

ское пособие / С.В. Жаркова, О.В. Манылова, Н.И. Шевчук, Н.Ф. Кудрявцева. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2015. – 96 с.

References

1. Goncharov P.L. Optimizatsiya selektsionnogo protsessa // Povyshenie effektivnosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. – Novosibirsk, 2002. – S. 5-16.
2. Korenev G.V., Podgornyy P.I., Shcherbak S.N. Rasteniyevodstvo s osnovami selektsii i semenovodstva. – M.: Agropromizdat, 1990. – 575 s.
3. Batalova G.A. Zernofurazhnye kultury Rossii // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. – SPb.: VIR, 2013. – T. 171. – S. 131-135.

4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 415 s.

5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur / Tekhnologicheskaya otsenka zernovykh, krupyanykh i zernobobovykh kultur. – M., 1988. – 122 s.

6. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa. – Izd. 3-e, pererab. / pod red. V.D.Kobylyanskogo, A.Ya. Trofimovskoy. – L.: VIR, 1987. – S. 2-10.

7. Sortovoe rayonirovanie sel'skokhozyaystvennykh kultur v Altayskom krae: metodicheskoe posobie / S.V. Zharkova, O.V. Manylova, N.I. Shevchuk, N.F. Kudryavtseva. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2015. – 96 s.



УДК 631.82:633.853.494

О.В. Афанасьева, В.С. Курсакова
O.V. Afanasyeva, V.S. Kursakova

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ АССОЦИАТИВНЫХ ДИАЗОТРОФОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАПСА

APPLICATION OF BIOLOGICAL PREPARATIONS OF ASSOCIATIVE DIAZOTROPHS AND MINERAL FERTILIZERS IN RAPE CULTIVATION

Ключевые слова: ризосферные бактерии, биопрепараты, инокуляция, урожайность, рапс яровой, норма высева, фотосинтетический потенциал, минеральные удобрения.

В 2017 г. изучали влияние биопрепаратов ассоциативных diazotрофов (Мизорин и Ризоагрин) и Микоризы на формирование урожайности ярового рапса сорта АНИИЗиС 2 на черноземе выщелоченном среднегумусном в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Схема опыта включала варианты монопрепаратов и их смеси на различных фонах удобрений: контроль – без минеральных удобрений; фон 1 – $P_{60}K_{60}$ без азота; фон 2 – $N_{30}P_{60}K_{60}$; фон 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Норма высева 2,0 млн/га всхожих семян. Биопрепараты как в чистом виде, так и на фонах удобрений увеличивали фотосинтетическую деятельность посевов на всех этапах онтогенеза, элементы структуры урожая – количество стручков, количество и массу семян и урожайность. Урожайность семян на контроле составила 1,93 т/га. Применение биопрепаратов в чистом виде увеличивало урожайность семян на 21,2-28,5%. Максималь-

ное увеличение обеспечил вариант смеси препаратов diazotрофов с микоризой. Эффективность препаратов повышается на фонах минеральных удобрений, содержащих азот. На фоне 1 – $P_{60}K_{60}$ без азота прирост урожайности был невысоким и приближался к показателям по чистым препаратам (19,7-31,6%). На фонах 2 и 3 ($N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$) прибавки были более высокие – 31,1-43,5; 29,5-32,1% соответственно. Оптимальным фоном для возделывания рапса на семена следует считать фон удобрений с дозой азота 30 кг/га д.в., где урожайность на всех инокулированных вариантах была более высокой, но максимальный урожай получен на смеси всех препаратов – 2,77 т/га (на 43,5% выше контроля).

Keywords: rhizosphere bacteria, biological preparations, inoculation, yielding capacity, spring rape, seeding rate, photosynthetic potential, mineral fertilizers.

