

А.А. Завалин, академик РАН

Н.А. Кирпичников, доктор сельскохозяйственных наук

С.П. Бижан, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова

РФ, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а

E-mail: kzuek@yandex.ru

УДК 631.445.24:631.85:631.821.1

DOI: 10.30850/vrsn/2022/2/65-68

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯЧМЕНЬ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Приведены результаты действия минеральных удобрений и биопрепарата бисолбифит на яровой ячмень. Применение азотного и калийного удобрений в длительном полевом опыте на сильнокислой дерново-подзолистой почве с содержанием подвижного алюминия 130 мг/кг не оказало существенного влияния на урожайность ячменя. Использование микробного препарата бисолбифит в качестве модификатора удобрений в этих условиях неэффективно. Урожайность ярового ячменя с полным минеральным удобрением в дозах $N_{60}P_{60}K_{60}$ на известкованной почве при слабокислой реакции почвенной среды — 35,3–40,4 ц/га при 19,3 ц/га на контроле без известкования. При внесении биомодифицированных минеральных удобрений препаратом бисолбифит на этой почве урожайность зерна повышается на 12–14 %, достигая 45,4 ц/га. Использование биомодифицированных минеральных удобрений на оптимальном фоне рН почвы повышает окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая зерна на 3,2 кг. Рост урожайности ярового ячменя происходит из-за увеличения количества зерен в колосе и массы 1000 зерен, при этом возрастает потребление азота, фосфора и калия растениями в среднем на 9 %. Внесение полного минерального удобрения в сочетании с микробным препаратом на известкованной почве формирует зерно с максимальным содержанием белка (12,9 %) при уровне в контроле 11,8 %.

Ключевые слова: минеральные удобрения, препарат бисолбифит, урожай, качество, яровой ячмень.

A.A. Zavalin, Academician of the RAS

N.A. Kirpichnikov, Grand PhD in Agricultural sciences

S.P. Bizhan, PhD in Agricultural sciences

D.N. Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry

RF, 127434, g. Moskva, ul. Pryanishnikova, 31a

E-mail: kzuek@yandex.ru

EFFICIENCY OF BIOMODIFIED MINERAL FERTILIZERS APPLICATION FOR BARLEY UNDER DIFFERENT SOIL ACIDITY OF SODDY-PODZOLIC SOIL

The results of the action of mineral fertilizers and bisolbifit biologics on barley on sod-podzolic, heavily loamy soil with different pH values are presented. The use of nitrogen and potash fertilizers in a long-term field experiment on strongly acidic sod-podzolic soil with a mobile aluminum content of 130 mg/kg did not significantly affect the yield of spring barley. The use of the microbial preparation bisolbifit as a fertilizer modifier in these conditions is ineffective. The use of a complete mineral fertilizer in doses of $N_{60}P_{60}K_{60}$ on calcified soil with a weakly acidic reaction of the soil medium, the yield of spring barley grain reaches 35.3–40.4 c/ha at 19.3 c/ha under control without liming. The introduction of biomodified mineral fertilizers with bisolbifit preparation on this soil leads to an increase in grain yield by 12–14 %, reaching 45.4 c/ha. The use of biomodified mineral fertilizers on an optimal background of soil pH increases the payback of 1 kg of NRK by an increase in grain yield by 3.2 kg. The increase in the yield of spring barley grain occurs due to an increase in the number of grains in the ear and the mass of 1000 grains, while the consumption of nitrogen, phosphorus and potassium by plants increases by an average of 9 %. The application of a complete mineral fertilizer in combination with a microbial preparation on calcified soil forms a grain with a maximum protein content (12.9 %) at a control level of 11.8 %.

Keywords: mineral fertilizers, bisolbifit preparation, yield, quality, spring barley.

