

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ
НА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ****THE INFLUENCE OF NITROGEN-FIXING BACTERIA PREPARATIONS
ON MORPHOGENETIC INDICES OF SPRING BARLEY**

Ключевые слова: яровой ячмень, этапы органогенеза, урожайность, элементы продуктивности колоса, препараты азотфиксирующих бактерий, Алтайский край.

Отдельные элементы продуктивности в процессе онтогенеза зерновых культур развиваются последовательно и постепенно, формирование каждого из них связано с определенным этапом органогенеза. Морфофизиологический анализ дает оценку формирования отдельных элементов продуктивности. Особое влияние на прохождение этапов органогенеза оказывают азотные удобрения, но в современных условиях товаропроизводители ищут менее затратные и экологически безопасные способы повышения доступного азота для растений. Одним из агротехнологических методов, повышающих количество биологического азота в почве, является инокуляция семян препаратами азотфиксирующих бактерий, обладающих комплексом признаков. Целью работы являлась оценка морфогенетических изменений ярового ячменя при использовании препаратов азотфиксирующих бактерий в условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края. Исследования проводили в 2015-2017 гг. на черноземе выщелоченном среднесиловом малогумусном легкосуглинистом. Объектом исследования служил яровой ячмень сорта Сигнал. Перед посевом семена ячменя обрабатывали биологическими препаратами, содержащими активные штаммы ассоциативных азотфиксирующих бактерий: «Мобилин», штамм Я-2 и «Микориза» в моно- и бинарном сочетании с «Микоризой». Доза препарата 300 г на гектарную норму семян. Данный прием способствовал повышению потенциала продуктивности ячменя, начиная с первых этапов органогенеза, особенно при бинарном сочетании бактерий с микоризой. На V этапе органогенеза конус нарастания на вариантах опыта быстрее удлинялся, что увеличивало закладку метамеров соцветия и в дальнейшем положительно сказывалось на реализации потенциала продуктивности. Хозяйственная урожайность ячменя при инокуляции семян препаратами азотфиксаторов увеличивается на 10,0-45,1%. Наиболее значительные прибавки урожая при

совместном сочетании бактериальных форм с микоризой и использование штамма Я-2 в моноформе.

Keywords: spring barley, organogenetic stages, yielding capacity, spike productivity elements, nitrogen-fixing bacteria preparations, Altai Region.

In the course of ontogenesis of cereal crops, individual elements of productivity develop consistently and gradually, and the formation of each of them is associated with a certain organogenetic stage. Morphophysiological analysis enables the evaluation of the formation of individual elements of productivity. Nitrogen fertilizers have a special influence on the course of organogenetic stages, but in the present context, the crop growers are looking for less expensive and environmentally friendly ways to increase the plant available nitrogen. One of the agronomic methods to increase the amount of biological nitrogen in the soil is inoculation of seeds with preparations of nitrogen-fixing bacteria that have a complex of characteristics. The research goal was to evaluate the morphogenetic changes in spring barley when using nitrogen-fixing bacteria preparations under the conditions of temperately arid steppe of the Altai Region. The research was carried out from 2015 through 2017 on leached medium-thick low-humus light-loam chernozem. The research target was spring barley of the variety Signal. Before sowing, barley seeds were treated with biological preparations containing active strains of the associative nitrogen-fixing bacteria mobilin, strain Ya-2, and mycorrhiza in mono and binary combination with mycorrhiza. The dose of the preparation was 300 g per hectare rate of seeds. This technique helped to increase the productivity potential of barley starting from the first stages of organogenesis, especially in the binary combination of bacteria with mycorrhiza. At the 5th stage of organogenesis, the growth apex in the experiment variants elongated faster and that increased the laying of inflorescence metamers and in the future had a positive effect on the realization of the productivity potential. The economic yield of inoculation of barley seeds increases by 10.0-45.1%. The most significant yield gains are obtained by the combination of bacterial forms of mycorrhiza and the use of the strain I-2 in mono form.

