

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ
КОРНЕВЫХ ДИАЗОТРОФОВ И МИКОРИЗЫ
В УСЛОВИЯХ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ****THE FORMATION OF DURUM WHEAT PRODUCTIVITY WHEN USING THE PREPARATIONS
OF ROOT DIAZOTROPHS AND MYCORHIZA IN THE FOREST-OUTLIER STEPPE
OF THE ALTAI KRAI**

Ключевые слова: яровая пшеница, азотфиксирующие бактерии, корневые diaзотрофы, инокуляция, микориза, структура урожая, фотосинтетическая деятельность.

Рассматривается роль препаратов азотфиксирующих бактерий и Микоризы в формировании урожайности сортов яровой твердой пшеницы. Исследования проведены на опытном поле учебного хозяйства «Пригородное» на черноземе выщелоченном в 2013 г. Объектами исследования были 2 сорта пшеницы: Алтайский янтарь и Алейская, а также препараты: «Мизорин», «Флавобактерин», «Ризоагрин» и «Микориза». Схема опыта включала варианты монопрепаратов, а также их двойных и тройных сочетаний. Микоризу использовали только как монокультуру. Посев и уход за посевами проводили с соблюдением элементов технологии, принятой в данной зоне. Все наблюдения, учеты осуществляли по общепринятым методикам. Результаты проведенных исследований показали значительный эффект применения биопрепаратов как в чистом виде, так и в смесях на формирование урожая пшениц, начиная с самого начала развития растений. Препараты увеличивали всхожесть, показатели элементов структуры урожая, фотосинтетическую деятельность и урожайность обоих сортов. В то же время сорта неоднозначно реагировали на разные препараты, но в целом эффект был существенным. Прибавки урожая у сорта Алтайский янтарь составили 8,6-29,4%, у сорта Алейская – 8,0-47,0%. Максимальные прибавки у обоих сортов обеспечил препарат «Флавобактерин» – 29,4-47,0%. Сорт Алтайский янтарь также положительно отреагировал на инокуляцию смесей препаратов – «Ризоагрин» + «Мизорин» – 28,4% и тройное сочетание – 29,4%. Для сорта Алейская, кроме «Флавобактерина», очень эффективным был препарат «Мизорин», урожай повысился на 31,0%. Двойные и тройные смеси препаратов также обеспечивали достоверные прибавки урожая на 18-24,0%. Микориза увеличивала урожайность обоих сортов в одинаковой степени на уровне 25,0%. Под влиянием биопрепаратов корневых diaзотрофов увеличивалась биологическая активность почвы.

Keywords: spring wheat, nitrogen-fixers, root diazotrophs, inoculation, mycorrhiza, yield formula, photosynthetic activity.

The role of preparations of nitrogen-fixing bacteria and mycorrhiza in the formation of spring durum wheat yield is discussed. The studies were conducted on the experimental field of the "Prigorodnoye" training farm on leached chernozem in 2013. Two wheat varieties were studied: Altayskiy Yantar and Aleyskaya, and the following preparations: Mizorin, Flavobakterin, Rizoagrin and Mikoriza. The experiment included the variants of mono-preparation applications and their binary and ternary combinations. Mikoriza was used as a mono-preparation only. Seeding and crop tending was conducted according to the technology common for the area. The monitoring and counting was performed by conventional methods. The obtained research results showed a significant effect of biological preparation application, both as mono-preparation and combined, on the formation of wheat yield, from the very beginning of plant development. The preparations increased germination, the indices of yield formula, photosynthetic activity and the productivity of both varieties. At the same time, the varieties revealed different response to different preparations, but in general the effect was significant. The yield gains made 8.6-29.4% (Altayskiy Yantar) and 8.0-47.0% (Aleyskaya). The maximum gain for both varieties was provided by Flavobakterin preparation (29.4-47.0%). Altayskiy Yantar variety also responded positively to the inoculation with the preparation mixture Rizoagrin + Mizorin (28.4%) and the triple combination (29.4%). In addition to Flavobakterin, Aleyskaya variety showed significant response to Mizorin; the yield increased by 31.0%. Binary and ternary mixtures of the preparations also ensured significant yield gains by 18-24.0%. Mikoriza increased the yield of both varieties to the same extent by 25.0%. Soil biological activity increased under the effect of the biological preparations of root diazotrophs.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Кузнецов Олег Олегович, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Kuznetsov Oleg Olegovich, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Яровая пшеница является одной из ведущих зерновых культур в Сибири и Алтайском крае, где ее посевы занимают более половины площадей. Однако урожайность этой культуры остается низкой и крайне неустойчивой по годам, потенциальные возможности ее реализуются не полностью. Особенно это касается твердых сортов яровой пшеницы, которые ценятся за высокие макаронные качества. Поэтому увеличение урожайности ценных сортов пшеницы является актуальным. Решать эту проблему необходимо путем применения современных достижений науки на основе широкого внедрения качественно новых технологий с использованием наряду с традиционными химическими средствами экологически безопасных биологических препаратов.

