпосевная обработка зерна азотовитом и фосфатовитом осуществлялась в день посева по схеме из расчета 3 л/т [1].

Посев ярового ячменя двурядного был проведен 11 апреля 2017 года и 25 апреля 2018 года. Для посева использовали сеялку НЕГЕ 80. Норма высева семян составила 4,5 млн/га всхожих семян. площадь посева одного варианта 10 м², повторность 3-кратная. Возделывание культуры проводилось согласно общепринятой технологии возделывания для условий Беларуси [9, 10].

Обработка посевов ячменя против двудольных сорняков проводилась в фазу кушения гербицидами тамерон, ВДГ (20 г/га) и гербитокс, ВРК (0,8 л/га). В период вегетации также проводилась обработка посевов против болезней (Рекс Дуо, КС, 0,6 л/га) и вредителей (Фастак, КЭ, 0,1 л/га) [2].

Количественные учеты элементов семенной продуктивности проводились путем отбора пробного снопа с площади 0,25 м² и подсчета густоты растений, общей и продуктивной кустистости, число зерен в колосе и их массы. Массу 1000 семян определяли согласно ГОСТ 12042-66. Проводился расчет биологической урожайности. Уборка ячменя проводилась комбайном Samro, предназначенным для мелкоделных опытов. Полученные данные в результате учетов и анализов статистически обработаны с использованием дисперсионного анализа [4].

Ячмень двурядный ярового типа в исследованиях был представлен сортом *Бровар*. Сорт *Бровар* является среднепоздним (вегетационный период 87–94 дня), короткостебельный, пивоваренного типа (содержание белка в зерне в среднем 11,5 %, экстрактивность солода 80,4 %). Данный сорт выделяется высокой продуктивной кустистостью, крупностью зерна (масса 1000 семян 44–48 г), устойчивостью к болезням и вредителям, полеганию (4,7 балла) и прорастанию на корню, а также стабильно высокой урожайностью (63,8 ц/га, в 2004 году на Гродненской ГСУ 110,6 ц/га) [13].

Микробиологическую основу *Азотовита* представляют бактерии *Azotobakter chroococcum* (штамм В-9029 с числом жизнеспособных клеток не менее 5 млрд/ см³) в сочетании с комплексом полезной почвенной микрофлоры. *Azotobakter chroococcum* относится к представителям свободноживущих аэробных азотфиксирующих микроорганизмов, обеспечивающих растения азотным питанием. Именно поэтому применение *Азотовита* на небобовых культурах улучшает азотное питание растений, способствует развитию их вегетативных органов, повышает эффективность применения азотных мине-

ральных удобрений и подавляет фитопатогенную микрофлору в зоне ризосферы, а также повышает урожайность культуры от 15 до 40 % [1].

Бактерии *Bacillus mucilaginosus* (штамм В-8966, с числом жизнеспособных клеток не менее 120 млн/см³) в сочетании с комплексом полезной почвенной микрофлоры формируют микробную составляющую препарата *Фосфатовит*. Микробиота данного препарата обладает высокими фосфатомобилизирующими свойствами: способствует растворению силикатных минералов, высвобождению фосфора и калия из сложных соединений с переводом их в доступные формы. Поэтому применение Фосфатовита обеспечивает растения фосфорным, калийным и азотным питанием, повышает эффективность применения сложных минеральных удобрений, повышает урожайность, подавляет фитопатогенную ризосферную микрофлору, способствует восстановлению плодородия почвы [1].

Фунгицид *Старт КС*, используемый для предпосевной обработки зерна, рекомендован для применения на ячмене против всех видов головни, септориоза [8].

Метеорологические условия весеннего периода 2017 года (третья декада марта и первая декада апреля характеризовались высокой среднесуточной температурой и отсутствием осадков) способствовали раннему посеву ячменя двурядного. Однако вторая декада апреля была не так благоприятна для растений ярового ячменя: резкое снижение среднесуточной температуры и обильное выпадение осадков значительно увеличило период от посева до появления всходов до 20 дней. Это отразилось на дружности всходов, развитии растений в период вегетации и, соответственно, на семенной продуктивности ярового ячменя двурядного.

