

УДК 633+631.8

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ С БИОПРЕПАРАТАМИ НА ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

© 2022 С.А. Захаров

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева,
г. Ульяновск, Россия

Статья поступила в редакцию 15.09.2022

В работе проведена сравнительная эффективность органических и минеральных удобрений при комплексном их применении в сочетании с биологическими препаратами на формирование урожая яровой пшеницы. Исследованиями установлено, что наибольший процент разложения льняной ткани был отмечен на фоне последствия навоза в дозе 20 т/га в сочетании биопрепаратами, где этот показатель составил от 44,5 до 48,3%. Продуктивность яровой пшеницы находится в прямой зависимости от микробиологической активности почвы. Сочетание последствия навоза с предпосевной обработкой семян биопрепаратами позволило сформировать высокую в данном опыте урожайность яровой пшеницы, которая варьировала в пределах 3,6-4,1 т/га, что выше абсолютного контроля на 0,32-0,87 т/га.
Ключевые слова: минеральные удобрения, биологическая активность почвы, органические удобрения, биопрепарат, Бисолбифит, Экстрасол.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-3-57-62

ВВЕДЕНИЕ

В наше время в мировой практике прослеживается направленность на уменьшение доз применяемых минеральных удобрений и возрастает роль интегрированного использования с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв, включая научно обоснованные севообороты, мероприятия, направленные на повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры. Одновременно с минеральными, органическими удобрениями и химическими средствами защиты растений, по экологическим и экономическим соображениям предлагается широко использовать возможности биологической азотфиксации (использование в севообороте бобовые культуры), биологических средств защиты растений и микробиологических удобрений. В последние годы интерес к использованию достижений микробиологии в сельском хозяйстве неизмеримо возрос, расширены представления о роли микроорганизмов в жизни растений, сформулированы приоритетные практические задачи по дополнительному вовлечению азота и фосфора для растений [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Подтверждением актуальности концепции о необходимости усиления микробиологического *Захаров Сергей Александрович, научный сотрудник отдела земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. E-mail: sergey.zaharov.87@list.ru*

сопровождения агроценоза по мере интенсификации земледелия [8] является то, что многие ведущие производители пестицидов приступили к созданию фирменных микробиологических препаратов в качестве антидотов, витаминных добавок и детоксов после внесения повышенных доз пестицидов, химических мелиорантов и минеральных удобрений.

Использование микробиологических препаратов дает возможность создать высокую концентрацию полезных форм микроорганизмов в нужное время и в нужном месте, за счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и занимать экологические ниши, представляемые им культурными растениями [9, 10].

В настоящее время все большую значимость приобретают исследования, направленные на возрастание эффективности использования культурными растениями азота почвы и удобрений, на снижение его потерь из почвы. Идея использования бактериальных препаратов не теряет своей важности, однако смещаются акценты в вопросах их использования. Если раньше за счет бактериальных препаратов пытались уменьшить дозы минеральных удобрений, в первую очередь азотных, то сейчас за счет их действия стараются дополнить количество элементов питания, которые поступают с удобрениями в растения [11, 12, 13, 14, 15].

Формирование урожая сельскохозяйственных культур в земледелии Ульяновской области

происходит за счет плодородия почвы. Минимальное применение органических удобрений, а так же постоянный вынос элементов питания приводит к снижению плодородия. [16].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Задача исследований - изучить влияние последствий навоза, применение биопрепаратов и минеральных удобрений на биологическую активность чернозема выщелоченного и продуктивность яровой пшеницы.

Погодные условия за годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности почвы и наиболее полно отражали особенности региона лесостепи Поволжья, что оказало воздействие на продуктивность сельскохозяйственных культур и это позволило дать оценку действия используемых факторов.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый со следующими показателями: содержание гумуса – 5,6 %, общего азота – 0,27 %, валового фосфора – 0,078 %, pH – 6,6; P₂O₅ и K₂O 215 и 103 мг/кг почвы соответственно.