Один из способов повышения эффективности минеральных удобрений — применение биопрепаратов. [4, 6] Они стимулируют рост растений, обладают фунгицидной и бактерицидной активностью. Микробный препарат бисолбифит, разработанный во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии на основе штамма бактерий *Bacillus subtilis* штамм Ч-13, применяют для биологической модификации различных видов минеральных удобрений путем нанесения его на гранулы. [4, 5] Полезная микрофлора способна активизировать содержащиеся в них питательные вещества, переводить в доступную форму почвенные запасы азота, фосфора и калия. Повышается также использование элементов питания растениями из удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур. [1, 2]

Однако результатов исследований по эффективному применению препарата бисолбифит при внесении минеральных удобрений под яровой ячмень на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах с различной кислотностью недостаточно.

Цель работы — изучить в длительном полевом опыте эффективность действия обычных и биомодифицированных препаратом бисолбифит минеральных удобрений при возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с различной кислотностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Длительный полевой опыт СШ-27 заложен в 1966 году на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой по-

чве Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии (Московская область). Исходная почва – слабокультуренная: $pH_{KCl} - 3,9...4,2$; сумма оснований – $7,5...8,2$; гидролитическая кислотность – $4,9...5,2$; обменная кислотность – $0,55...0,57$ ммоль-экв/100 г; степень насыщенности основаниями – $57...63$ %. Содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно $30...70$ и $112...115$ мг/кг.

Севооборот: озимая пшеница *Московская 39*; яровой ячмень *Нур* с подсевом клевера; клевер двух лет пользования (11-я и 12-я ротации – один год). Эффективность минеральных удобрений изучали на фоне извести в дозе 1,5 Нг (по 0,5 Нг в первых трех ротациях – в сумме 11,5 т/га) и 2,5 Нг (по 1,0 Нг в первой и третьей и 0,5 Нг в восьмой ротациях – в сумме 17,0 т/га), а также без извести.

Минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ вносили вручную под предпосевную культивацию в форме аммиачной селитры (N – 34 %), аммофоса (N – 12 %, P – 52 %), хлористого калия (K_2O – 60 %), микробный препарат бисолбифит (Бф) наносили на гранулы – 5 кг/т удобрений. [5] В качестве фона применяли гербициды и фунгициды в соответствии с технологической картой. Общая площадь делянок – 100 м², учетная – 28 м², повторность – трехкратная. Агротехника возделывания ячменя сорта *Нур* принятая в Московской области. Метеоусловия в годы проведения опыта различались. В июне-июле 2019 года выпало избыточное количество осадков (194 и 224 мм) при среднемноголетней норме 63 и 78 мм соответственно. За весенне-летний период этого года резко изменялась температура воздуха, в конце мая и начале июня она доходила до $30...33^{\circ}C$. В некоторых декадах апреля и июля 2020 года количество атмосферных осадков превышало среднемноголетнюю норму в 2,5...3,5 раза. Неблагоприятные условия вегетационного периода отрицательно повлияли на урожайность ярового ячменя.

Согласно ГОСТам определяли: содержание общего азота в зерне и соломе по Кьельдалю – ГОСТ 13996.4-93, фосфора – ГОСТ 26657-97, калия – ГОСТ 30504-97; белка в зерне – ГОСТ 10846-91; натурную массу зерна – ГОСТ 10840-64; массу 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; сумму поглощенных оснований (по Каппену) – ГОСТ Р 50682-94; обменную кислотность – ГОСТ Р 58594-2019; pH_{KCl} – ГОСТ 26423-85; гидролитическую кислотность – методом Каппена в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-91; подвижный фосфор и калий (по Кирсанову) – ГОСТ 54650-2011; подвижный алюминий – ГОСТ 26485-86. Данные статистически обрабатывали дисперсионным методом по программе Stat VIUA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После периодического известкования и систематического применения минеральных удобрений за 1966–2017 годы изменились агрохимические свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы (табл. 1)

При систематическом внесении физиологически кислых азотных и калийных удобрений (фон НК) достоверно снижалась степень насыщенности основаниями, несколько уменьшалась реакция почвенной среды. Существенно повысилось (почти

в три раза) по сравнению с контролем содержание подвижного алюминия в почве.

