

**УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ СОРТА АЛТАЙСКАЯ ЖНИЦА
НА ФОНЕ БИОПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ПРИАЛЕЙСКОЙ СТЕПИ****YIELDING CAPACITY OF THE WHEAT VARIETY ALTAYSKAYA ZHNITSA
WHEN USING BIOPREPARATIONS UNDER THE CONDITIONS OF THE PRIALEYSKAYA STEPPE**

Ключевые слова: пшеница, микробные препараты, Микориза, инокуляция, корневые diaзотрофы, азотфиксация, урожайность.

Изучали влияние препаратов корневых diaзотрофов – 2-П5, «Ризоагрин» и «Мизорин» и грибного препарата «Микориза» в чистом виде и в бинарных смесях с Микоризой на формирование урожайности пшеницы Алтайская жница в зоне Приалейской степи Алтайского края. Исследования проведены на черноземе обыкновенном, малогумусном в производственном посеве. Даже в неблагоприятных по увлажнению условиях применение препаратов корневых diaзотрофов, Микоризы и их бинарных смесей на пшенице Алтайская жница способствовало увеличению всхожести семян и сохранности при уборке, увеличению площади листьев и фотосинтетического потенциала до оптимальных показателей. Инокуляция биопрепаратами способствовала увеличению всех элементов структуры урожайности, но в большей мере массе зерна в колосе и массе 1000 зерен. Масса 1000 зерен на 5,1-12,9% была выше по сравнению с контролем. Наибольшее положительное влияние на структуру урожая пшеницы этого сорта оказали препараты 2П-5 и «Ризоагрин», а также бинарные смеси Микоризы с этими же препаратами. Использование препаратов корневых diaзотрофов и Микоризы увеличило биологическую урожайность пшеницы Алтайская жница на 0,38-1,05 т/га, или на 11,8-32,8%. Максимальные прибавки обеспечил препарат «Ризоагрин» и его бинарная смесь с микоризой. Инокуляция биопрепаратами способствовала снижению заболеваемости растений пшеницы септориозом и пыльной головней. Наилучший результат получен на препарате 2П-5. На вариантах с его применением произошло снижение пораженности септориозом листьев и пыльной головней в 2 раза.

Keywords: wheat, microbial preparations, mycorrhiza, inoculation, root diazotrophs, nitrogen fixation, yielding capacity.

We studied the effect of root diazotrophs such as 2-P5, Rhizoagrin and Mizorin and as well as the effect of the fungal preparation Mycorrhiza in pure form and in binary combinations on the yielding capacity of the wheat variety Altayskaya Zhnitsa in the Prialeyskaya steppe of the Altai territory. The studies were carried out on ordinary chernozem, low-humus in industrial sowing. Even in unfavorable moisture conditions, the use of preparations of root diazotrophs, Mycorrhiza and their binary mixtures on the wheat variety Altayskaya Zhnitsa contributed to an increase in seed germination, crop preservation during harvesting, an increase in the leaf area and photosynthetic potential to optimal indicators. Inoculation with biopreparations contributed to an increase in all the elements of the yield structure, but largely to the weight of the grain in the ear and the weight of 1000 grains. The weight of 1000 grains was 5.1-12.9% higher compared to the control group. The most positive effect on the structure of the wheat crop of this variety was exerted by the preparations 2P-5 and Rhizoagrin as well as binary mixtures of Mycorrhiza with the same preparations. The use of preparations of root diazotrophs and Mycorrhiza increased the biological yield of the wheat variety Altayskaya Zhnitsa by 0.38-1.05 t/ha or by 11.8-32.8 %. The maximum increases were provided by the preparation Rizoagrin and its binary mixture with Mycorrhiza. Inoculation with biopreparations helped to reduce the incidence of wheat plants with Septoria blight and dust-brand. The best result was obtained on the preparation 2P-5. In the variants with its use, there was a reduction by half in the incidence of leaf Septoria blight and dust-brand.

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

Тросничков Артур Агасьевич, магистрант, ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: arttros@mail.ru

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

Trosnichkov Artur Agasievich, master's degree student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: arttros@mail.ru.

Алтайский край является одним из крупнейших регионов России по возделыванию ценных и наиболее распространенных зерновых культур, среди которых пшеница занимает одно из первых мест. Несмотря на это площади посевов пшеницы в крае неизменно снижаются при средней урожайности около 16 ц/га [1]. Поэтому главной задачей сельхозпроизводителей является расширение посевов этой культуры и увеличение урожайности зерна, соответствующего стандартам для изготовления пищевой продукции.