Закладку полевых опытов проводили в 3-х кратной повторности по следующей схеме:

1. Без удобрений (Фон 1);
2. Фон 1 + Экофорс;
3. Фон 1 + Экстрасол 1 л/т;
4. Фон 1 + Мивал Агро;
5. Фон 1 + Бисолбифит;
6. N30P30K30 (Фон 2);
7. Фон 2 + Экофорс;
8. Фон 2 + Экстрасол 1 л/т;
9. Фон 2 + Мивал Агро;
10. Фон 2 + Бисолбифит;
11. Навоз 20 т/га (Фон 3);
12. Фон 3 + Экофорс;
13. Фон 3 + Экстрасол 1 л/т;
14. Фон 3 + Мивал Агро;
15. Фон 3 + Бисолбифит.

Площадь делянок – 50 м² (2 × 25), учетная площадь – 41,3 м² (1,65 × 25). Количество изучаемых вариантов – 45. Делянки с применением биопрепаратов разбивались поперек на три фона, один из них оставался как контроль, на второй вносилось минеральное удобрение 200 кг/га, а на третьем вносился навоз в дозе 20 т/га. Инокуляцию семян яровой пшеницы проводили согласно рекомендации производителя препаратов. Обработку семян проводили за 2 дня до посева. Контролем служили варианты, обработанные водой.

Бисолбифит – предназначен для предпосевной обработке семян и биологической модификации всех видов минеральных удобрений с целью повышения их коэффициента полезного действия: азотных – на 15–20%; калий-

ных – на 20–30%; фосфорных – на 30–45%. По внешнему виду представляет собой порошок от светло-серого до кремового цвета. Действующим веществом «БисолбиФит» является штамм ризосферных бактерий *Basillus subtilis* Ч-13 и их метаболиты. Количество биоагента – не менее 100 млн. КОЕ в 1 г. препарата.

Экстрасол – активный биоагент, штамм ризосферных, азотофиксирующих бактерий *Basillus subtilis* Ч – 11 и их метаболиты. Жидкий препарат от светло-бежевого, до темно-коричневого цвета с характерным запахом. Количество биоагента: не менее 100 млн. КОЕ в 1 г. препарата. pH рабочей суспензии: 6,8 – 7,2. Фитотоксичность отсутствует.

Мивал-Агро – кремнийорганический регулятор роста растений. Обладает широким спектром биологического действия, адаптогенными и антиоксидантными свойствами. Экологически безопасен, отличается высокой эффективностью, простотой использования. Укрепляет защитные свойства растений, повышает устойчивость к неблагоприятным условиям выращивания, увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, улучшает качество.

Экофорс (ретарданты, морфорегуляторы) – синтетические, органические вещества, снижающие скорость роста чувствительных к ним растений. Под влиянием ретардантов происходит укорачивание осевых органов растений, обусловленное значительным торможением деления клеток в субапикальной меристеме стебля при активном функционировании опикальной меристематической зоны, благодаря чему формируется растения с более низким и утолщенным стеблем.

Для определения удобрительной ценности и экологической безопасности был проведен полный химический анализ навоза (табл. 1).

Организация полевого опыта, проведение исследований, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам и ГО-СТам. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общую направленность микробиологических процессов в почве достаточно полно отражает процесс разложения льняного полотна. Результаты наших исследований показали, что в среднем за три года наиболее высокая целлюлозоразлагающая активность почвы была в слое 10...20 см. Снижение биологической активности слоя 20...30 см связано с увеличением плотности почвы более глубоких слоев. Снижение распада льняной ткани в слое 0...10 см объясняется тем, что в годы исследований наблюдался недостаток влаги и высокая температура в течение

Таблица 1. Химический состав навоза в пересчете на сухое вещество

Показатели	Навоз КРС
Содержание органического вещества, %	51,1
Минеральный нитратный азот, мг/кг	4,0
Минеральный аммонийный азот, мг/кг	25,7
P ₂ O ₅ подвижный, мг/кг	1560,1
K ₂ O подвижный, мг/кг	1900,0
P ₂ O ₅ , %	0,37
K ₂ O, %	0,70
CaO, %	1,38
MgO, %	1,56
Li ₂ O, %	0,0037
N, %	0,55
pH обм.	6,97