Ступина Лилия Александровна, к.с.-х.н., доцент каф. плодовоовощеводства, ботаники и биотехнологии растений, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Stupina Liliya Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Fruit and Vegetable Growing, Botany, and Plant Bio-Technology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Проблема повышения продуктивности ячменя является многоплановой, один из ее аспектов – морфогенетический. Основы морфофизиологической изменчивости различных сельскохозяйственных культур были изучены и обоснованы Ф.М. Куперман и ее коллегами в 70-х годах XX столетия [1]. Авторами установлено прохождение XII этапов органогенеза. Отдельные элементы продуктивности в процессе онтогенеза зерновых культур развиваются последовательно и постепенно, формирование каждого из них связано с определенным этапом [1, 2]. Потенциальную продуктивность в морфофизиологии принято учитывать по числу продуктивных побегов, закладывающихся на IV-V этапах органогенеза, а реальную – по числу и массе зерновок на XII этапе [3].

К моменту уборки не все образовавшиеся стебли станут продуктивными. Точно также не каждый заложенный колосок и цветок в колосе образуют зерновки. Эти элементы продуктивности претерпевают количественную редукцию. При формировании данных компонентов продуктивности можно выделить три периода: 1) заложение; 2) максимальное развитие; 3) количественная редукция. Последовательность прохождения указанных периодов и конкуренция между растениями позволяют компенсировать на последующих этапах органогенеза недостатки предыдущих и тем самым в какой-то мере стабилизировать семенную продуктивность [2, 4, 5]. Отсюда видно, какое значение для получения высокого урожая имеют исследования закономерностей формирования и редукции продуктивных органов,

а также изучение факторов, влияющих на данные процессы.

Для того чтобы получать высокие и устойчивые урожаи культуры, нам необходимо понимание и знание закономерностей морфогенеза, то есть процесса становления формы в течение индивидуального развития, а также знание процессов формирования каждого органа с момента его заложения, как и когда воздействовать на те органы, ради урожая которых возделывается культура. Из этого следует, что земледельцу нужно активно влиять на структуру урожая.

Зерновая продуктивность растений является интегрированным показателем условий внешней среды. Экзогенными факторами, оказывающими воздействие на формирование урожайности ячменя, являются условия азотного питания растений и погодные условия в период вегетации [4, 5]. Специалисты-практики в настоящее время в сельском хозяйстве ищут новые способы замещения минеральных удобрений для повышения урожая. Альтернативой этому может служить применение биопрепаратов азотфиксирующих бактерий [7, 8]. Микроорганизмы, обитающие в почве, могут колонизироваться и передаваться последующим поколениям, являясь важной составной частью ризосферы растений [6]. Эти бактерии при включении в препараты проходят сложный многоступенчатый селекционный отбор и включаются только те изоляты, которые легко приживаются в ризосфере или на корнях растений и обладают комплексом положительных признаков, стимулирующих рост и развитие растений [7]. Их своевременное

использование существенно влияет на урожайность и создает необходимые условия для максимального проявления потенциала продуктивности [8]. Установлено положительное влияние ассоциативных азотфиксаторов на формирование продуктивности яровой пшеницы мягких и твердых сортов [9, 10], кукурузы [11], ячменя [12] и других культур.

Одним из важных аспектов оценки использования биопрепаратов является морфогенетический анализ ярового ячменя, так как он показывает изменения, происходящие в конусе нарастания, и формирование полноценного колоса.

Целью работы является оценка морфогенетических изменений ярового ячменя при использовании препаратов азотфиксирующих бактерий в условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края.

Методика исследования

Опыт был заложен на черноземе выщелоченном среднемоющем малогумусном легкосуглинистом, на учебно-опытном поле Алтайского ГАУ согласно методике полевых исследований... [13]. Почва характеризуется очень низкой обеспеченностью нитратным азотом и повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия.