Одним из важнейших факторов, определяющих урожайность пшеницы, является достаточное обеспечение посевов доступным азотом минеральных удобрений. Однако многие хозяйства в крае, вследствие экономических причин, испытывают их дефицит, а сокращение их применения приводит к снижению урожайности пшеницы и ее качества. В то же время минеральные азотные удобрения увеличивают затраты на производство продукции, вследствие их высокой стоимости, к тому же наносят экологический вред окружающей среде, загрязняя ее продуктами микробной трансформации – нитратами и нитритами [2].

В этой связи следует обратить внимание на естественный процесс обогащения почв с помощью биологической фиксации атмосферного азота микроорганизмами, которая способна заменять до 70% минерального азота почвы [3, 4]. На основе фиксирующих молекулярный азот воздуха бактерий учеными разработан ряд биологических препаратов, которые положительно зарекомендовали себя на различных сельскохозяйственных культурах [5]. Особенно заслуживают внимания препараты, применяемые для небобовых культур. Многолетние полевые эксперименты в различных регионах России и в зарубежных странах показали достаточно высокую их эффективность, в том числе на яровой пшенице. Эффективность их действия сравнима с минеральными азотными удобрениями [6].

Цель исследования – оценить эффективность препаратов ассоциативных бактерий и

грибного препарата «Микориза» на формирование урожайности яровой мягкой пшеницы в степной зоне Алтайского края.

Объекты, условия и методы исследования

Исследования по изучению микробных препаратов, содержащих азотфиксирующие бактерии, при возделывании разных сортов пшеницы проводятся нами с 2007 г. Основные исследования проведены на опытном поле Алтайского ГАУ, расположенного в пригороде г. Барнаула, а также в производственных посевах в хозяйствах края на чернозёмных почвах.

В разные годы изучали действие следующих препаратов ассоциативных азотфиксаторов: Биоплант-К (содержит культуру бактерий *Klebsiella planticola*), Мобилин (*Klebsiella mobile*), Мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт.7), Ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*, шт.204), Флавобактерин (*Flavobacterium sp.*, шт.30), 2П-5 (*Pseudomonas sp.*). Также исследовали действие препарата «Микориза», содержащего культуру гриба *Glomus intraradices*, шт.8. В опытах использовали рекомендуемые для Алтайского края сорта яровой мягкой и твердой пшеницы.

В 2019 г. исследования проведены в Алейском районе на территории землепользования КФХ А.А. Андреева в производственных посевах яровой мягкой пшеницы сорта Алтайская жница на черноземе обыкновенном малогумусном. Vegetационный период 2019 г. отличался недостаточным увлажнением, с неравномерным распределением осадков по месяцам. Июль и август были засушливыми, выпало всего 31 и 32 мм осадков, в июне – 89 мм, что в 2 раза превышало среднее многолетние значения. ГТК за вегетацию составил 0,8.

В опыте использовали препараты ассоциативных азотфиксирующих бактерий: «Ризоагрин», «Мизорин», 2П-5 и грибной препарат «Микориза». Семена пшеницы инокулировали препаратами в день посева из расчета 300 г препарата на гектарную норму семян. Посев проводили в третьей декаде мая в трех повторностях при норме высева 5 млн всхожих семян на 1 га.

Площадь одной делянки каждого варианта составляла 180 м². Варианты опыта включали монопрепараты и бинарные смеси препаратов-диазотрофов с Микоризой: 1) – контроль; 2) – 2П-5; 3) – Ризоагрин; 4) – Мизорин; 5) – Микориза; 6) – Микориза + 2П-5; 7) – Микориза + Ризоагрин; 8) – Микориза + Мизорин.

Для определения биологической урожайности и структуры урожая на каждой повторности отбирали пробные снопы с 1 м² по методике Госсортоиспытания [7], площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов определяли по методу А.А. Ничипорович [8], математическую обработку – однофакторным дисперсионным анализом по Б.А. Доспехову [9].

Результаты исследования

Особенностью препаратов ассоциативных азотфиксаторов является их комплексное воздействие на растения и почву. Входящие в их состав бактерии, кроме способности фиксировать азот, выделяют биологически полезные для растений соединения – фитогормоны и витамины, регулирующие их рост и развитие, а также большое количество разных антибиотиков, подавляющих фитопатогенную микрофлору. Применение препаратов способствует увеличению урожайности культур от нескольких до десятков процентов [5, 6].