Высота растений в фазу полной спелости по вариантам опыта составила 65,3–79,2 см. Минимальным уровнем высоты растений характеризовался контрольный вариант без предпосевной обработки семян (контроль 1). Высоту растений до 70 см также имели вариант с Фосфатовитом (68,8 см), а также при совместно действии Азотовита, Фосфатовита и фунгицида (69,4 см). По всем остальным вариантам опыта высота растений была от 71,6 см до 79,2 см. При достаточно высоких показателях высоты растений по всем вариантам опыта не было отмечено полегания растений. Это подтверждает высокую устойчивость растений ярового ячменя сорта Бровар к полеганию (5 баллов) (табл. 1).

Таблица 1. Элементы семенной продуктивности ярового ячменя сорта Бровар, 2017 год

Вариант опыта	Продуктивных стеблей, шт/м ²	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Зерен в одном колосе, шт	Масса зерна/колос, г
Контроль 1	592	65,3	54,8	16,8	0,92
Контроль 2	528	72,8	51,5	20,6	1,07
Азотовит	632	79,2	53,2	22,8	1,21
Азотовит+Старт	520	76,8	52,8	21,8	1,15
Фосфатовит	684	68,8	51,8	18,9	0,98
Фосфатовит+Старт	576	71,6	53,4	19,4	1,04
Азотовит+Фосфатовит	588	76,4	53,3	19,3	1,03
Азотовит+ Фосфатовит +Старт	464	69,4	53,3	18,5	1,0
$\bar{x} \pm Sx$	573±67,7	72,5±4,77	53,0±1,02	17,0±1,91	1,05±0,09

Варианты опыта значительно различались по количеству продуктивного стеблестоя. В фазу полной спелости по вариантам опыта сформировалось 464–684 продуктивных стеблей/м². Самый низкий уровень был отмечен в варианте при совместном применении микробиологических препаратов и фунгицида – 464 продуктивных стеблей/м².

Свыше 600 продуктивных стеблей/м² сформировали растения ячменя в вариантах при предпосевной обработке семян Азотовитом (632 продуктивных стеблей/м²) или Фосфатовитом (684 продуктивных стеблей/м²). В стрессовых метеорологических условиях 2017 года применение микробиологических препаратов способствовало формированию более высокого уровня продуктивной кустистости в сравнении с контрольными вариантами, а также с вариантами с дополнительным применением фунгицида при предпосевной обработке зерна.

Изреженность продуктивного стеблестоя способствовало формированию более крупного зерна и его количества в одном колосе. Масса 1000 зерен составила 51,5–54,8 г. В варианте с применением Фосфатовита при максимальном для данного года уровне продуктивного стеблестоя (684 шт/м²) масса 1000 зерен составила лишь 51,8 г. В варианте с применением Азотовита у сорта Бровар масса 1000 семян составила 53,2 г при достаточно высоком количестве продуктивных стеблей (632 шт/м²).

Важным показателем семенной продуктивности зерновых культур является озерненность колоса и масса его зерна. В 2017 году в зависимости от варианта в одном колосе сорта Бровар сформировалось от 16,8 (контроль 1) до 22,8 (Азотовит) зерен. Наличие предпосевной обработки семян как микробиологическими удобрениями, так и фунгицидом способствовало увеличению количества зерен в одном колосе. По данным вариантам в одном колосе сформировалось 18,5–22,8 зерен в сравнении с контро-

лем 1 (16,8 шт). Свыше 20 зерен на один колос имели варианты с применением Азотовита, а также контроль 2 (предпосевная обработка зерна фунгицидом).

Один продуктивный стебель в 2017 году в целом по вариантам опыта имел 0,92–1,21 г зерна ярового ячменя. Лучшими по данному показателю были варианты с применением Азотовита и Азотовита+фунгицид (1,15 и 1,21 г зерна/колос, соответственно).

Метеорологические условия 2018 года были более благоприятными для роста и развития растений ярового ячменя двурядного, о чем свидетельствует количество продуктивных стеблей на единицу площади, сформированных по вариантам опыта. В целом по опыту в фазу полной спелости было сформировано от 567 до 883 продуктивных стеблей/м² (табл. 2).