Одним из таких элементов технологии органического земледелия является максимальное использование биологического азота, источником которого выступают азотфиксирующие микроорганизмы – корневые diaзотрофы, способные усваивать молекулярный азот воздуха и трансформировать его в доступную для растений форму. Препараты на основе корневых diaзотрофов в последние годы широко применяются в земледелии многих стран мира и у нас в России [1, 2]. Уже в течение нескольких лет нами проводятся испытания микробных препаратов, предоставляемых ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии, лабораторией экологии микроорганизмов, на различных сельскохозяйственных культурах. Увеличение урожайности от инокуляции составляло от нескольких до десятков процентов [3, 4].

По данным испытаний в Географической сети опытов у нас в стране и за рубежом использование таких препаратов заменяет до 70% минеральных удобрений, поэтому использование их экономически выгодно [5]. Кроме основной функции – фиксировать азот атмосферы микроорганизмы в составе препаратов обладают ростостимулирующим и защитным действием на растения. Однако они имеют определенную избирательность по отношению к различным культурам, сортам и к почвенно-климатическим условиям, поэтому изучение их эффективности необходимо проводить в разных зонах с разными культурами.

Цель исследования заключается в изучении влияния бактериальных препаратов корневых diaзотрофов и микоризы на формирование урожайности сортов яровой твердой пшеницы разных сроков спелости в условиях колочной степи Алтайского края.

Объекты, условия и методы исследований

Исследования проведены в 2013 г. на опытном поле учебного хозяйства АГАУ «Пригородное». Климат зоны отличается континентальностью, резкой изменчивостью погоды как по сезонам, так и по годам. Количество осадков колеблется от 229 до 663 мм в год. Погодные условия вегетационного периода 2013 г. отличались высокой влажностью и недостатком тепла в первой половине периода. В мае сумма осадков превышала среднемноголетнюю величину в 2 раза, а суммы положительных температур были ниже среднемноголетних. ГТК составил 3,45. В июне осадков выпало ниже нормы при недостаточной теплообеспеченности, ГТК равнялся 0,46. Июль и август были более благоприятными по обеспеченности теплом и водой, ГТК, соответственно, был равен 1,73 и 1,14.

Почвы опытного участка представлены черноземом выщелоченным среднегумусным, pH близкий к нейтральной, достаточно обеспечен подвижным фосфором и калием и недостаточно азотом, что является типичным для Приобской зоны.