В проведенных нами исследованиях с разными сортами пшеницы за период с 2007 по 2018 гг. [10] была установлена высокая, но не

одинаковая отзывчивость одного сорта на разные препараты. Это связано как с различиями в погодных условиях, так и с разной способностью сортов пшеницы и бактерий образовывать ассоциативный симбиоз. Один и тот же препарат даже на сортах одной культуры действует неоднозначно. Поэтому для подбора эффективных препаратов, увеличивающих урожайность ценных сортов пшеницы, нужны испытания в каждой почвенно-климатической зоне.

Например, сорт пшеницы Алтайская 325 более отзывчив на препарат «Ризоагрин», сорта Алейская и Алтайский янтарь – на препарат «Флавобактерин», сорт Степная волна – на препарат «Мобилин», а сорт Алтайская 530 более отзывчив на препарат «Мизорин» (табл. 1). Тем не менее, различия в действии разных препаратов на одном сорте незначительные, за редким исключением. Следовательно, исследования по подбору препаратов необходимо проводить по каждому сорту в течение нескольких лет для получения достоверных результатов и дальнейшей рекомендации для возделывания в той или иной климатической зоне.

В 2019 г. исследования были продолжены в условиях производственного посева в Алейском районе на сорте пшеницы Алтайская жница [11]. Сорт относится к среднеспелым, отличается хорошими хлебопекарными качествами, характеризуется как ценная пшеница. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе 21,4 ц/га.

Таблица 1

Урожайность разных сортов пшеницы (т/га) при использовании препаратов корневых diaзотрофов и Микоризы (2007-2018 гг.)

| Сорт пшеницы, годы исследования | Флавобактерин | Ризоагрин | Мобилин | Мизорин | Микориза |
|---------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Алтайская 325 (2007-2008) | 2,95/20,4* | 3,00/22,4 | - | - | - |
| Алейская (2013-2014) | 2,37/30,9 | 1,97/8,8 | - | 2,23/23,2 | 2,47/25,4 |
| Алтайский янтарь (2013-2014) | 2,11/42,6 | 2,04/38,2 | - | 1,90/28,4 | 2,50/25,0 |
| Степная волна (2016-2018) | - | 2,64/38,2 | 2,74/43,6 | - | 2,49/30,4 |
| Алтайская 530 (2016-2017) | 16,3/68,0 | 17,4/79,3 | - | 18,4/89,6 | - |
| Алтайская 325 (2017-2018) | 3,16/21,1 | 3,44/31,8 | - | - | - |

Примечание. *В числителе – урожайность, т/га, средняя за годы исследований; в знаменателе – прибавка к контролю, %.

Важнейшим показателем, от которого зависит продуктивность культур, является полевая всхожесть семян, характеризующая индекс листовой поверхности на единице площади посева. Всхожесть зависит от различных факторов, в том числе от качества посевного материала, применяемых удобрений и регуляторов роста, климатических и почвенных условий, сроков посева и др.

Исследования показали, что все биопрепараты оказали положительное влияние на всхожесть пшеницы. На контрольном варианте всхожесть составила 75,6%. При норме высева 500 семян на 1 м² возшло 378 растений. На вариантах с биопрепаратами всхожесть была более высокая и варьировала в пределах 76,2-81,4%. Наибольшая всхожесть получена при инокуляции семян препаратами «Ризоагрин» (81,4%) и «Мизорин» (78,6%).

Сохранность пшеницы на всех вариантах, включая контроль, была высокой и составила 92,5-97,5%. Наибольшее количество растений сохранилось на вариантах, инокулированных Ризоагрином, Мизорином и на смеси Микоризы с Ризоагрином.

Основным продукционным процессом в агрофитоценозах является фотосинтез. Нами было оценено влияние препаратов на активность фотосинтеза по величине площади листьев и фотосинтетическому потенциалу. По данным А.А. Ничипорович (1961), для злаковых культур оптимальной площадью листьев на 1 га посева считается 40-50 тыс., листовой индекс равен 4-5, при меньшей величине листового индекса использование световой энергии малоэффективно. При величине листового индекса более 5 нижние листья затеняются верхним ярусом, в результате листовой аппарат работает непродуктивно, что также снижает урожайность.

