

**РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ
НА ФОНЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ****THE DEVELOPMENT OF SPRING WHEAT PLANTS WITH THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS
AGAINST THE BACKGROUND OF MINERAL FERTILIZERS**

Ключевые слова: биопрепараты, ризосферные бактерии, инокуляция, биологический контроль, Микориза, пшеница, удобрения, микроорганизмы, урожайность.

Наблюдения за ростом и развитием растений пшеницы Степная волна методом биологического контроля позволили выявить влияние микробных препаратов азотфиксирующих бактерий – «Мобилин», «Ризоагрин», 2П-5 и грибного препарата «Микориза» в чистом виде и на фонах минеральных удобрений на формирование урожая этой культуры в условиях недостаточного увлажнения вегетационного периода 2018 г. Используемые биопрепараты, как и минеральные удобрения в чистом виде, не оказывали существенного влияния на формирование вегетативных и генеративных органов пшеницы. Более 50% цветков не было оплодотворено, озерненность колоса колебалась от 47,3 до 55,8%. Решающим фактором их закладки и развития следует считать погодные условия. Влияние препаратов на структуру генеративных органов проявилось на более поздних этапах органогенеза – на X-XII, когда создались погодные условия, более благоприятные для формирования зерновок. Масса 1000 зерен на всех вариантах с препаратами была более высокой, чем на контроле и на минеральных удобрениях, что объясняется гормональным и стимулирующим эффектами используемых препаратов. Соответственно, урожайность пшеницы на всех вариантах с инокуляцией была более высокой, чем на контроле и на удобрениях в чистом виде. Прибавки составили в среднем от 20 до 53%. Более высокие прибавки получены на фоне 2 удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 32,3-53,5%.

Keywords: biological preparations, rhizosphere bacteria, inoculation, biological control, mycorrhiza, wheat, fertilizers, microorganisms, yielding capacity.

Monitoring of growth and development of wheat plants of the Stepnaya volna variety by biological control method revealed the influence of microbial preparations with nitrogen-fixing bacteria Mobilin, Rizoagrin, 2P-5, and fungal product Mycorrhiza in pure form and against the background of mineral fertilizers on the yield formation of wheat under the conditions of insufficient moistening of the growing season of 2018. The applied biological products same as the mineral fertilizers in pure form did not have a significant impact on the formation of vegetative and generative organs of wheat. More than 50% of the florets were not fertilized and ear grain content ranged from 47.3 to 55.8%. The weather conditions were the determining factor of plant establishment and development. The influence of the biological products on the structure of generative organs was manifested at later stages of organogenesis – at stages X through XII, when the weather conditions were more favorable for kernel formation. Thousand-kernel weight in all variants with the biological products was higher than on the control and in the variants with mineral fertilizers; this might be explained by the hormonal and stimulating effects of the applied preparations. Accordingly, wheat yield in all variants with inoculation was higher than in the control and with fertilizers in pure form. The yield increase averaged from 20% to 53%. The higher yield increase by 32.3-53.5% was obtained against the background of two-fold application of $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., проф. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Хижникова Татьяна Григорьевна, к.с.-х.н., доцент каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Зиновьева Вероника Александровна, аспирант каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Khizhnikova Tatyana Grigoryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Zinovyeva Veronika Aleksandrovna, post-graduate student, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: kursakova-v@mail.ru.

Биологизация сельскохозяйственного производства в последние годы приобретает все большее значение в связи с усиливающимся загрязнением окружающей среды за счет нерационального применения агрохимикатов. В то же время в условиях крайней необеспеченности сельского хозяйства ресурсами (в том числе минеральными удобрениями и средствами защиты растений) огромное значение приобретает возможность обеспечения растений элементами питания за счет использования естественных обитателей почв – ризосферных бактерий, многие из которых составляют основу современных биопрепаратов [1, 2].

Актуальность их применения обусловлена еще и тем, что во многих почвах отмечена тенденция исчезновения полезных групп микроорганизмов и в то же время повышение численности и разнообразия вредных видов, особенно грибов, что вызывает резкое падение почвенного плодородия. Микробные препараты способны направленно регулировать состав и численность полезного микробного комплекса на корнях растений в соответствии с их потребностями [3].