Исследования проводили в мелкоделяночном опыте на площадках 5 м² в трехкратной повторности, расположение делянок рендомезированное. Объектами исследования служили 2 сорта твердой пшеницы – Алтайский янтарь, среднеспелый и Алейская, среднепоздний сорт. Оба сорта селекции АНИИСХ, рекомендованы для возделывания в Алтайском крае с 2001 и 2005 гг. соответственно. В опыте применяли биопрепараты: «Мизорин» (*Artrobactermysorens*, штамм 7), «Флавобактерин» (*Flavobacterium* sp., штамм 30), «Ризоагрин» (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 204), содержащие ассоциативные азотфиксирующие бактерии, а также Микоризу на основе высокоэффективного гриба рода *Glomus*, штамм № 8. Микориза, проникая в корни растений, укрепляет иммунитет, помогает бороться с различными заболеваниями, всасывать воду, поглощать фосфор и другие питательные вещества из почвы.

Схема опыта включала варианты монопрепаратов, а также их двойных и тройных сочетаний на обоих сортах. Микоризу использовали как монопрепарат, так как испытывали ее в наших опытах впервые. Посев пшеницы проводили во второй декаде мая с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м² с соблюдением элементов технологии, принятой в данной зоне. Семена инокулировали препаратами непосредственно перед посевом. Учет урожая и структурный анализ проводили в период полной спелости зерна в трех повторностях по методике Госсортоиспытания [6]. Показатели фотосинтетической деятельности определяли в период вегетации растений по методике А.А. Ничипоровича [7]. Для математической обработки результатов исследования применили метод однофакторного дисперсионного анализа Б.А. Доспехова [8].

Результаты исследований

По данным многих исследователей ассоциативные азотфиксирующие бактерии оказывают положительное влияние на всхожесть и многие элементы структуры урожая, начиная с самого начала развития растений [9]. В наших исследованиях всхожесть обоих сортов пшеницы была невысокой из-за неблагоприятных температурных условий этого периода и составила на контроле 337-349 шт/м², или 67-69% от нормы высева. Биопрепараты корневых diaзотрофов увеличивали всхожесть до 72-77% у сорта Алтайский янтарь и до 74-80% у

сорта Алейская. Микориза увеличила всхожесть до 73% только у позднеспелого сорта Алейская. Лучший результат получен на Ризоагрине, Флавобактерине и их двойном сочетании.

На элементы структуры урожая пшениц препараты также оказали положительный эффект (табл. 1). Оба сорта увеличивали параметры роста по сравнению с контролем. Максимальная высота растений была на Ризоагрине. Микориза также способствовала большему росту растений обоих сортов.

Продуктивная кустистость под действием биопрепаратов изменялась незначительно, особенно у среднеспелого сорта Алтайский янтарь. У сорта Алейская продуктивная кустистость повысилась на бинарной смеси Мизорина с Флавобактерином и тройной смеси препаратов до 1,5 против 1,3 на контроле. Длина колоса также была большей на инокулированных вариантах, в том числе и на микоризе. Но эффект от препаратов на сортах был неоднозначным.

Количество колосков в колосе увеличивалось в основном от двойных и тройных смесей препаратов корневых diaзотрофов. Монопрепараты не оказывали положительного эффекта на этот показатель. Количество зерен в колосе и масса зерна колоса также более высокими были на этих же вариантах. Микориза увеличивала эти показатели в меньшей степени, на уровне монопрепаратов корневых diaзотрофов.

Таблица 1

Структура урожая сортов твердой пшеницы, 2013 г.

Вариант	Высота растений, см	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Алейская							
Контроль	79,0	1,3	6,86	14	22	1,05	42,24
Мизорин	80,5	1,4	7,35	14	25	1,15	44,80
Ризоагрин	84,8	1,3	6,92	15	27	1,21	44,11
Флавобактерин	77,6	1,3	7,92	14	22	1,06	43,82
Мизор.+Флавоб.	81,2	1,5	7,55	16	28	1,32	41,14
Мизор.+Ризоагр.	80,6	1,4	7,48	18	31	1,46	47,10
Мизор.+Ризоаг.+Флав.	75,4	1,5	6,39	19	32	1,48	46,25
Микориза	82,0	1,4	7,10	13	25	1,18	47,20
Алтайский янтарь							
Контроль	73,2	1,3	6,95	13	22	1,02	46,4
Мизорин	80,1	1,3	6,94	13	23	1,03	44,8
Ризоагрин	81,9	1,3	7,44	14	24	1,14	47,5
Флавобактерин	78,3	1,2	6,81	13	25	1,06	42,4
Мизор.+Флавоб.	77,9	1,4	7,11	17	31	1,46	47,1
Мизор.+Ризоагр.	78,1	1,4	7,22	18	31	1,39	44,8
Мизор.+Ризоаг.+Флав.	77,3	1,3	6,99	18	27	1,38	51,1
Микориза	82,0	1,4	7,30	15	25	1,18	47,2