Для определения мощности посевов используют показатель – фотосинтетический потенциал растений (ФСП), который оказывает непосредственное влияние на их продуктивность. Для зерновых культур оптимальное значение ФСП составляет 2,0 млн м² дней/га и более [8].

Результаты фотосинтетических показателей по площади листьев и фотосинтетическому потенциалу в период цветения пшеницы, когда формируется максимальная листовая поверхность, приведены в таблице 2 [11].

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии используемых препаратов на фотосинтез посевов. Под влиянием препаратов формирование листовой поверхности пшеницы и в целом фотосинтетический потенциал увеличились.

Наибольшая площадь листьев сформировалась на смеси препаратов Микориза + 2П-5 и на вариантах с Ризоагрином и Микориза + Мизорин. Фотосинтетический потенциал пшеницы на фоне биопрепаратов превышал контроль на 8,44-33,12%. На вариантах с Ризоагрином (2,05 млн м² дней/га) и смеси Микориза + 2П-5 (2,01 млн м² дней/га) величина ФСП была оптимальной для посевов пшеницы. Существенное изменение фотосинтетического потенциала отмечено также на вариантах с применением Мизорина и Микоризы в чистом виде – 1,93-1,90 млн м² дней/га соответственно.

Препараты оказали положительное влияние и на элементы структуры урожая (табл. 3). Больше увеличение получено на длине колоса, числе колосков в колосе, числе зерен в колосе и их массе, а также массе 1000 зерен. Особенно значительные изменения наблюдались на массе зерна в колосе и массе 1000 зерен. На контроле масса зерна в колосе составила 0,82 г, на инокулированных вариантах этот показатель варьировал в пределах 0,85-1,01 г. Наибольшее влияние оказали препараты 2П-5 и «Ризоагрин», а также их бинарные смеси с Микоризой [11].

Масса 1000 зерен на контроле равнялась 37,3 г. Инокуляция увеличивала их массу на 5,1-12,9%. На 3 вариантах с инокуляцией масса 1000 зерен была более 40 г – Микориза + 2П-5 (42,1 г), 2П-5 (41,9 г) и Ризоагрин (40,1 г).

На основании данных по структуре урожая определили биологическую урожайность пшеницы (рис. 1). Расчетный уровень урожайности был достаточно высоким. На контроле урожай-

ность равнялась 3,2 т/га. На всех инокулированных препаратами вариантах урожайность была существенно выше контрольного на 0,38-1,05 т/га (11,8-32,8%) и составила 3,58-4,25 т/га. Наибольший эффект обеспечили препараты «Ризоагрин» – 4,25 т/га (прибавка к контролю 32,8%), «Микориза» в чистом виде – 4,07 т/га (27,1%) и бинарная смесь Микоризы с Ризоагрином – 4,1 т/га (28,1%).

Одной из важных особенностей микроорганизмов-дiazотрофов в составе препаратов является синтезирование ими различных антибиотиков, подавляющих возбудителей болезней растений, особенно грибов-миксомицетов, поэтому эти препараты являются альтернативой химическим фунгицидам. По данным исследований [2] заболеваемость растений при инокуляции семян биопрепаратами снижается в 1,5-10 раз.

Нами была проведена оценка влияния инокуляции биопрепаратами на распространение наиболее часто встречаемых заболеваний пшеницы в зоне Алейской степи – септориоз листьев и пораженность пыльной головней [12]. Степень заболевания листьев септориозом оценивали по количеству растений, пораженных пятнистостью листьев. Заражение пшеницы пыльной головней определяли по соотношению поврежденных колосьев к общему их количеству на 1 м² (рис. 2).

На контроле характерные признаки заболевания септориозом отмечены почти у половины растений – 45%. На вариантах, инокулированных биопрепаратами, степень заболевания была существенно ниже, особенно на варианте с препаратом 2П-5 и при сочетании его с Микоризой.