Периодическое известкование значительно улучшило физико-химические свойства почвы. Степень насыщенности основаниями в варианте с внесением извести по 2,5 Нг достигала почти 80 %, почва из сильнокислых перешла в группу слабокислых. Содержание подвижного алюминия в почве при известковании (1,5 Нг) снизилось в 12-й ротации почти в четыре раза. Применение фосфорных удобрений значительно повысило количество подвижного фосфора.

Накопление сухой фитомассы ярового ячменя зависело от применения биомодифицированных удобрений (табл. 2).

Минимальная величина сухой фитомассы сформировалась в контрольном варианте и при внесении азотно-калийного удобрения. Использование биомодифицированных удобрений повышало массу растений на сильнокислой почве ($pH_{KCl} - 4,0$) при $N_{60}K_{60}$ на 15 г/м², $N_{60}P_{60}K_{60} - 45$ г/м².

На среднекислой почве ($pH_{KCl} - 4,7$) действие биопрепарата усилилось и прибавка фитомассы составила

Таблица 1.
Влияние длительного применения удобрений и известкования на агрохимические показатели дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы (12-я ротация)

Вариант	pH_{KCl}	Нг, ммоль-экв/100 г	V, %	Содержание подвижных форм, мг/кг			Гумус, %
				$P_{2,5}$	K_2O	Al	
Без удобрений	4,0	5,32	53	30,1	105,4	45,6	1,25
НК	3,8	6,77	40	28,0	171,0	130,1	1,26
НК+P	4,0	6,42	43	85,2	142,0	102,5	1,39
НК+известь 1,5 Нг	4,7	5,00	60	27,5	135,0	34,6	1,27
НК+известь 1,5 Нг+P	4,8	4,10	67	87,5	128,0	32,0	1,30
НК+известь 2,5 Нг	5,3	3,60	70	40,5	125,0	14,2	1,26
НК+известь 2,5 Нг+P	5,5	3,50	80	93,0	119,2	10,0	1,39
НСР ₀₅	0,3	1,10	6,2	13,1	14,6	19,0	0,05

Таблица 2.
Фитомасса ярового ячменя и содержание элементов питания в фазе цветения, 2019 год

Вариант	Сухая фитомасса, г/м ²	Содержание, %		
		N	$P_{2,5}$	K_2O
$pH_{KCl} 4,0$ (без извести)				
Без удобрений	530	–	0,40	–
$N_{60}K_{60}$	550	1,34	0,37	2,00
$N_{60}P_{60} + Бф$	565	1,44	0,40	1,92
$N_{60}P_{60}K_{60}$	830	1,26	0,39	1,87
$N_{60}P_{60}K_{60} + Бф$	875	1,38		1,93
$pH_{KCl} 4,7$ (известь по 1,5 Нг)				
$N_{60}P_{60}K_{60}$	950	1,26	0,40	1,90
$N_{60}P_{60}K_{60} + Бф$	1030	1,29	0,41	1,92
$pH_{KCl} 5,4$ (известь по 2,5 Нг)				
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1120	1,40	0,39	1,89
$N_{60}P_{60}K_{60} + Бф$	1240	1,55	0,40	1,91

80 г/м², слабокислой (рН_{KCl} – 5,4) – 120 г/м² или 11 %. Наблюдалась тенденция к повышению содержания азота и калия в растениях при внесении биомодифицированных удобрений.

Условия минерального питания существенно влияли на урожайность зерна ярового ячменя (табл. 3). Применение азотно-калийного удобрения (фон N₆₀K₆₀) без известкования не привело к повышению урожайности ярового ячменя по сравнению с вариантом без удобрений, что связано с увеличением содержания токсичного для растений подвижного алюминия в почве с 45 до 131 мг/кг при систематическом использовании физиологически кислых минеральных удобрений в форме аммиачной селитры и хлористого калия. Внесение фосфорных удобрений существенно повысило урожайность в 2019 и 2020 годах на 42 и 70 % соответственно.