Одной из приоритетных задач в области растениеводства в Алтайском крае является увеличение урожайности основной продовольственной культуры пшеницы. Достичь этого возможно созданием новых высокоурожайных сортов, а также использованием минеральных удобрений. Однако в зоне рискованного земледелия, куда относится и Алтайский край, в засушливые годы урожайность пшеницы резко падает, минеральные удобрения оказывают слабое воздействие, что снижает рентабельность производства и качество продукции. В то же время обеспеченность края минеральными удобрениями недостаточная.

Поэтому для улучшения обеспеченности растений элементами минерального питания все чаще используют различные биопрепараты, обладающие стимулирующим и защитным действием, способные подавлять инфекционные заболевания, стимулировать рост и развитие растений без применения минеральных удобрений.

По данным ученых Алтайского государственного аграрного университета, использование биопрепаратов показало очень хорошие результаты по увеличению урожайности и снижению заболеваемости разных сельскохозяйственных культур [4-6]. В опытах получены прибавки от 10 до 40% и более. Поэтому необходимо обратить пристальное внимание на новые биотехнологии и способ-

ствовать внедрению биопрепаратов в практику растениеводства, проводя частичную или полную замену химических средств на биологические. Исходя из мирового опыта следует, что замена минеральных удобрений и химических средств защиты растений на биологические позволяет значительно снизить затраты и получать продукцию высокого качества, не снижая урожайности растений [3-5].

Одним из методов регулирования урожайности в разные периоды их жизненного цикла является биологический контроль. Наблюдения за развитием и ростом растений методом биологического контроля позволяют обнаружить причины снижения урожайности культур и принять необходимые меры для его защиты и предотвращения возможных потерь [7].

В индивидуальном развитии всех высших растений выделяют 12 основных этапов органогенеза, и на каждом из них происходит формирование определенных органов. При этом в процессе заложения органов изменяется потребность растений в питании, обеспеченности влагой, теплом. Анализируя условия прохождения этапов, можно установить причину потери продуктивности растений в тот или иной период вегетации. Создается возможность проводить необходимые агротехнические мероприятия, обеспечивающие оптимальные условия для использования потенциальных возможностей сорта. Используя биологический контроль, дают оценку положительного действия новых технологических приемов в современных условиях развития сельского хозяйства [7].

Цель исследования: изучить влияние биологических препаратов в чистом виде и на фонах минеральных удобрений на формирование элементов продуктивности растений пшеницы Степная волна на разных этапах органогенеза.

Методы исследований

Исследования проводились в 2018 г. на опытном поле Алтайского ГАУ, расположенном на левобережье р. Оби в зоне умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Климатические условия зоны сравнительно благоприятны для возделывания полевых и кормовых культур. Вегетационный период 2018 г. отличался недостаточным увлажнением при высокой теплообеспеченности.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным, характеризующимся

средней обеспеченностью гумусом, нейтральной реакцией среды и средним содержанием калия и фосфора. Почва и ее свойства являются типичными для данной зоны.

Объектом исследования служил сорт яровой мягкой пшеницы Степная волна селекции Алтайского НИИСХ. Это один из перспективных высокоурожайных среднеспелых сортов, потенциально возможная урожайность которого достигает 3,5-4,0 т/га, введен в госреестр в 2013 г.

Посев пшеницы проводили в мелкоделаяночном опыте по принятой для зоны технологии, в трехкратной повторности с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². В опыте были использованы препараты ассоциативных азотфиксирующих бактерий – «Мобилин», «Ризогрин» 2, 2П-5 и грибной препарат «Микориза». Семена инокулировали биопрепаратами непосредственно перед посевом. Схема опыта включала варианты с монопрепаратами в чистом виде и их смесью на фонах без удобрений и с минеральными удобрениями с разной дозой азота – N₃₀P₆₀K₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ (фон 1 и фон 2). Биоконтроль за развитием растений проводили в основные этапы закладки вегетативных и генеративных органов по методике Ф.М. Куперман [7], математическую обработку по урожайности пшеницы – методом однофакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [8].

Результаты исследований

Величина урожайности яровой пшеницы обусловлена такими важными показателями, как число колосьев на единице площади, число зерен в колосе, масса 1000 зерен. Первый элемент зависит от числа растений на 1 м², что определяется дружностью всходов.