Таблица 2. Элементы семенной продуктивности ярового ячменя сорта Бровар, 2018 год

Вариант опыта	Продукт. стеблей, шт/м ²	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Зерен в 1 колосе, шт	Масса зерна/колос, г
Контроль 1	708	69,7	51,5	15,8	0,81
Контроль 2	771	76,6	49,5	17,0	0,84
Азотовит	883	78,7	54,0	17,2	0,93
Азотовит+Старт	785	76,2	52,2	15,7	0,82
Фосфатовит	787	70,5	51,2	16,3	0,84
Фосфатовит+Старт	609	73,9	50,8	18,0	0,91
Азотовит+Фосфатовит	706	76,1	51,8	15,7	0,81
Азотовит+ Фосфатовит +Старт	567	68,3	51,0	16,8	0,86
$\bar{x} \pm Sx$	727±102,5	73,7±3,79	51,5±1,29	16,5±0,83	0,85±0,04

Как и в 2017 году, наименьший показатель продуктивных стеблей был в варианте при совместном применении Азотовита, Фосфатовита и фунгицида. Одновременное применение фунгицида и микробиологических удобрений способствует угнетению как внесенной азотфиксирующей и фосфатмобилизирующей микрофлоры на этапе всходов, так и аборигенной микрофлоры при дальнейшем развитии растений ячменя.

Высоким показателем продуктивных стеблей характеризовались варианты с применением Азотовита (883 шт/м²), Азотовита+фунгицид (785 шт/ м²), а также Фосфатовита (787 шт/м²). Высота растений в вариантах опыта практически не отличалась от предыдущего года и составила 68,3–78,7 см. Высоту свыше 75 см имели растения контрольного варианта 2, а также все варианты с применением Азотовита.

Масса 1000 зерен по вариантам опыта в 2018 году составила 49,5–54,0 г. Практически по всем вариантам масса 1000 зерен была на уровне 50–52 г, за исключением варианта с применением Азотовита (54,0 г). При таком уровне крупности зерна и продуктивного стеблестоя в вариантах опыта в 2018 году в одном колосе сформировалось от 15,7 до 18,0 выполненных зерен.

Варианты опыта незначительно различались по массе зерна с колоса, которая составила 0,81–0,93 г. По данному показателю варианты 2018 года отличаются от результатов 2017 года.

Итоговым показателем, определяющим значимость изучаемого элемента технологии возделывания, является урожайность сельскохозяйственной культуры (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность ярового ячменя сорта Бровар

№ п/п	Вариант опыта	Урожайность, ц/га				
		2017	2018	среднее	± к контролю	
					1	2
1	Контроль 1	54,5	57,8	56,2		-4,0
2	Контроль 2	56,1	64,3	60,2	+4,0	
3	Азотовит	76,5	81,8	79,1	+22,9	+18,9
4	Азотовит+Старт	59,7	64,3	62,0	+5,8	+1,8
5	Фосфатовит	67,2	66,3	66,7	+10,5	+6,5
6	Фосфатовит+Старт	59,7	54,8	57,3	+1,1	-2,9
7	Азотовит+Фосфатовит	60,3	59,4	59,8	+3,6	-0,4
8	Азотовит+ Фосфатовит +Старт	46,5	48,2	47,3	-8,9	-12,9
$\bar{x} \pm Sx$				61,08±9,17		
<i>HCP</i> ₀₅		1,43	1,22			

В 2017 году урожайность ярового ячменя сорта Бровар по вариантам опыта составила от 46,5 ц/га до 76,5 ц/га. Наименьшая биологическая урожайность зерна ячменя была получена в варианте при совместном применении Азотовита, Фосфатовита и протравителя Старт. При использовании микробиологических удобрений урожайность была выше контрольных вариантов (54,5 ц/га и 56,1 ц/га): Азотовита – 76,5 ц/га, Фосфатовита – 67,2 ц/га. При совместном применении микробиологических удобрений и фунгицида (Азотовит+Старт; Фосфатовит+Старт) урожайность снижалась до 59,7 ц/га с небольшим преобладанием над контрольными вариантами.

В 2018 году урожайность ячменя в опыте составила 48,2–81,8 ц/га. Отмечено различие контрольных вариантов. Так, при применении протравителя Старт урожайность ячменя увеличилась на 6,5 ц/га, в сравнении с вариантом без его применения (контроль 1 – урожайность 57,8 ц/га). Высокий уровень биологической урожайности обеспечили варианты с применением Азотовита (81,8 ц/га) и Фосфатовита (66,3 ц/га). Совместное применение Азотовита и фунгицида снизило урожайность до уровня контроля 2 (64,3 ц/га), Азотовита и Фосфатовита – контроля 1 (59,4 ц/га). В вариантах с применением Фосфатовита с фунгицидом урожайность была ниже контроля 1: вариант 6 – 54,8 ц/га, вариант 8–48,2 ц/га.