Масса 1000 зерен у среднеспелого сорта Алтайский янтарь на некоторых инокулированных вариантах была даже меньше, чем на контроле. Это на препаратах «Мизорин», «Флавобактерин» и смеси «Мизорина» с «Ризоагрином». Однако на тройной смеси корневых diaзотрофов масса 1000 зерен была существенно выше контрольного варианта – 51,1 против 46,4 г. У позднеспелого сорта Алейская практически на всех вариантах инокуляции наблюдалось увеличение массы 1000 зерен, особенно на микоризе, Мизорине с Ризоагрином и на тройной смеси препаратов.

Следовательно, практически все элементы структуры урожая обоих сортов в той или иной степени увеличивали показатели под влиянием биопрепаратов корневых diaзотрофов и микоризы. Такие элементы структуры, как масса зерна в колосе и масса 1000 зерен, от которых в большей мере зависит урожайность сорта, отреагировали на инокуляцию в большей степени, особенно у позднеспелого сорта Алейская.

Основой формирования урожая любой сельскохозяйственной культуры является фотосинтетическая деятельность в посевах. По данным А.А. Ничипорович (1961), в продуктивных посевах площадь листьев должна быть в 4-5 раз больше площади посева, а фотосинтетический потенциал за 100 дней – не менее 2 млн м² дней/га.

В наших исследованиях инокуляция увеличивала площадь листьев у обоих сортов (табл. 2). В фазу цветения, когда максимально сформировалась площадь листьев, наиболее высокой она была на бинарных смесях препаратов. Монопрепараты увеличивали площадь листьев в меньшей степени, как и тройная их смесь. Лишь Мизорин способствовал значительному увеличению площади листьев у сорта Алейская. Мико-

риза также обеспечила формирование большей листовой поверхности у обоих сортов пшеницы, сравнимой с тройной смесью препаратов корневых diaзотрофов.

На чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) препараты практически не оказали положительного влияния. На большинстве инокулированных вариантов показатели ЧПФ были даже ниже, чем на контроле, только Флавобактерин способствовал более интенсивному приросту биомассы растений пшеницы обоих сортов, а также Микориза у сорта Алейская.

Фотосинтетический потенциал на контрольных вариантах был в пределах 1,7-1,9 млн м² дней/га. Под влиянием всех биопрепаратов фотосинтетический потенциал повысился до оптимального уровня более 2 млн м² дней/га. Максимальный ФСП сформировался на бинарных смесях препаратов ассоциативных diaзотрофов – 2,2-2,4 млн м² дней/га.

Увеличение фотосинтетической деятельности листового аппарата способствовало формированию более высокой урожайности у обоих сортов (табл. 3). При урожайности на контроле 1,97-2,00 т/га прибавки от инокуляции составили от 8,0 до 47,0%. У сорта Алтайский янтарь более высокая отзывчивость была на инокуляцию Флавобактерином (+29,4%), бинарной смесью Ризоагрина с Мизорином (+28,4%) и тройной смесью (+29,4%). Микориза повысила урожайность этого сорта на 25,4%.

Прибавки от инокуляции у сорта Алейская были более высокими – от Мизорина – 31,0% и от Флавобактерина – 47,0%. Меньшими они были на бинарных и тройном сочетаниях препаратов корневых diaзотрофов-18,5-24,0%. Микориза также способствовала увеличению урожайности сорта на 25%.