Важный фактор создания продуктивного стеблестоя в условиях неустойчивого увлажнения – процесс кущения. Он обуславливает, наряду с формированием новых боковых побегов, образование узловых корней, обеспечивающих почвенное питание растений. Кущение играет важную роль в восстановлении стеблестоя после возможной гибели главного побега, регулирует густоту стояния растений на единице площади. Фаза «кущения» соответствует III этапу органогенеза. В этот период закладывается вся листовая масса, будущий фотосинтетический потенциал растения [9]. Поэтому улучшение условий питания в этот период способствует более полной реализации потенциальных возможностей пшеницы.

В условиях вегетации 2018 г. количество побегов на 5-м этапе органогенеза различалось по вариантам опыта. Низкая побегообразующая способность и облиственность наблюдались на вариантах чистых препаратов без минеральных удобрений – 2-4 побега на одном растении. Исключение составляют посевы с использованием мобилина (3 побега) и ризоагрина (4 побега на одно растение). На фонах минеральных удобрений количество побегов на одном растении заложилось больше, чем на контроле и на монопрепаратах (табл. 1). Максимальное количество – 4 побега на одно растение сформировалось на вариантах с ризоагрином и препаратом 2П-5 на обоих фонах минеральных удобрений, а также на полном минеральном удобрении N₆₀P₆₀K₆₀ и на этом фоне с микоризой. Следовательно, как препараты, так и минеральные удобрения, улучшая питание растений, способствуют лучшему побегообразованию в начальный период их роста.

У яровой пшеницы обычно отрастают 3-4 побега, но не все они выживают. Причина «сброса» боковых побегов – конкуренция листьев за свет. Отставая в росте, боковые побеги оказываются в нижнем ярусе, листья их работают менее эффективно и не способны обеспечить формирование колоса [10].

В фазу «стеблевание» – VI-VII этапы органогенеза – резко сократилось число побегов до 1,5-1,7 на вариантах смеси всех препаратов и бинарной смеси микоризы с 2П-5 (табл. 2). На остальных вариантах численность побегов на одном растении изменилась в меньшей степени и оставалась достаточно высокой, особенно на фоне удобрения N₆₀P₆₀K₆₀ – фон 2. Следует отметить, что отзывчивость пшеницы на использование микоризы по фону 2 проявляется именно в данную фазу (VI-VII этапы). Несмотря на высокую среднесуточную температуру воздуха (21,3°C) и низкое количество (19 мм) выпавших осадков в третьей декаде июня, на этом варианте отмечено самое высокое число побегов – 4,0 шт. на растение.

Особое значение в повышении продуктивности пшеницы оказывают условия III-V этапов органогенеза, соответствующие фенофазам «кущение – выход в трубку», когда определяется максимально возможное количество колосков в колосе [9]. Количество заложившихся колосков на V этапе органогенеза составило от 15,0 до 17,0 шт. и по вариантам опыта существенно не различалось (табл. 1).

Развитие растений пшеницы Степная волна в период «кущение – начало трубкования» (V этап органогенеза)

Вариант	Длина конуса нарастания, мм	Количество заложившихся элементов		
		колосковых бугорков, шт.	побегов на 1 растении, шт.	листьев на 1 растении, шт.
Фон без удобрений				
Контроль	25,0	16,0	2,0	9,0
Мобилин	33,5	16,0	3,0	10,0
Ризоагрин	25,0	16,5	4,0	13,0
2П-5	23,0	16,0	2,5	8,0
Микориза	33,0	15,5	2,0	8,5
Микориза + Мобилин	32,5	15,0	2,0	7,5
Микориза + Ризоагрин	26,5	15,5	2,0	8,0
Микориза + 2П-5	28,0	17,0	3,0	11,0
Смесь препаратов	22,5	16,0	3,0	10,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон 1				
Фон 1	38,5	16,5	3,0	10,0
Мобилин	35,0	17,0	3,5	11,0
Ризоагрин	27,5	15,0	3,5	11,0
2П-5	32,5	15,5	4,0	10,5
Микориза	27,5	15,0	3,5	11,0
Смесь	37,0	16,0	4,0	14,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон 2				
Фон 2	32,0	16,0	4,0	13,0
Мобилин	37,5	15,0	3,5	12,5
Ризоагрин	27,5	16,5	3,0	10,0
2П-5	23,0	16,0	4,0	15,0
Микориза	27,5	15,0	4,0	9,5 было 5,5
Смесь	20,0	15,0	2,5	9,5

Число колосков в колосе зависит от сочетания тепла и влаги на IV-VI этапах органогенеза, что соответствует периоду «выход в трубку – стебление». При оптимальных запасах продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы – 30-40 мм и среднесуточной температуре воздуха 11-12°C в колосе формируется максимально возможное для данного сорта число колосков. Если среднесуточная температура воздуха составляет 22-24°C и запасы влаги около 15 мм, то формируется только 60% возможного числа колосков [11]. Погодные условия вегетации 2018 г. не обеспечили заложения максимально возможного для сорта числа колосков в колосе.