Таблица 2

Фотосинтетическая активность посевов яровой пшеницы Алтайская жница при применении биопрепаратов

| Вариант | Площадь листьев одного растения, см ² | Отклонение от контроля, % | ФСП, млн м ² дней/га |
|----------------------|--|---------------------------|---------------------------------|
| Контроль | 98,6 | - | 1,54 |
| 2П-5 | 106,2 | 7,7 | 1,67 |
| Ризоагрин | 120,9 | 22,6 | 2,05 |
| Мизорин | 114,5 | 16,1 | 1,93 |
| Микориза | 111,4 | 13,0 | 1,77 |
| 2П-5 + Микориза | 126,6 | 28,4 | 2,01 |
| Ризоагрин + Микориза | 109,5 | 11,0 | 1,79 |
| Мизорин + Микориза | 120,4 | 22,1 | 1,9 |

Таблица 3

Структура урожая яровой пшеницы Алтайская жница

| Вариант | Высота, см | Длина колоса, см | Кол-во колосков в колосе, шт. | Кол-во зерен в колосе, шт. | Масса зерна одного колоса, г | Масса 1000 зерен, г |
|----------------------|------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|
| Контроль | 78,5 | 6,70 | 14 | 22 | 0,82 | 37,3 |
| 2П-5 | 77,3 | 6,83 | 14 | 22 | 0,97 | 41,9 |
| Ризоагрин | 79,9 | 7,05 | 16 | 25 | 0,98 | 40,1 |
| Мизорин | 78,3 | 7,03 | 17 | 25 | 0,88 | 37,9 |
| Микориза | 82,8 | 6,96 | 16 | 24 | 0,87 | 39,2 |
| Микориза + 2П-5 | 79,5 | 7,35 | 15 | 24 | 1,01 | 42,1 |
| Микориза + Ризоагрин | 81,9 | 7,12 | 14 | 23 | 0,94 | 39,9 |
| Микориза + Мизорин | 78,9 | 6,72 | 16 | 23 | 0,85 | 37,8 |