Таблица 2

Фотосинтетическая активность посевов яровой твердой пшеницы

Вариант	Алтайский янтарь			Алейская		
	площадь листьев, см ² /раст.	ЧПФ, г/м ² /сут.	ФСП, млн м ² дней/га	площадь листьев, см ² /раст.	ЧПФ, г/м ² /сут.	ФСП, млн м ² дней/га
Контроль	97,34	3,57	1,71	101,23	7,80	1,90
Мизорин	112,49	1,64	2,15	119,34	6,43	2,14
Ризоагрин	112,45	2,90	2,30	111,00	6,39	2,06
Флавобактерин	100,45	10,2	2,20	104,32	11,3	1,96
Мизор.+Флавоб.	124,89	4,69	2,42	117,83	3,66	2,30
Мизор.+Ризоагр.	131,9	3,81	2,43	115,40	6,20	2,21
Мизор.+Флавоб.+ Ризоагр.	111,45	5,70	2,37	112,98	6,43	1,90
Микориза	114Ю87	3,60	2,20	113,78	10,9	2,11

Влияние препаратов корневых diaзотрофов и микоризы на урожайность сортов твердой пшеницы

Вариант	Урожайность			Прибавка к контролю		
	т/га	т/га	%	т/га	т/га	%
	Алтайский янтарь			Алейская		
Контроль	1,97	-	-	2,00	-	-
Мизорин	2,24	0,27	13,7	2,62	0,62	31,0
Ризоагрин	2,33	0,36	18,3	2,16	0,16	8,0
Флавобактерин	2,55	0,58	29,4	2,94	0,94	47,0
Мизор.+Флавоб.	2,14	0,17	8,60	2,16	0,16	8,0
Мизор.+Ризоагр.	2,53	0,56	28,4	2,37	0,37	18,5
Мизор.+Ризоагр.+Флав.	2,55	0,58	29,4	2,48	0,48	24,0
Микориза	2,47	0,50	25,4	2,50	0,50	25,0
НСР ₀₅		0,1			0,2	

Очень слабая отзывчивость сорта Алейская в условиях этого года была на инокуляцию препаратом «Ризоагрин» и смесью «Мизорина» с «Флавобактерином», всего 8,0%. Расчет экономической эффективности показал получение более высокого чистого дохода и уровня рентабельности при использовании биопрепарата «Флавобактерин» на обоих сортах. Хотя и другие препараты и их сочетания также показали более высокий экономический эффект по сравнению с контролем.

Следовательно, препараты ассоциативных азотфиксирующих бактерий и микориза увеличивают урожайность сортов твердой пшеницы, но их действие на них неоднозначное. Среднеспелый сорт Алтайский янтарь достоверно повышал свою урожайность практически от всех препаратов и их сочетаний, в отличие от позднеспелого сорта Алейская, хотя от некоторых препаратов прибавки у этого сорта были более высокими по сравнению с сортом Алтайский янтарь. Максимальная урожайность обоих сортов была получена при использовании флавобактерина – 2,55-2,94 т/га.

Препараты, внесенные в почву, улучшают обеспеченность азотом и другими элементами питания не только растения, но и полезную микрофлору. Поэтому биологическая активность почвы должна повышаться. Определение биологической активности по методу «аппликаций» – разложение льняного полотна, показало более высокую степень разложения полотна на всех инокулированных вариантах по сравнению с контрольным, где она составила 28,23%. На инокулированных вариантах степень разложения полотна на 8,8-44,1% была выше. Наиболее высоким разложение было на вариантах флавобактерина, где микробиологическая активность составила 44,68%, ризоагрина – 36,4% и на смеси трех препаратов – 35,7%. Микориза не увеличивала

микробиологическую активность почвы, процент разложения льняного полотна был на уровне контроля.