Известкование почвы в дозе по 1,5 Нг на фоне полного минерального удобрения при реакции почвенной среды 4,7 обеспечило повышение средней урожайности на 13 %. Значительно больший сбор зерна (40,4 ц/га в среднем за два года) получен при внесении минеральных удобрений и известковании почвы (2,5 Нг), прибавка урожая – около 30 %.

Влияние биомодифицированного азотно-калийного удобрения в условиях сильнокислой почвы с высоким содержанием алюминия было несущественным. Достоверное увеличение урожайности зерна ячменя (3,4 ц/га) от применения под ячмень биомодифицированного полного минерального удобрения (НРК) получено на неизвесткованной почве только в благоприятном 2019 году. В среднем за два года оно достигло 3,0 ц/га или 9,7 %. Наибольший эффект от препарата бисолбифит достигнут при внесении полного минерального удобрения (N₆₀P₆₀K₆₀) на известкованной почве (урожайность при различных дозах известки повысилась на 5,0 и 4,8 ц/га или 14 и 11,4 %). Максимальная средняя урожайность ярового ячменя (45,4 ц/га) получена при использовании минеральных удобрений, обработанных биопрепаратом, на известкованной почве (2,5 Нг), что выше уровня контроля в 2,4 раза.

Применение биомодифицированных минеральных удобрений положительно отразилось на их окупаемости прибавкой урожайности зерна (табл. 3).

Урожай зерна ярового ячменя зависит от изменений отдельных элементов его структуры (табл. 4). Применение фосфорных удобрений на неизвесткованной почве увеличило количество зерен в колосе за два года на 32 %, при обработке их микробным препаратом – 35 %. В большей мере этот показатель возрастал при использовании препарата с полным удобрением на известкованной почве (2,5 Нг), по сравнению с контролем он повысился в среднем на 62 %.

Масса 1000 зерен изменялась с 38 до 49 г, наблюдалась тенденция к повышению этого показателя после обработки удобрений микробным препаратом. Такая же закономерность в действии удобрений и препарата бисолбифит отмечена в отношении хозяйственного коэффициента урожайности (K_{хоз}), что свидетельствует о положительном их влиянии в большей степени на основную часть урожая (зерно), чем на побочную (солома).

Вынос элементов питания с урожаем ячменя зависел от удобрений и метеорологических условий

Таблица 3.
Урожайность ярового ячменя при использовании минеральных удобрений и биопрепарата бисолбифит по годам

Вариант	Урожайность, ц/га		Среднее за два года	Прибавка от Бф, ц/га	Окупаемость удобрений, кг/кг
	2019	2020			
рН _{KCl} 4,0 (без известки)					
Без удобрений	23,9	14,6	19,3	–	–
N ₆₀ K ₆₀	26,2	14,2	20,2	–	0,8
N ₆₀ P ₆₀ + Бф	28,4	16,5	22,5	2,3	2,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	37,3	25,0	31,2	–	6,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	40,7	28,6	34,2	3,0	8,3
рН _{KCl} 4,7 (известь по 1,5 Нг)					
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	38,0	32,6	35,3	–	8,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	43,9	36,3	40,1	4,8	11,5
рН _{KCl} 5,4 (известь по 2,5 Нг)					
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43,0	37,8	40,4	–	11,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	48,5	42,2	45,4	5,0	14,2
НСР ₀₅	3,3	2,7	3,0	–	–

Таблица 4.
Показатели структуры урожая ярового ячменя по годам

Вариант	Количество зерен в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г		K _{хоз}	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
рН _{KCl} 4,0 (без известки)						
Без удобрений	13,9	15,0	42,6	34,6	0,49	0,45
N ₆₀ K ₆₀	12,9	14,9	42,0	34,0	0,48	0,44
N ₆₀ P ₆₀ + Бф	13,1	15,0	42,3	34,4	0,50	0,46
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,7	18,1	43,6	40,7	0,54	0,50
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	18,9	18,4	44,6	41,4	0,55	0,51
рН _{KCl} 4,7 (известь по 1,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	22,5	19,0	46,9	44,5	0,54	0,53
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	23,0	19,6	47,4	45,2	0,56	0,56
рН _{KCl} 5,4 (известь по 2,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	23,2	20,5	49,5	46,3	0,55	0,54
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Бф	24,0	21,4	50,4	47,5	0,57	0,58