Заключение

Применение Азотовита и Фосфатовита обеспечило формирование 757 и 735 продуктивных стеблей/м², соответственно, на фоне контрольных вариантов (649–650 шт/м²). Масса 1000 зерен различалась по годам и составила: 2017 год – 53,0±1,02 г, 2018 – 51,5±1,29 г. Наиболее постоянным данный показатель был в вариантах с применением Азотовита (53,2–54,0 г), Азотовита и протравителя (52,2–52,6 г). Озерненность колоса в 2017 году (16,8–22,8 зерен/колос) была выше, чем в 2018 году (15,7–18,0 зерен/колос), что объясняется различием по количеству продуктивных стеблей.

Инокуляция зерна ячменя только Азотовитом обеспечило прибавку урожайности на уровне 22,9 ц/га (к контролю без протравителя) и 18,9 ц/га (к контролю с использованием протравителя). Обработка зерна ячменя Фосфатовитом обеспечило прибавку урожайности на уровне 10,5 ц/га (к контролю без протравителя) и 6,5 ц/га (к контролю с использованием протравителя).

Применение протравителя Старт на фоне микробиологических удобрений снижала их азотфиксирующую и фосфатмобилизирующую активность до минимума. В этих вариантах урожайность ячменя была незначительно выше контроля без применения протравителя (на 1,1–5,8 ц/га). Совместное применение двух микробиологических препаратов и протравителя негативно отразилось на итоговом показателе: урожайность ячменя была ниже на 8,9 ц/га и 12,9 ц/га в сравнении с контрольными вариантами 1 и 2 соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азотовит и Фосфатовит – органоминеральное микробиологическое удобрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://apk-volga.ru/azotovit-i-fosfatovit>. – Дата доступа: 07.05.2019.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 688 с.
3. Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sorttest.by/gosudarstvennyu-reyestr-sortov-2018-1.html>. – Дата доступа: 24.05.2019.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Зубкович, А. А. Белорусский ячмень: задание на завтра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-cereals/beloruskij-yachmen-zadanie-na-zavtra.html> – Дата доступа: 20.01.2020.
6. Технологические основы растениеводства: учеб. пособие / И. П. Козловская [и др.]. – Минск, 2015. – 503 с.
7. Микробиологические и бактериальные удобрения / Сельское хозяйство. universityagro.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/агрохимия/микробиологические-и-бактериальные>. – Дата доступа: 31.01.2020.
8. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений: произв.-практ. издание / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – Минск: Триолета, 2006. – 336 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 288 с.
10. Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: колосс, 2007. – 612 с.
11. Производство ячменя в России снизится на 8%. Крестьянские ведомости. Газета агробизнеса, 22 мая 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kvedomosti.ru/news/proizvodstvo-yachmenya-v-rossii-snizitsya-na-8.html> – Дата доступа: 02.02.2020.
12. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
13. Сорт ячменя: Бровар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrosbornik.ru/sorta-yachmenia/45-2011-11-06-17-20-47/582-2011-11-08-19-44-43.html> – Дата доступа: 15.05.2019.
14. Урбан, Э. П. Зерновые: новинки белорусской селекции/ Белорусское сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/zernovye-novinki-beloruskoj-selekcii> – Дата доступа: 20.01.2020.
15. Шильникова, В. К. Свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы / В. К. Шильникова // Жизнь растений; под редакцией А. Л. Тахтаджана. – Т. 1. – Бактерии и актиномицеты. стр. – Москва, 1974. – 478 с.
16. Фосфатмобилизирующие препараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://selo-delo.ru/agroximiya-i-rochva/mehanizm-biologicheskoy-fiksatsii-molekulyarnogo-azota-immobilizatsiya-fosfora-mikroorganizmami-fosfatmobiliziruyushhie-preparaty.html> – Дата доступа: 28.01.2020.
17. Ячмень: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг.: Зерновые / Агровестник, 15.01.2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/yachmen-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html> – Дата доступа: 02.02.2020.