Количество заложившихся колосков в последующие периоды не все может быть реализовано. Недостаток влаги, температурный режим существенно влияют на данный элемент продуктивности. Но в условиях 2018 г. существенного «сброса» колосков в колосе на VI-VII этапах органогенеза не наблюдалось, по вариантам отмечены колебания от 14,5 до 16,0 шт/раст. (табл. 2).

Высокая продуктивность посевов обеспечивается лишь при условии хорошей работы фотосинтетического аппарата. В период «кущение – начало трубкования» (V этап органогенеза) количество заложившихся листьев составляло от 7,5 до 15 шт. на одно растение. Больше всего листьев на этот период развивалось на вариантах с монопрепаратами – Мобилин и Ризоагрин, на фоне 1 – на смеси препаратов (14,5) и на фоне 2 (13). Максимальное количество (15 листьев на растение) наблюдалось на варианте 2П-5 на фоне удобрений 2 – N₆₀P₆₀K₆₀ (табл. 1).

В фазу «стебление» происходит усыхание зародышевых листьев, отмирают и первые стеблевые листья. Вещества, синтезируемые 4-м и 5-м листьями, использует уже формирующаяся зерновка [11]. Опыт показал сохранение в эту фазу высокого ассимиляционного аппарата (9-11,5 лист/раст.) практически на всех вариантах с применением биопрепаратов по фонемам минеральных удобрений. Максимальному сохранению листьев (11,5 лист/раст.) способствовала Микори-

за на фоне полного удобрения в дозе 60 кг/га (табл. 2).

Период «выход в трубку – колошение» соответствует IV-VI этапам органогенеза, характеризуется не только заложением колосков в колосе, но и цветков в колосках, что, в целом, влияет на озерненность колоса [9]. В условиях Алтайского края данные этапы развития приходятся календарно на 2-3 декады июня или 1 декаду июля. В этот период обычно наблюдается недостаток почвенной влаги. В период формирования генеративного органа – цветка, пыльца, семязачатков, а также в период цветения растения очень чувствительны к неблагоприятным условиям среды. Наблюдается неоплодотворение части цветков. В это время можно потерять до 50% потенциального урожая [9].

В 2018 г. период «цветение-формирование зерновок» происходил в условиях дефицита влаги. Во вторую декаду июля осадков не выпадало, среднедекадная температура воздуха составляла 21,3°C. Максимальное число цветков в колосе (66,0-67,6) отмечено на следующих вариантах:

Ризоагрин, Микориза + 2П-5, смесь, фон 1, Микориза на фоне 2. Более 50% цветков не было оплодотворено, озерненность колоса колебалась от 47,3 (Микориза – фон 2) до 55,8% (фон 2) (табл. 3). Какой-либо зависимости от действия препаратов и минеральных удобрений не выявлено. Первостепенную роль здесь играли климатические условия.

Потери за счет недоразвития цветков могут быть частично восполнены за счет увеличения абсолютной массы зерновок, накопления в них питательных веществ при благоприятных погодных условиях X-XII этапов органогенеза, что и наблюдали в опыте. На всех вариантах применения биопрепаратов как без удобрений, так и на фонах удобрений 1 и 2 масса 1000 зерен значительно превышала контроль, что обеспечило и более высокую урожайность пшеницы на инокулированных вариантах. Показатели массы 1000 семян высокие – 39,4-43,0 г. Наибольшие значения массы 1000 зерен получены на фоне удобрений N₃₀P₆₀K₆₀ – от 40,6 до 43,0 г (табл. 3).