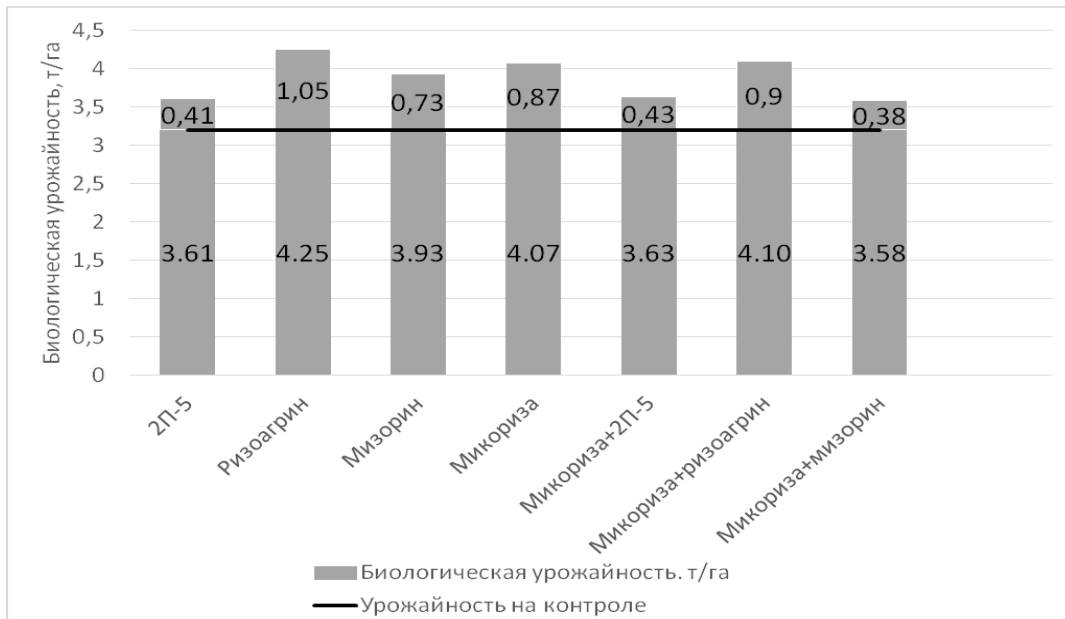


Рис. 1. Биологическая урожайность пшеницы при использовании биопрепаратов

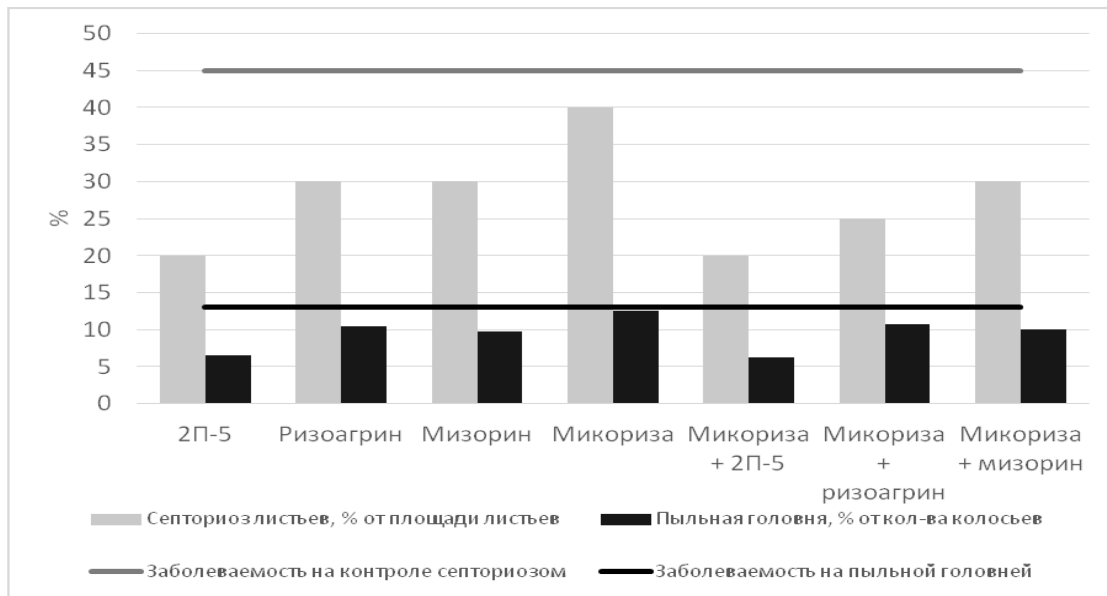


Рис. 2. Заболеваемость пшеницы септориозом и пыльной головней на контроле и на фоне биопрепаратов

На этих вариантах листья выглядели более здоровыми, площадь распространения септориоза была в 2 раза и более меньше, чем на контроле. На всех остальных инокулированных вариантах степень пораженности септориозом была несколько выше. Лишь препарат «Микориза» практически не снижал заболеваемость листьев.

Биопрепараты оказали фунгицидное действие и на возбудителя пыльной головни. На снижение заболеваемости также наибольшее влияние оказал препарат 2П-5 и его бинарная смесь с Микоризой. На этих вариантах количе-

ство пораженных растений снизилось в 2 раза (6,5 и 6,3% соответственно при 13% на контрольном варианте). Как и в случае с септориозом минимальный эффект получен на Микоризе.

Выводы

1. Многолетние исследования бактериальных препаратов корневых diazotрофов на разных сортах пшеницы показали их высокую эффективность. Однако увеличение урожайности во многом зависело от климатических условий сезона и от сорта пшеницы. Наблюдалась неоди-

наковая отзывчивость одного сорта пшеницы на разные препараты и разных сортов на один и тот же препарат.

2. Применение препаратов на пшенице Алтайская жница увеличивало всхожесть семян и сохранность растений при уборке, площадь листьев и фотосинтетический потенциал до оптимальных показателей.

3. Инокуляция биопрепаратами способствовала увеличению всех элементов структуры урожайности, но в большей мере массы зерна в колосе и массы 1000 зерен. Наилучший результат получен на препаратах 2П-5 и «Ризоагрин», а также на бинарных смесях Микоризы с этими препаратами.

4. Биологическая урожайность пшеницы Алтайская жница при использовании препаратов корневых diaзотрофов и Микоризы увеличилась на 0,38-1,05 т/га. Максимальные прибавки обеспечил препарат «Ризоагрин» и его бинарная смесь с Микоризой.

5. Инокуляция биопрепаратами способствовала снижению заболеваемости растений пшеницы септориозом и пыльной головней. Наилучший эффект оказал препарат 2П-5, пораженность пшеницы септориозом и пыльной головней снизилась в 2 раза по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Рост и развитие пшеницы: [сайт]. [2018]. – URL: <https://www.yara.ru/crop-nutrition/wheat/key-facts/wheat-growth-and-development/> (дата обращения: 17.07.2019). – Текст: электронный.

2. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – Москва: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с. – Текст: непосредственный.

3. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений / И. А. Тихонович, А. А. Завалин, Г. Г. Благовещенская, А. П. Кожемяков. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2011. – № 3 (60). – С. 9-13.

4. Newton, W. E. Nitrogen fixation: some perspectives and prospects / W. E. Newton // Proc. 1st European nitrogen fixation conference. – Szeged, 1994. – P. 1-6.