In 2017, we studied the influence of biologic preparations of associative diazotrophs (Mizorin and Rizoagrin) and Mycoriza on yield formation of spring rape variety ANIIZIS 2 on leached chernozem with medium humus content in the tem-

perate-arid forest-outlier steppe of the Altai Region. The trial included the following combinations of the preparations and their mixtures against different backgrounds of fertilizers: control – no fertilizers; background 1 – $P_{60}K_{60}$ without nitrogen; background 2 – $N_{30}P_{60}K_{60}$; background 3 – $N_{60}P_{60}K_{60}$. The seeding rate was 2.0 million seeds per ha. The biological preparations both in pure form and on fertilizer backgrounds increased photosynthetic activity of the crops at all stages of ontogenesis, the elements of yield formula – number of pods, number and weight of seeds and yield. Seed yield in the control was 1.93 t ha. The application of biological preparations in pure form increased the seed yield by 21.2-28.5%. The maximum increase was achieved by the mixture of diazo-

troph preparations with mycorrhiza. The efficacy of the preparations is increased on the background of mineral fertilizers containing nitrogen. Against the background 1 – $P_{60}K_{60}$ without nitrogen, yield increase was low and approached the indicators for pure preparations (19.7-31.6%). On backgrounds 2 and 3 ($N_{30}P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$) increases were higher – 31.1-43.5%; 29.5-32.1% respectively. The optimal background for the cultivation of canola seeds should be considered to be the background with a dose of nitrogen 30 kg ha of primary plant nutrient; the yield in all variants was higher, but the maximum yield was obtained with a mixture of all preparations – 2.77 t ha (by 43.5% above the control).

Афанасьева Олеся Владимировна, аспирант, каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: botanika604@mail.ru.

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.

Afanasyeva Olesya Vladimirovna, post-graduate student, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. E-mail: botanika604@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.

В последние годы проблема оптимизации азотного питания растений приобретает особую актуальность в связи с общим снижением применения традиционных минеральных и органических удобрений, огромными затратами на производство азотных удобрений и загрязнением окружающей среды токсичными продуктами. Поэтому современное земледелие требует новых концептуальных подходов к решению проблемы регулирования питания растений. В этой связи перспективным является использование потенциальных возможностей естественных экосистем, в частности микроорганизмов.

Реальным дополнительным источником азота для растений является биологическая фиксация азота и использование микробных препаратов на основе азотфиксирующих бактерий. Их применение позволяет снизить дозы минеральных удобрений без уменьшения урожайности, получать продукцию более высокого качества с низким уровнем содержания нитратов и нитритов, улучшать экологическую ситуацию [1].

Инокуляция семян небобовых растений препаратами diaзотрофов способствует повышению их урожайности от 5 до 70%, при этом затраты на их использование намного ниже, чем внесение обычных удобрений. Эффективность препаратов повышается на фоне невысоких доз минерально-

го азота. Оптимальная доза азота составляет 30 кг/га д.в., дальнейшее её повышение не приводит к увеличению урожайности культур [2].

Препараты ассоциативных diaзотрофов обладают целым комплексом полезных для растений свойств, увеличивая не только урожайность, но и содержание ценных для человека соединений, а также улучшают ростовые процессы, защищают от различных заболеваний, обладая фунгицидным действием. Применение бактериальных удобрений, с одной стороны, дает новые подходы к решению биологических проблем, с другой, – приносит ощутимый экономический эффект [3, 4].

Одной из наиболее ценных высокоурожайных масличных и кормовых культур является рапс. По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. В его семенах содержится более 45% масла, близкого по качеству к оливковому, и около 30% белка. Рапсовое масло идет на пищевые и технические цели, а отходы его переработки применяют в комбикормовой промышленности. Кроме того, рапс с успехом используют на зеленый корм и как один из компонентов силоса, а также как сидеральное удобрение. Наиболее эффективна переработка семян рапса на масло и жмых [5].

В Алтайском крае посевы ярового рапса увеличиваются с каждым годом, урожайность семян колеблется в зависимости от зоны, способа обработки почвы, применяемых удобрений и предшественника от 4,0 до 19,0 ц/га. Дальнейшее повышение урожайности этой культуры возможно на основе совершенствования системы подготовки почвы к посеву, повышения доз азотных удобрений, более эффективной борьбы с сорняками [6].