Объектом исследования послужил ячмень сорта Сигнал, имеющий пивоваренное назначение. Опыты проводили 2015-2017 гг. Посев ячменя проводили во второй декаде мая. Норма высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. Способ посева рядовой. Повторность опыта 3-кратная, расположение делянок рендомизированное, площадь делянки 1 м². Перед посевом семена ячменя обрабатывали биологическими препаратами, содержащими активные штаммы ассоциативных азотфиксирующих бактерий: мобилин,

штамм Я-2 и микориза и бинарным сочетанием микоризы с мобилином и штаммом Я-2. Доза препарата 300 г на гектарную норму семян.

Мобилин содержит высокоактивные штаммы азотфиксирующих бактерий рода *Klebsiella mobiles*. Штамм Я-2 содержит бактерии рода *Corynebacterium freneyi*, выделенные из ризопланы ячменя. Штамм обладает азотфиксирующей, ростстимулирующей активностью и биоконтрольными свойствами. Микориза – на основе высокоэффективного гриба рода *Glomus* штамм 8. Она дополнительно обеспечивает растения фосфором и калием, улучшает водный обмен растений.

Результаты исследования обработаны с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследования

Погодные условия вегетационных периодов отличались по своим значениям, но можно сказать, что все периоды характеризовались как засушливые. Наиболее засушливым был 2015 г. – ГТК₁ май-июнь составил 0,81, ГТК₂ май-август – 0,89. В 2016 г. осадков было несколько больше, ГТК₁ – 0,94, ГТК₂ – 1,10. В 2017 г. тепло- и влагообеспеченность были наиболее благоприятными, ГТК₁ май-июнь – 1,09, ГТК₂ май-август – 1,46. Условия влагообеспеченности, конечно же, оказывали влияние на закладку, формирование и редукцию элементов продуктивности ячменя. Так, в 2017 г. отмечалось большее количество растений на участке как в период всходов, так и во время уборки. Побегообразование в этот период также было более активным.

Развитие ярового ячменя зависело от использования препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий, начиная с ранних этапов развития (табл. 1). При этом ко-

личество растений и количество заложённых побегов достоверно увеличивалось. В среднем за три года всхожесть семян увеличивалась с 71% на контроле на 5,5-20,8% от использования биопрепаратов. Наибольшая всхожесть отмечалась на вариантах с бинарным сочетанием препаратов: микориза + мобилин – 89,3%; микориза + штамм Я-2 – 91,8%.

Количество сохранившихся к уборке растений от препаратов достоверно увеличивалось на 8,4-14,5%. В среднем за три года на контроле сохранность составляла 70,2%, а по вариантам опыта – от 78,6 до 84,7%.

Количество побегов при формировании растений составляло от 2,77 до 3,57 шт. с

увеличением по инокулированным вариантам. В процессе онтогенеза их количество сокращалось, но на вариантах с использованием биопрепаратов оно было менее выражено. Так, редукция побегов на контроле составила 65,3%, а по вариантам снижалась до 59,7-56,6%, исключение составил вариант микориза+штамм Я-2 – 67,7%, что вероятно связано с излишней загущенностью посева. Следовательно, использование биопрепаратов на основе азотофиксирующих микроорганизмов способствует более стабильному прохождению этапов онтогенеза яровым ячменем, так как растения значительно обеспечены азотом и имеют защиту в виде антибиотиков, продуцируемых бактериями.

Таблица 1

Влияние препаратов ассоциативных азотфиксаторов на закладку и формирование продуктивных стеблей в онтогенезе ярового ячменя, 2015-2017 гг.

Вариант	V этап		XII этап				Редукция побегов, %
	количество		количество		коэффициент		
	растений, шт/м ²	побегов на растении, шт.	растений, шт/м ²	продуктивных побегов, шт/м ²	общей кустистости	продуктивной кустистости	
Контроль	356,10	2,77	250,23	350,33	1,81	1,41	65,3
Мобилин	385,57	3,17	312,20	466,57	1,88	1,48	59,3
Штамм Я-2	407,67	3,57	320,27	503,57	2,02	1,59	56,6
Микориза	383,83	3,23	325,10	497,67	1,88	1,51	58,2
Микориза + мобилин	446,70	3,50	360,07	648,97	2,09	1,79	59,7
Микориза + штамм Я-2	458,80	3,53	386,13	712,47	2,39	1,82	67,7
НСР _{0,5}	9,33	0,21	20,13	51,32	-	-	1,12