5. Тихонович, И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов. – Москва, 2005. – 154 с. – Текст: непосредственный.

6. Завалин А. А. Влияние препаратов азотфиксирующих микроорганизмов на питание и продуктивность яровой пшеницы / А. А. Завалин, Т. М. Кандаурова, Л. С. Чернова. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 1997. – № 3. – С. 33-40.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – Москва, 1989. – 197 с. – Текст: непосредственный.

8. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1961. – 138 с. – Текст: непосредственный.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с. – Текст: непосредственный.

10. 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.

11. Тросничков, А. А. Влияние биологических препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий и микоризы на урожайность яровой пшеницы Алтайская жница в условиях Алейского района: магистерская диссертация / А. А. Тросничков; Алтайский ГАУ. – Барнаул, 2019. – 63 с. – Текст: непосредственный.

12. Курсакова, В. С. Использование биопрепаратов корневых diaзотрофов для борьбы с болезнями пшеницы / В. С. Курсакова, А. А. Тросничков. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции (15-16 марта 2020 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – С. 255-257.

References

1. Rost i razvitie pshenicy: [sajt]. [2018]. – URL: <https://www.yara.ru/crop-nutrition/wheat/key-facts/wheat-growth-and-development/> (data obrashcheniya: 17.07.2019). – Tekst: elektronnyj.
2. Zavalin, A. A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj / A. A. Zavalin. – Moskva: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s. – Tekst: neposredstvennyj.
3. Ispol'zovanie biopreparatov – dopolni-tel'nyj istochnik elementov pitaniya rastenij / I. A. Tihonovich, A. A. Zavalin, G. G. Blagoveshchenskaya, A. P. Kozhemyakov. – Tekst: neposredstvennyj // Plodorodie. – 2011. – № 3 (60). – S. 9-13.
4. Newton, W. E. Nitrogen fixation: some perspectives and prospects / W. E. Newton // Proc. 1st European nitrogen fixation conference. – Szeged, 1994. – P. 1-6.
5. Tihonovich, I. A. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve. (Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve) / I. A. Tihonovich, Yu. V. Kruglov. – Moskva, 2005. – 154 s. – Tekst: neposredstvennyj.
6. Zavalin A. A. Vliyanie preparatov azotifiksiruyushchih mikroorganizmov na pitanie i produktivnost' yarovoj pshenicy / A. A. Zavalin, T. M. Kandaurova, L. S. Chernova. – Tekst: neposredstvennyj // Agrohimiya. – 1997. – № 3. – S. 33-40.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. – Moskva, 1989. – 197 s. – Tekst: neposredstvennyj.
8. Nichiporovich, A. A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevah / A. A. Nichiporovich. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 138 s. – Tekst: neposredstvennyj.
9. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta / B. A. Dospekhov. – Moskva: Al'yans, 2011. – 352 s. – Tekst: neposredstvennyj.
10. Kursakova, V. S. Opyt ispol'zovaniya preparatov kornevykh diazotrofov i mikorizy v tekhnologiyah vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v stepnoj zone Altajskogo kraja / V. S. Kursakova, L. A. Stupina. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 6 (164). – S. 20-27.
11. Trosnichkov, A. A. Vliyanie biologicheskikh preparatov associativnykh azotifiksiruyushchih bakterij i mikorizy na urozhajnost' yarovoj pshenicy Altajskaya zhnica v usloviyah Alejskogo rajona: magisterskaya dissertaciya / A. A. Trosnichkov; Altajskij GAU. – Barnaul, 2019. – 63 s. – Tekst: neposredstvennyj.
12. Kursakova, V. S. Ispol'zovanie biopreparatov kornevykh diazotrofov dlya bor'by s boleznyami pshenicy / V. S. Kursakova, A. A. Trosnichkov. – Tekst: neposredstvennyj // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (15-16 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2020. – S. 255-257.



УДК 114:631.436:630*17:630*271(571.15)

С.В. Макарычев
S.V. Makarychev

ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЕНДРАРИЯ

WATER AVAILABILITY OF SPRUCE STANDS IN THE ARBORETUM

Ключевые слова: ель Энгельмана, дисперсность, плотность, влажность завядания, наименьшая влагоемкость, общие и продуктивные влагозапасы, гумус, орошение, поливная норма.

Keywords: Engelmann spruce, dispersion, density, wilting moisture, lowest water capacity, total and productive moisture reserves, humus, irrigation, irrigation rate.