Таблица 2

Развитие растений пшеницы в период «стеблевание» (VI-VII этапы органогенеза)

Вариант	Длина конуса нараст., мм	Колосков в колосе, шт.	Побегов на растение, шт.	Листьев, шт. на 1 растении	
				зеленых	сухих
Фон без удобрений					
Контроль	51,0	15,7	2,7	7,5	2,5
Мобилин	46,3	16,0	2,3	6,0	3,0
Ризоагрин	82,5	16,0	2,5	7,5	3,5
2П-5	48,0	15,5	2,5	7,5	3,5
Микориза	70,5	15,0	2,5	9,0	3,5
Микориза + Мобилин	37,0	14,5	2,5	6,5	2,0
Микориза+ Ризоагрин	53,5	14,5	2,0	7,5	3,5
Микориза + 2П-5	47,0	16,7	1,7	6,0	2,3
Смесь препаратов	62,5	15,5	1,5	5,5	2,5
N₃₀P₆₀K₆₀ – фон 1					
Фон 1	52,5	16,0	2,5	8,0	3,5
Мобилин	52,0	15,0	3,5	9,5	2,5
Ризоагрин	70,0	15,0	2,3	6,0	4,0
2П-5	52,3	15,0	2,7	9,7	2,0
Микориза	47,5	15,0	3,0	9,0	4,0
Смесь	45,5	15,0	2,5	9,0	2,3
N₆₀P₆₀K₆₀ – фон 2					
Фон 2	42,5	14,7	3,0	11,0	3,5
Мобилин	60,5	15,0	3,0	7,5	3,5
Ризоагрин	63,5	15,5	3,5	9,0	3,0
2П-5	65,0	14,7	3,5	9,5	3,0
Микориза	70,0	15,0	4,0	11,5	3,5
Смесь	62,0	15,0	3,5	9,0	3,0

**Развитие растений пшеницы в период «цветение – формирование зерновок»
(IX-X этапы органогенеза)**

Вариант	Длина колоса, мм	Колосков в колосе, шт.	Количество в колосе		Озерненность колоса, %	Масса 1000 зерен, г
			цветков всего, шт.	зерновок, шт.		
Фон без удобрений						
Контроль	80,6	15,3	64,5	32,0	49,6	38,6
Мобилин	77,4	15,4	60,8	31,5	51,8	40,1
Ризоагрин	82,3	16,0	66,2	32,0	48,3	41,6
2П-5	75,3	15,3	55,7	30,3	54,4	39,4
Микориза	83,7	15,0	62,0	31,0	50,0	38,8
Микориза + Мобилин	67,3	13,3	51,0	26,3	51,6	40,3
Микориза + Ризоагрин	72,7	14,3	59,3	30,0	50,6	40,2
Микориза 2П + 5	84,0	16,3	66,3	32,0	48,3	40,4
Смесь	87,7	15,0	67,3	35,0	52,0	40,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон 1						
Фон 1	83,3	15,3	66,0	33,7	51,1	40,6
Мобилин	77,3	14,3	59,0	29,7	50,3	42,6
Ризоагрин	81,3	14,7	60,3	32,3	53,6	41,1
2П-5	78,0	15,0	61,7	32,0	51,9	43,0
Микориза	82,7	14,7	59,3	30,3	51,1	42,1
Смесь	79,3	14,7	64,7	34,7	53,6	43,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон 2						
Фон 2	79,7	14,7	62,7	35,0	55,8	39,8
Мобилин	76,7	14,7	59,3	30,0	50,6	42,0
Ризоагрин	79,0	14,7	58,0	29,0	50,0	40,3
2П-5	79,3	14,7	56,3	28,4	50,4	39,8
Микориза	82,3	15,0	67,0	31,7	47,3	41,3
Смесь	75,0	13,0	54,7	28,7	52,5	40,0

Использование биологических препаратов мобилизует возможности растений во второй период вегетации. При дефиците запасов продуктивной влаги в почве (за две декады августа выпало около 10 мм осадков) они обеспечивают создание оптимальных условий в период налива зерна.

Высокая продуктивность яровой пшеницы отмечена на всех опытных вариантах. На контроле она составила 2,26 т/га, на препаратах без удобрений от 2,57 на Микоризе до 3,20 т/га на Ризоагрине, что обеспечило прибавку 19,9-41,6%. Урожайность пшеницы на фонах минеральных удобрений была более высокой по сравнению с контролем. Особенно высокие прибавки получены на фоне 2 (N₆₀P₆₀K₆₀) – 32,3-53,5%.