Заключение

Изучение влияния препаратов корневых diaзотрофов и микоризы на формирование урожайности твердых сортов яровой пшеницы Алтайский янтарь и Алейская в условиях умереннозасушливой колочной степи Алтайского края показало эффективность их применения, начиная с самого начала развития растений. Препараты увеличивали всхожесть, показатели элементов структуры урожая, фотосинтетическую деятельность и урожайность обоих сортов. В то же время сорта неоднозначно реагировали на разные препараты, но в целом эффект был существенным. Прибавки урожая у сорта Алтайский янтарь составили 8,6-29,4%, сорта Алейская – 8,0-47,0%. Максимальные прибавки у обоих сортов обеспечил препарат «Флавобактерин» – 29,4-47,0%. Сорт Алтайский янтарь положительно отреагировал также на инокуляцию смесей препаратов – «Ризоагрин» + «Мизорин» – 28,4% и тройное сочетание – 29,4%. Для сорта Алейская, кроме Флавобактерина, очень эффективным был препарат «Мизорин», урожай повысился на 31,0%. Двойные и тройные смеси препаратов также обеспечивали достоверные прибавки урожая на 18-24%. Микориза увеличивала урожайность обоих сортов в одинаковой степени на уровне 25%. Под влиянием биопрепаратов корневых diaзотрофов увеличивалась биологическая активность почвы.

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. Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research // Plant Soil. – 1988. – Vol. 108 (1). – P. 53-65.

3. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О. Несимбиотическая азотфиксация в посевах яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приобского Плато // Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве: матер. 1-й Всерос. заоч. науч.-практ. конф. (декабрь 2012 г.). – Бийск, 2012. – С. 272-275.

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 АГАУ. – 2013. – № 10(108). – С. 5-7.

5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 269 с.

7. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е. Фотосинтетическая деятельность в посевах. – М.: АН СССР, 1961. – 115 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Козьмина Л.М. Использование биологического азота в земледелии // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1987. – № 1. – С. 153-154.

References

1. Otsenka effektivnosti mikrobnnykh preparatov v zemledelii / pod red. A.A. Zavalina. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 82 s.

2. Boddey R.M., Dobereiner J. Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research // Plant Soil. – 1988. – Vol. 108 (1). – P. 53-65.

3. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O. Nesimbioticheskaya azotfik-satsiya v posevakh yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v usloviyakh Priobskogo Plato // Novye tekhnologii v promyshlennosti i sel'skom khozyaistve: mater. 1-i Vserossiiskoi zaochnoi nauch.-prakt. konf., dekabr', 2012. – Biisk, 2012. – S. 272-275.

4. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O., Polyakov D.I. Effektivnost' mikrobnnykh preparatov kornevykh diazotrofov pri vzdelyvanii zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo Priob'ya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10 (108). – S. 5-7.

5. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M., 1985. – 269 s.

7. Niciporovich A.A., Strogonova L.E. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' v posevakh. – M.: AN SSSR, 1961. – 115 s.

8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

9. Koz'mina L.M. Ispol'zovanie biologicheskogo azota v zemledelii // Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 1987. – № 1. – S. 153-154.



УДК 636:631.416.9(571.15)

С.Ф. Спицына, А.А. Томаровский,
Г.В. Оствальд, О.Г. Поскребкова
S.F. Spitsyna, A.A. Tomarovskiy,
G.V. Ostwald, O.G. Poskrebkova

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА ТЕРРИТОРИИ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ И ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

BALANCED PLANT NUTRITION WITH TRACE ELEMENTS IN THE FOREST-OUTLIER STEPPE AND FOREST-STEPPE OF THE ALTAI KRAI

Ключевые слова: микроэлементы, микроудобрения, система почва-растение, цинк, медь, марганец, сбалансированное питание растений, колючая степь и лесостепь.

Keywords: trace elements, micronutrient fertilizers, soil-plant system, zinc, copper, manganese, balanced plant nutrition, forest-outlier steppe and forest-steppe.