Использование минеральных удобрений не всегда дает положительные результаты в зависимости от условий года. Кроме того, их применение существенно увеличивает затраты и себестоимость конечной продукции. Использование микробных препаратов значительно повышает эффективность минеральных удобрений, способствуя снижению вносимых доз, увеличению выхода продукции и уменьшению энергозатрат при минимальном ресурсе [1, 4].

Целью исследования было изучение влияния препаратов азотфиксирующих ризосферных бактерий и микоризы на разных фонах минеральных удобрений на урожайность семян ярового рапса в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Для этого необходимо было изучить фотосинтетическую деятельность посевов, структурные элементы, оказывающие влияние на формирование урожая рапса, и урожайность семян в зависимости от используемых препаратов и фонов минеральных удобрений.

Объекты, условия и методы исследований

Полевой опыт был заложен в третьей декаде мая 2017 г. на опытном поле учебного хозяйства Алтайского ГАУ. Погодные условия вегетационного периода 2017 г. отличались благоприятным режимом тепла и увлажнения, ГТК за вегетацию составил 1,4. Почвы опытного участка представлены черноземом выщелоченным среднегумусным, достаточно обеспечены подвижным фосфором и калием и недостаточно – азотом, рН близкий к нейтральному.

Исследования проводили в мелкоделяночном опыте в трехкратной повторности. Площадь одной деланки составляла 2 м², расположение де-

лянок рендомизированное. Объектом исследования служил сорт ярового рапса АНИИЗис 2, адаптированный для возделывания в Алтайском крае. В опыте применяли следующие препараты: «Ризоагрин» (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 204), «Мизорин» (*Artrobacterium mysorens*, штамм 7), содержащие ризосферные азотфиксирующие бактерии, «Микориза» – инокулянт на основе высокоэффективного гриба рода *Glomus*, штамм 8. Все препараты получены нами из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Микроорганизмы в составе препаратов обеспечивают растения минеральным азотом, фосфором, стимулируют рост и развитие, увеличивают поглощение макро- и микроэлементов почвы, всасывание воды, устойчивость к различным патогенам.

Схема опыта включала варианты монопрепаратов и их смеси на различных фонах минеральных удобрений (контроль – без минеральных удобрений; фон 1 – P₆₀K₆₀ (без азота); фон 2 – N₃₀P₆₀K₆₀; фон 3 – N₆₀P₆₀K₆₀). Норма высева семян 2,0 млн шт/га. Семена инокулировали биопрепаратами непосредственно перед посевом. Показатели фотосинтетической деятельности определяли в период вегетации растений по методике А.А. Ничипорович [7]. Учет урожая и структурный анализ проводили в период полной зрелости семян в трех повторностях по методике Госсортоиспытания [8]. Математическая обработка экспериментальных данных проведена с применением дисперсионного анализа на персональном компьютере по специально разработанным программам [9].

Результаты исследований

Формирование высокого урожая любой культуры зависит от фотосинтетической деятельности в посевах. По данным А.А. Ничипорович (1968), в продуктивных посевах фотосинтетический потенциал (ФСП) за 100 дней должен составлять не менее 2 млн м²·дней на 1 га. В таблице 1 представлена динамика формирования ФСП посевов рапса по фазам развития культуры в зависимости от фона удобрений.

В наших исследованиях инокуляция семян биопрепаратами и их смесью значительно увеличивала фотосинтетический потенциал посевов ярового рапса во все фазы его развития. Если на контроле величина ФСП в конце вегетации составила 2,824 млн м²·дней/га, то при использовании биопрепаратов в чистом виде ФСП увеличивается до 3,289-3,937 млн м²·дней/га, или на 16,5-39,4%. Максимальный ФСП сформировался на смеси препаратов.