Формирование соцветий ярового ячменя зависело от условий вегетационного периода и от инокуляции семян биопрепаратами. Наибольшее количество метамеров колоса у ячменя в опыте формировалось и реализовывалось в условиях вегетационного периода 2016 г. Было установлено, что от инокуляции семян длина конуса нарастания на V этапе органогенеза достоверно увеличивалась (табл. 2) и это способствовало закладыванию большего количества метамеров соцветия (колосков и цветков в колосе). Установлена тесная коррелятивная связь между этими показателями. Коэффициент корреляции длины конуса нарастания с количеством заложённых колосков составил $r = 0,63-0,88$, с количеством заложённых цветков – $r = 0,33-0,82$, между количеством заложённых колосков с количеством цветков – $r = 0,67-0,89$.

На V этапе органогенеза количество за-

ложенных колосков в колосе от инокуляции увеличивалось на 1,06-2,23 шт., а количество цветковых бугорков – на 4,1-18,63 шт. (табл. 2).

Реализация потенциала продуктивности ярового ячменя зависела от условий вегетации и от использования препаратов азотфиксирующих микроорганизмов. Наименьшие потери колосков в колосе отмечались в условиях 2016 г. (от 22,33 до 6,17%), а наименьшие потери цветков в колосе – в условиях 2017 г. (от 64,66 до 52,13%). В среднем за 2015-2017 гг. потери колосков в колосе на контроле составили 35,7%, на вариантах опыта – до 27,8-16,7%. Редукция цветков в колосе колебалась от 67,9 до 61,9%. Следовательно, от использования активных штаммов азотфиксаторов сохраняется на 10,2-19,0% больше колосков в колосе и на 2,2-3,8% цветков (табл. 3).

Таблица 2

Влияние биопрепаратов азотфиксаторов на формирование метамеров конуса нарастания и их реализацию у ярового ячменя, 2015-2017 гг.

Вариант	V этап органогенеза			XII этап органогенеза		
	длина конуса нарастания, мм	количество метамеров в колосе, шт.		длина колоса, см	количество, шт.	
		колосков	цветков		колосков в колосе	зерен в колосе
Контроль	26,33	19,67	56,87	6,43	12,77	18,97
Мобилин	29,67	20,73	60,97	7,27	15,50	21,20
Штамм Я-2	32,00	20,90	64,63	8,70	16,00	23,63
Микориза	30,00	20,80	64,97	7,57	15,13	20,37
Микориза + мобилин	34,00	21,90	75,50	8,03	17,80	24,53
Микориза + штамм Я-2	34,00	21,37	72,63	8,40	17,80	24,93
НСР _{0,5}	2,15	0,85	3,80	0,53	1,85	0,93

Таблица 3

Редукция колосков и цветков в онтогенезе ярового ячменя, 2015-2017 гг.

Вариант	Колоски		Цветки	
	шт.	%	шт.	%
Контроль	6,90	35,7	37,90	65,7
Мобилин	5,23	25,5	39,77	63,5
Штамм Я-2	4,90	22,9	41,00	61,9
Микориза	5,67	27,8	44,60	67,9
Микориза + мобилин	4,10	18,9	50,97	67,3
Микориза +штамм Я-2	3,57	16,7	47,70	65,1

Большие потери цветков отмечены на вариантах микориза и микориза + мобилин, но это не привело к снижению урожайности за счет компенсации элементами продуктивности (количество побегов, количество колосков и зерен в колосе). Отмечена тесная коррелятивная связь между элементами, слагающими продуктивность ячменя. Коэффициент корреляции между длиной колоса и количеством колосков в колосе – $r = 0,40-0,81$, между количеством сформированных колосков с количеством зерен в колосе – $r = 0,60-0,93$.