Более эффективным препаратом в условиях 2018 г. был Мобилин, а также Микориза на фоне минеральных удобрений.

Заключение

Используемые биопрепараты, как и минеральные удобрения в чистом виде N₃₀P₆₀K₆₀ – фон 1,

N₆₀P₆₀K₆₀ – фон 2, не оказывали существенного влияния на формирование вегетативных и генеративных органов пшеницы. Более 50% цветков не было оплодотворено, озерненность колоса колебалась от 47,3 до 55,8%. Решающим фактором их закладки и развития следует считать погодные условия.

Влияние препаратов на структуру генеративных органов проявилось на более поздних этапах органогенеза – X-XII, когда создались погодные условия, более благоприятные для формирования зерновок. Масса 1000 зерен на всех вариантах с препаратами была более высокой, чем на контроле и на минеральных удобрениях без препаратов, что объясняется гормональным и стимулирующим эффектами используемых препаратов.

Урожайность пшеницы на всех вариантах с инокуляцией была более высокой, чем на контроле и на удобрениях в чистом виде. Прибавки составили в среднем от 20 до 53%. Более высокие прибавки получены на фоне 2 удобрений N₆₀P₆₀K₆₀.

Библиографический список

1. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / под ред. А.А. Завалина. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.
2. Boddey, R.M., Dobereiner J. (1988). Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research. *Plant and Soil*. Vol. 108 (1): 53-65.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
4. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О., Поляков Д.И. Эффективность микробных препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых культур в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 5-7.
5. Ступина Л.А. Влияние ризоторфина и карбоксиметилированных препаратов на фотосинтетическую активность и продуктивность сои в условиях умеренно засушливой степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 7 (165). – 2018. С. 16-20.
6. Шевчук Н.И., Александрова Т.Н. Действие микробиологических, комплексных минеральных удобрений и средств защиты на урожайность озимой пшеницы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / VII Международная научно-практическая конференция (2-3 февраля 2012 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 472-474.
7. Методические указания по биологическому контролю за сельскохозяйственными культурами / под ред. Ф.М. Куперман, Г.А. Макаровой. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 214 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Биологические особенности и условия произрастания сельскохозяйственных культур в Алтайском крае / под ред. Ф.М. Куперман. – М.: МГУ, 1974. – 254 с.
10. Кумаков В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
11. Григорьева Э.С. Теоретические основы растениеводства. – Барнаул: ГИПП «Алтай», 2001. – 200 с.

References

1. Otsenka effektivnosti mikrobnnykh preparatov v zemledelii / pod red. A.A. Zavalina. – M.: Ros-selkhozakademiya, 2000. – 82 s.
2. Boddey, R.M., Dobereiner J. (1988). Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research. *Plant and Soil*. Vol. 108 (1): 53-65.
3. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhay. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
4. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O., Polyakov D.I. Effektivnost mikrobnnykh preparatov kornevykh diazotrofov pri vzdelyvanii zernovykh kultur v usloviyakh Altayskogo Priobya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – No. 10 (108). – S. 5-7.
5. Stupina L.A. Vliyanie rizotorfina i karboksimetilirovannykh preparatov na fotosinteticheskuyu aktivnost i produktivnost soi v usloviyakh umerenno zasushlivoy stepi Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 7 (165). – S. 16-20.
6. Shevchuk N.I., Aleksandrova T.N. Deystvie mikrobiologicheskikh, kompleksnykh mineralnykh udobreniy i sredstv zashchity na urozhaynost ozimoy pshenitsy // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (2-3 fevralya 2012 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – Kn. 2. – S. 472-474.
7. Metodicheskie ukazaniya po biologicheskomu kontrolyu za selskokhozyaystvennyimi kulturami / pod red. F.M. Kuperman, G.A. Makarovoy. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 214 s.
8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
9. Biologicheskie osobennosti i usloviya proizrastaniya selskokhozyaystvennykh kultur v Altayskom krae / pod red. F.M. Kuperman. – M.: MGU, 1974. – 254 s.
10. Kumakov V.A. Biologicheskie osnovy vozde-lyvaniya yarovoy pshenitsy po intensivnoy tekhnologii. – M.: Rosagropromizdat, 1988. – 104 s.
11. Grigoreva E.S. Teoreticheskie osnovy ras-tenievodstva. – Barnaul: GIPP «Altay», 2001. – 200 s.