Таблица 1
Фотосинтетический потенциал ярового рапса, млн м²·дней/га

Вариант	Фаза вегетации		
	ветвление (09.07)	цветение (30.07)	созревание (07.09)
Без минеральных удобрений			
Контроль	1,078	2,125	2,824
Ризоагрин	1,492	2,385	3,289
Мизорин	1,526	2,402	3,299
Микориза	1,733	2,528	3,479
Смесь	1,918	2,469	3,937
Фон 1 – P ₆₀ K ₆₀			
P ₆₀ K ₆₀	1,329	2, 238	2,968
Ризоагрин	1,438	2,359	3,449
Мизорин	1,597	2,490	3,608
Микориза	1,486	2,376	3,289
Смесь	1,509	2,402	3,485
Фон 2 – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀			
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	1,698	2,319	4,589
Ризоагрин	1,974	2,417	5,187
Мизорин	1,968	2,574	5,416
Микориза	2,012	2,610	5,649
Смесь	2, 026	2,723	5,815
Фон 3 – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,460	2, 305	3,685
Ризоагрин	1,978	2,639	4,767
Мизорин	1,964	2,478	5,675
Микориза	2,130	2,760	5,683
Смесь	2,167	2,897	5,746

На разных фонах минеральных удобрений величина ФСП заметно различалась. На фоне 1 – P₆₀K₆₀ без азота величина ФСП в конце вегетации мало отличалась от контроля (больше на 5%). На

фоне 2 – N₃₀P₆₀K₆₀ и фоне 3 – N₆₀P₆₀K₆₀ произошло значительное увеличение листовой поверхности, причем большее – при меньшей дозе азота 30 кг/га. Увеличение ФСП составило 62,5-30,6% соответственно.

Формирование ФСП более интенсивно происходило на вариантах препаратов в комплексе с минеральными удобрениями. Так, на фоне 1 ФСП увеличился на 23,4-27,8%, на фоне 2 – на 83,7-105,9%, на фоне 3 – на 68,8-103,5% по сравнению с контролем. На фонах с азотом лучшие показатели наблюдались на смеси препаратов ассоциативных азотфиксаторов с микоризой. Биопрепараты способствуют более полному усвоению растениями элементов питания из удобрений, и сами дополнительно обеспечивают растения биологическим азотом, фосфором и другими элементами, а также водой, что благоприятно отразилось на процессе фотосинтеза и формировании листовой поверхности.

Положительное влияние биопрепараты оказали и на все элементы структуры урожая ярового рапса (табл. 2).

Отмечена четкая тенденция увеличения высоты растений по фонам с внесением минеральных удобрений и применением биопрепаратов. Наиболее высокие растения сформировались на фонах N₃₀P₆₀K₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ с применением смеси препаратов – 141,4 и 145,0 см. На фоне без азота – P₆₀K₆₀ высота растений по некоторым вариантам была даже ниже, чем у растений на контроле без минеральных удобрений, – 98,5-101,4 см.

Количество стручков на одном растении также было больше при инокуляции на фонах удобрений с азотом (фоны 2, 3). На этих фонах отмечено увеличение стручков в среднем от 124 до 174 шт. по сравнению с неудобренным фоном, где их количество составило 128-148 шт/раст. Наибольшее увеличение количества стручков наблюдалось на препарате «Микориза» и смеси препаратов – 138-160 и 150-174 шт. соответственно. На фоне 1 (P₆₀K₆₀) сформировалось меньше стручков по сравнению с неудобренным фоном и с фонами 2 и 3 – 96-102 шт.