Хозяйственная урожайность ячменя зависела от инокуляции семян азотфиксаторами и достоверно увеличивалась от проводимого мероприятия (табл. 4). Сочетание биопрепаратов в паре с микоризой повышало выход зерна на 39,8-45,1%. Выделилось использование штамма Я-2 в мономерной форме. В среднем за три года оно увеличивало урожайность на 42,3%, что даже несколько выше, чем при бинарном сочетании. Это позволяет заключить, что штамм Я-2, выделенный из ризосферы ячменя, достаточно активен самостоятельно.

Таблица 4

Хозяйственная урожайность ярового ячменя, т/га

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее 2015-2017 гг.	Прибавка	
					т/га	%
Контроль	2,04	1,61	1,65	1,77		
Мобилин	2,41	1,76	1,93	2,03	0,27	15,1
Штамм Я-2	3,03	1,89	2,62	2,51	0,75	42,3
Микориза	2,22	1,74	1,87	1,94	0,18	10,0
Микориза + мобилин	3,37	2,16	2,16	2,56	0,80	45,1
Микориза +штамм Я-2	3,10	2,44	1,87	2,47	0,70	39,8
НСР ₀₅	0,11	0,09	0,19	-	-	-

Заключение

Морфогенетические изменения в структуре роста и развития растений ячменя зависят от условий вегетационного периода и использования препаратов ассоциативных азотфиксаторов. Инокуляция семян повышает потенциал продуктивности ячменя, начиная с первых этапов органогенеза, особенно при бинарном сочетании бактерий с микоризой. Данный агротехнологический прием способствует удлинению конуса нарастания, что влечет за собой закладку метамеров соцветия и в дальнейшем положительно сказывается на реализации потенциала продуктивности ячменя. Также увеличивается выживаемость растений, что может приводить к загущенности посева, поэтому при проведении инокуляции следует снижать норму высева ячменя в лесостепной зоне до 4,0-4,5 млн. всхожих зерен на 1 га.

Хозяйственная урожайность ячменя при проведении инокуляции корневыми диязотрофами увеличивается на 10,0-45,1%. Наиболее значительные прибавки урожая при совместном сочетании бактериальных форм с микоризой, а также при использовании штамма Я-2 в моноформе.

Библиографический список

1. Куперман, Ф. М. Методические указания по биологическому контролю за сельскохозяйственными культурами / Ф. М. Куперман, Г. А. Макарова. – Москва: Изд-во МГУ, 1970. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Ахундова, В. А. Морфогенез и продуктивность растений: учебное пособие / В. А. Ахундова, З. А. Морозова, В. В. Мурашев [и др.]; под редакцией Е. А. Седова. – Москва: Изд-во МГУ, 1994. – 160 с. – Текст: непосредственный.
3. Биологические особенности и условия произрастания сельскохозяйственных культур в Алтайском крае / Ф. М. Куперман, Г. А. Макарова, К. А. Петрова [и др.]. –

Москва: Изд-во Московского ун-та, 1974. – 254 с. – Текст: непосредственный.

4. Корнилов А.А. Биологические основы высоких урожаев зерновых культур / А.А. Корнилов. – Москва: Колос, 1968. – 238 с. – Текст: непосредственный.

5. Биологическая урожайность зерновых хлебов: [сайт]. [2018]. – URL: <https://lektsia.com/2x4225.html> (дата обращения: 21.05.2018). – Текст: электронный.

6. Schulz B., Boyle C. What are endophytes? / Schulz B., Boyle C., Sieber T. (Ed.) *Microbial Root Endophytes*. Berlin: Springer-Verlag. 191-206. 10.1007/3-540-33526-9_1.

7. Тихонович, И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В. К. Чеботарь [и др.]. – Москва: Россельхозакадемия, 2005. – 153 с. – Текст: непосредственный.

8. Фатина П. Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве / П. Н. Фатина. – Текст: непосредственный // Вестник АГТУ. – Астрахань, 2007. – № 4 (39). – С. 133-136.