вегетационного периода (табл. 5). В благоприятном 2019 году он достигал больших величин, чем в 2020. Однако в 2020 году действие удобрений на вынос НРК и урожайность было более высоким.

Применение биопрепарата при внесении минеральных удобрений на фоне известкования почвы по 1,5 Нг повышало вынос элементов питания на 9 %, 2,5 Нг – 8 %.

На качество зерна влияют многие факторы, в том числе удобрения и сорт. [3] Сорт ярового ячменя *Нур* относится к зернофуражному типу. [7] Содержание белка в зерне изменялось по годам: 2019 – 12,3...13,2 %, 2020 – 11,5...12,7 %. Оно достоверно повышалось в вариантах с полным минеральным удобрением на максимально известкованной почве. Присутствие бисолбифита не оказало существенного воздействия на белковость зерна, поскольку он увеличивал урожайность, а имеющихся в почве доступных соединений азота было недостаточно для повышения содержания белка в зерне ярового ячменя. [2]

Экстрактивность зерна (по формуле Бишопа) изменялась в среднем за два года с 67,1 % (контроль)

Таблица 5.
Вынос азота, фосфора и калия с урожаем (зерно+солома)
ярового ячменя по годам

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
pH _{кд} 4,0 (без известки)						
Без удобрений	68,0	40,9	24,6	15,2	56,9	34,2
N ₆₀ K ₆₀	67,4	39,6	23,8	14,2	59,2	36,4
N ₆₀ P ₆₀ +Бф	72,5	43,4	28,4	16,5	59,6	36,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	98,9	66,9	29,0	27,0	69,0	46,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	100,6	70,2	36,2	31,0	74,5	47,8
pH _{кд} 4,7 (известь по 1,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	120,0	103,4	50,4	40,5	92,0	83,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	130,8	110,6	54,2	45,4	98,8	90,3
pH _{кд} 5,4 (известь по 2,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	133,0	117,5	58,0	51,2	110,4	98,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	142,4	126,3	63,1	56,0	118,0	106,9

Таблица 6.
Показатели качества зерна ярового ячменя
на фоне удобрений и биопрепарата бисолбифит по годам

Вариант	Содержание белка, %		P ₂ O ₅ , %		K ₂ O, %	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
pH _{кд} 4,0 (без известки)						
Без удобрений	12,3	11,5	0,90	0,81	0,70	0,54
N ₆₀ K ₆₀	12,0	11,4	0,85	0,80	0,69	0,59
N ₆₀ P ₆₀ +Бф	11,9	11,3	0,85	0,82	0,67	0,59
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,8	12,2	1,04	0,91	0,67	0,56
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	12,5	12,0	1,05	0,94	0,70	0,60
pH _{кд} 4,7 (известь по 1,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,9	12,3	0,90	0,95	0,64	0,55
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	13,2	12,5	0,91	0,97	0,64	0,60
pH _{кд} 5,4 (известь по 2,5 Нг)						
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,9	12,5	1,00	0,97	0,70	0,54
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Бф	13,1	12,7	1,07	1,00	0,72	0,59
НСР ₀₅	0,35	0,44	—	—	—	—

до 64,6 % в варианте с применением удобрений на известкованной почве и микробного препарата. Отмечено повышение количества фосфора в зерне под влиянием удобрений, содержание калия по вариантам опыта не изменялось (табл. 6).

Таким образом, применение только азотного и калийного удобрений в длительном полевом опыте на сильнокислой дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с содержанием подвижного алюминия 130 мг/кг не оказывает существенного влияния на урожайность ярового ячменя по сравнению с контролем. Использование микробного препарата бисолбифит в качестве модификатора удобрений в этих условиях неэффективно.