Элементы структуры урожая ярового рапса

Вариант опыта	Высота растений, см	Кол-во стручков на 1 растении, шт.	Длина стручков, см	Кол-во семян в 1 стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
Без минеральных удобрений					
Контроль	102,0	112	5,5	25	3,78
Ризоагрин	114,0	130	6,5	29	4,80
Мизорин	100,0	128	6,5	29	4,75
Микориза	120,0	146	6,8	30	4,83
Смесь	124,0	148	6,9	30	4,87
Фон 1 – P ₆₀ K ₆₀					
P ₆₀ K ₆₀	98,5	92	5,8	26	3,71
Ризоагрин	100,0	96	6,3	28	4,67
Мизорин	99,5	90	6,3	28	4,63
Микориза	101,4	96	6,3	29	4,84
Смесь	100,8	102	6,4	29	5,28
Фон 2 – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀					
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	126,0	130	6,3	28	4,43
Ризоагрин	131,0	152	6,7	30	4,69
Мизорин	128,0	146	6,5	31	5,78
Микориза	138,0	160	6,7	31	5,84
Смесь	145,0	174	6,7	31	5,84
Фон 3 – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	100,0	98	5,9	26	4,60
Ризоагрин	118,0	130	6,5	29	5,51
Мизорин	115,3	124	6,5	29	5,61
Микориза	124,2	138	6,6	30	5,67
Смесь	141,4	150	6,7	30	5,69

Применение биопрепаратов увеличивало длину стручков, количество семян в одном стручке и массу 1000 семян по всем фонам по сравнению с контролем. Увеличение длины стручков составило от 0,8 до 1,4 см, количество семян – от 3 до 6 шт. Максимальное количество семян в стручке сформировалось на фоне N₃₀P₆₀K₆₀ с применением препаратов «Мизорин», «Микориза» и смеси биопрепаратов – 31 шт. Масса 1000 семян увеличилась до 4,43-5,83 г по сравнению с контролем (3,78 г). Максимальное увеличение массы семян также было на смеси препаратов.

Основным интегральным показателем, характеризующим хозяйственную ценность культуры в конкретных условиях, является урожайность. В нашем опыте инокуляция биопрепаратами спо-

собствовала формированию более высокой урожайности семян ярового рапса (табл. 3).

Урожайность семян на контроле составила 1,93 т/га. Применение биопрепаратов как в чистом виде, так и на фонах минеральных удобрений увеличивало урожайность семян по сравнению с контролем на 21,2-28,5% без минеральных удобрений, на 19,7-43,5% на фонах с применением удобрений. Самый высокий показатель урожайности сформировался на варианте с применением смеси препаратов на фоне удобрений с дозой азота 30 кг/га – 2,77 т/га (43,5%), самый низкий был на варианте без удобрений на препарате «Мизорин» – 2,34 т/га (21,2%) и на препарате «Ризоагрин» на фоне 1 – 2,31 т/га (19,7%).

Урожайность семян ярового рапса, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		т/га	%	т/га	%
Без удобрений					
Контроль	1,93	-	-	-	-
Ризоагрин	2,42	0,49	25,4	-	-
Мизорин	2,34	0,41	21,2	-	-
Микориза	2,46	0,53	27,5	-	-
Смесь	2,48	0,55	28,5	-	-
Фон 1 – P ₆₀ K ₆₀					
P ₆₀ K ₆₀	2,10	0,17	8,8	-	-
Ризоагрин	2,31	0,38	19,7	0,21	10,0
Мизорин	2,48	0,55	28,5	0,38	18,1
Микориза	2,48	0,55	28,5	0,38	18,1
Смесь	2,54	0,61	31,6	0,40	19,0
Фон 2 – N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀					
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,36	0,43	22,3	-	-
Ризоагрин	2,59	0,66	34,2	0,23	9,7
Мизорин	2,53	0,60	31,1	0,17	7,2
Микориза	2,61	0,68	35,2	0,25	10,6
Смесь	2,77	0,84	43,5	0,41	17,4
Фон 3 – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀					
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,30	0,37	19,2	-	-
Ризоагрин	2,55	0,62	32,1	0,25	10,9
Мизорин	2,50	0,57	29,5	0,20	8,7
Микориза	2,52	0,59	30,6	0,22	9,6
Смесь	2,54	0,61	31,6	0,24	10,4
НСП ₀₅		0,11			

Несмотря на некоторые различия в отзывчивости рапса на разные препараты, эффективность их действия очень близка, и выявить лучший препарат было невозможно, так как различия между ними в большинстве случаев незначительны. Оптимальным вариантом в условиях опыта можно считать использование смеси препаратов на фоне минеральных удобрений с дозой N₃₀P₆₀K₆₀. Увеличение дозы азота до 60 кг/га приводит к снижению урожайности и увеличению затрат, что является экономически необоснованным.