9. Курсакова, В. С. Опыт использования препаратов корневых диязотрофов 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.

10. Kursacova V., Stupina L. (2019). Microbial preparations in the cultivation of grain crops in the Priobskaya zone of the Altai region. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 395 012018. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/395/1/012018/pdf>.

11. Курсакова, В. С. Оценка влияния микробных препаратов на урожайность кукурузы в условиях степной зоны Алтайского края / В. С. Курсакова, Л. А. Ступина, Н. В. Чернецова. – Текст: непосредственный // Международный журнал гуманитарных и есте-

ственных наук. – 2019. – № 6-2, июнь. – С. 108-112.

12. Куницына, В. В. Влияние препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий на формирование продуктивности ярового ячменя в приобской зоне / В. В. Куницына, Л. А. Ступина. – Текст: непосредственный // От биопродуктов к биоэкономике: материалы II межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием). – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018 – С. 139-142

13. Методика Госсортоиспытания полевых культур. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 36 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Kuperman F.M. Metodicheskie ukazaniya po biologicheskomu kontrolyu za selskokhozyaystvennyimi kulturami / F.M. Kuperman, G.A. Makarova. – Moskva: Izd-vo MGU, 1970. – 180 s.

2. Akhundova V.A. Morfogenez i produktivnost rasteniy: uchebnoe posobie / V.A. Akhundova, Z.A. Morozova, V.V. Murashev i dr.; red. E.A. Sedova. – M.: Izd-vo MGU, 1994. – 160s.

3. Biologicheskie osobennosti i usloviya proizrastaniya selskokhozyaystvennykh kultur v Altayskom krae / F.M. Kuperman, G.A. Makarova, K.A. Petrova i dr. – Moskva: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1974. – 254 s.

4. Kornilov A.A. Biologicheskie osnovy vysokikh urozhaev zernovykh kultur / A.A. Kornilov. – Moskva: Kolos, 1968. – 238 s.

5. Biologicheskaya urozhaynost zernovykh khlebov. [Elektronnyy resurs]: [sayt]. [2018]. URL: <https://leksia.com/2x4225.html> (data obrashcheniya 21.05.2018).

6. Schulz B., Boyle C. What are endophtes? / Schulz B., Boyle C., Sieber T. (Ed.) Microbial

Root Endophytes. Berlin: Springer-Verlag. 191-206. 10.1007/3-540-33526-9_1.

7. Tikhonovich I.A. Biopreparaty v selskom khozyaystve / I.A. Tikhonovich, A.P. Kozhemyakov, V.K. Chebotar i dr. – Moskva: Rosselkhozakademiya, 2005. – 153 s.

8. Fatina P.N. Primenenie mikrobiologicheskikh preparatov v selskom khozyaystve / P.N. Fatina // Vestnik AGTU. – Astrakhan, 2007. – No. 4 (39). – S. 133-136.

9. Kursakova V.S. Opyt ispolzovaniya preparatov kornevykh diazotrofov i mikorizy v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya zernovykh kultur v stepnoy zone Altayskogo kraya / V.S. Kursakova, L.A. Stupina // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 6 (164). – S. 20-27.

10. Kursacova V., Stupina L. (2019). Microbial preparations in the cultivation of grain crops in the Priobskaya zone of the Altai region. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 395 012018. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/395/1/012018/pdf>.

11. Kursakova V.S., Stupina L.A., Chernetsova N.V. Otsenka vliyaniya mikrobnnykh preparatov na urozhaynost kukuruzy v usloviyakh stepnoy zony Altayskogo kraya // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. – 2019. – No. 6-2 iyun. – S. 108-112.

12. Kunitsyna V.V. Vliyanie preparatov asotsiativnykh azotfiksiryushchikh bakteriy na formirovanie produktivnosti yarovogo yachmenya v priobskoy zone / V.V. Kunitsyna, L.A. Stupina // Ot bioproduktov k bioekonomike: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem). – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2018. – S. 139-142.

13. Методика Госсортоиспытания полевых культур. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 36 с.