Полное минеральное удобрение (N₆₀P₆₀K₆₀) на известкованной почве при среднеслабкокислой реакции почвенной среды обеспечивает урожайность ярового ячменя — 35,3...40,4 ц/га, контроль — 19,3 ц/га. Модификация удобрений препаратом бисолбифит в данном случае приводит к дальнейшему повышению урожайности до 45,4 ц/га. Использование биомодифицированных минеральных удобрений на оптимальном фоне pH почвы повышает окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая зерна на 3,2 кг.

Внесение полного минерального удобрения в сочетании с микробным препаратом на известкованной почве формирует зерно с максимальным содержанием белка (12,9 %), в контроле 11,8 %.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Завалин, А.А. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом/ А.А. Завалин, А.Л. Тарасов, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков // Вестник РАСХН. — 2008. — № 1. — С. 64–66.
2. Завалин, А.А. Влияние минеральных удобрений, биомодифицированных микробным препаратом бисолбифит на урожай ярового ячменя/А.А. Завалин, Л.С. Чернова, А.Ю. Гаврилова, В.К. Чеботарь // Агрохимия. — 2015. — № 4. — С. 21–33.
3. Пасынков, А.В. Статистические зависимости основных показателей качества зерновых культур /А.В. Пасынков, Е.Н. Пасынкова // Агрохимия. — 2011. — № 2. — С. 24–40.
4. Петров, В.Б. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы/ В.Б. Петров, В.К. Чеботарь // Рынок АПК. — 2009. — № 7. — С. 16–18.
5. Петров, В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК. — 2002. — № 10. — С. 16–20.
6. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И.А. Тихонович, Л.Н. Кожемяков, В.К. Чеботарь // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. — М.: РАСХН, 2005. — 154 с.
7. Ториков, В.В. Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от условий возделывания/В.В. Ториков // Агрохимический вестник. — 2011. — № 3. — С. 34–35.

LIST OF SOURCES

1. Zavalin, A.A. Effektivnost' primeneniya pod yarovuyu pshenicu ammiachnoj selitry, obrabotannoj biopreparatom/ A.A. Zavalin, A.L. Tarasov, V.K. Chebotar', A.E. Kazakov // Vestnik RASKHN. — 2008. — № 1. — S. 64–66.
2. Zavalin, A.A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij, biomodifirovannyh mikrobnyim preparatom bisolbifit na urozhaj yarovogo yachmenya/ A.A. Zavalin, L.S. Chernova, A.Yu. Gavrilova, V.K. Chebotar' // Agrohimiya. — 2015. — № 4. — S. 21–33.
3. Pasyнков, A.V. Statisticheskie zavisimosti osnovnyh pokazatelej kachestva zernovyh kul'tur /A.V. Pasyнков, E.N. Pasynkova // Agrohimiya. — 2011. — № 2. — S. 24–40.
4. Petrov, V.B. Mikrobiologicheskie preparaty v prakticheskom rastenievodstve Rossii: funkicii, effektivnost', perspektivy/ V.B. Petrov, V.K. Chebotar' // Rynok APK. — 2009. — № 7. — S. 16–18.
5. Petrov, V.B. Mikrobiologicheskie preparaty v biologizacii zemledeliya Rossii / V.B. Petrov, V.K. Chebotar', A.E. Kazakov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2002. — № 10. — S. 16–20.
6. Tihonovich, I.A. Biopreparaty v sel'skom hozyajstve /I.A. Tihonovich, L.N. Kozhemyakov, V.K. Chebotar' // Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve. — M.: RASKHN, 2005. — 154 s.
7. Torikov, V.V. Urozhajnost' zerna yarovogo yachmenya v zavisimosti ot uslovij vzdelyvaniya/ V.V. Torikov // Agrohimicheskij vestnik. — 2011. — № 3. — S. 34–35.