Заключение

Анализ влияния биопрепаратов на формирование урожайности ярового рапса на различных фонах минерального удобрения в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края показал значительную эффективность их применения. Препараты увеличивали фотосинтетическую деятельность посевов на всех этапах онтогенеза, элементы структуры урожая – количество стручков, количество и массу семян и урожайность.

Урожайность семян на контроле составила 1,93 т/га. Применение биопрепаратов как в чистом виде, так и на фонах минеральных удобрений увеличивало урожайность семян. Прибавки от препаратов в чистом виде составили 21,2-28,5%.

Эффективность препаратов повышается на фонах минеральных удобрений, содержащих азот. На фоне 1 – P₆₀K₆₀ без азота прирост урожайности был невысоким и приближался к показателям по чистым препаратам (19,7-31,6%). На фонах 2 и 3 (N₃₀P₆₀K₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀) прибавки более высокие, особенно с дозой азота 30 кг/га – 31,1-43,5; 29,5-32,1% соответственно.

Библиографический список

1. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
2. Петрова С.Н., Парахин Н.В. Микробные препараты как способ формирования эффективных растительно-микробных систем // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 86-91.
3. Steenhoudt O., et al. Identification and characterization of a periplasmic nitrate reductase in *Azospirillum brasilense* Sp245 // Arch. Microbiol. – 2001. – Vol. 175 (5). – P. 334-352.
4. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 153 с.
5. Кузнецова Г.Н., Поляков Р.С. Результаты испытания сортов рапса ярового в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Научное обеспечение отрасли рапсосодействия и пути реализации биологического потенциала рапса: научные доклады на международном координационном совещании. – Липецк, 2010. – С. 29-32.
6. Йодко Л.Н., Шарков И.Н., Страшко В.Ф. Опыт возделывания рапса в Алтайском крае. – 2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vozdelyvaniya-rapsa-v-altayskom-krae> (дата обращения 03.05.2018).

7. Ничипорович А.А. Методика определения фотосинтетической деятельности растений. – М.: Агропромиздат, 1968. – 350 с.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhay. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
2. Petrova S.N., Parakhin N.V. Mikrobnye preparaty kak sposob formirovaniya effektivnykh rastitelno-mikrobnykh sistem // Zernobobovye i krupyanye kultury. – 2013. – № 2 (6). – S. 86-91.
3. Steenhoudt O., et al. Identification and characterization of a periplasmic nitrate reductase in *Azospirillum brasilense* Sp245 // Arch. Microbiol. – 2001. – Vol. 175 (5). – P. 334-352.
4. Tikhonovich I.A., Kozhemyakov A.P., Chebotar V.K. i dr. Biopreparaty v selskom khozyaystve. – M.: Rosselkhozakademiya, 2005. – 153 s.
5. Kuznetsova G.N., Polyakov R.S. Rezultaty ispytaniya sortov rapsa yarovogo v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri // Nauchnye doklady na mezhdunarodnom koordinatsionnom soveshchani «Nauchnoe obespechenie otrasli rapsosoyaniya i puti realizatsii biologicheskogo potentsiala rapsa». – Lipeck, 2010. – S. 29-32.
6. Yodko L.N., Sharkov I.N., Strashko V.F. Opyt vozdelyvaniya rapsa v Altayskom krae [El. resurs]: [sayt]. 2018. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vozdelyvaniya-rapsa-v-altayskom-krae>. (Data obrashcheniya 03.05.2018).
7. Nichiporovich A.A. Metodika opredeleniya fotosinteticheskoy deyatel'nosti rasteniy. – M.: Agropromizdat, 1968. – 350 s.
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – M., 1989. – Vyp. 2. – 194 s.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