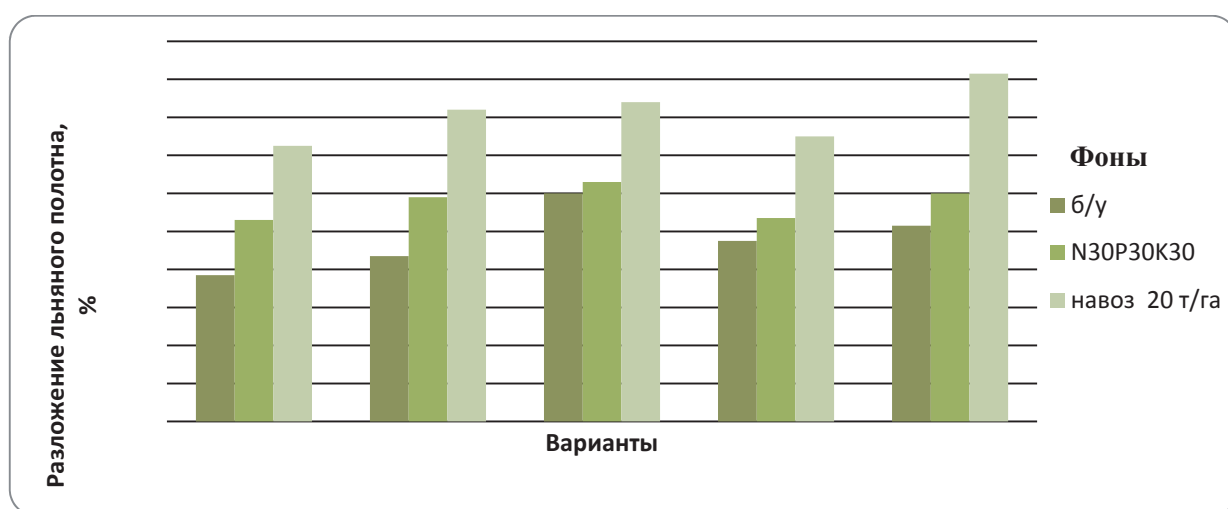


Рис. 1. Биологическая активность почвы под посевами яровой пшеницы в зависимости от применения биопрепаратов, минеральных удобрений и последствий навоза

вегетации, что способствовало иссушению верхнего слоя почвы.

Результаты исследований показали, что внесение в почву органических, минеральных удобрений и бактериальных препаратов повлияло на скорость микробиологических процессов в почве (рис. 1).

Представленные данные свидетельствуют о том, что наименьшее разложение льняной ткани в среднем в слое 0–30 см отмечено на неудобренном фоне. Так, на контрольном варианте процент разложения льняного полотна составил 37,7 %, тогда как применение биопрепаратов увеличило этот показатель на 1–4 %. На фоне минеральных удобрений (N30P30K30) в сочетании с биопрепаратами целлюлозоразлагающая активность изменялась от 40,6 до 42,6 %.

Предпосевная обработка семян различными препаратами на фоне последствий навоза 20 т/га способствовала наибольшему разложению льняного полотна, где этот показатель составил 48,3 %.

Необходимо отметить, что наибольшая степень разложения льняной ткани выявлена на

делянках с применением биопрепаратов Экстрасола (Бисолбифита) как на фоне без удобрений, так и на фоне минеральных и органических удобрений.

Опираясь на литературные сведения можно утверждать, что интенсивность разложения целлюлозы находилась в зависимости от биомассы микроорганизмов населяющих ризосферу яровой пшеницы [8]. В свою очередь, микробная биомасса определялась размерами корневой системой растения, количеством корневых выделений, а значит и урожайностью культуры. Статистическая обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа позволила получить уравнения регрессии, отражающие зависимость урожайности от биологической активности почвы. Из уравнения следует, что при увеличении биологической активности почвы на 1 % урожайность увеличивается на 0,14 т/га (рис. 2).

Согласно данным рисунка 1, среди вариантов опыта самый низкий показатель микробиологической активности был у контроля 27,8 %. Вероятно, здесь наблюдался наименьший рост

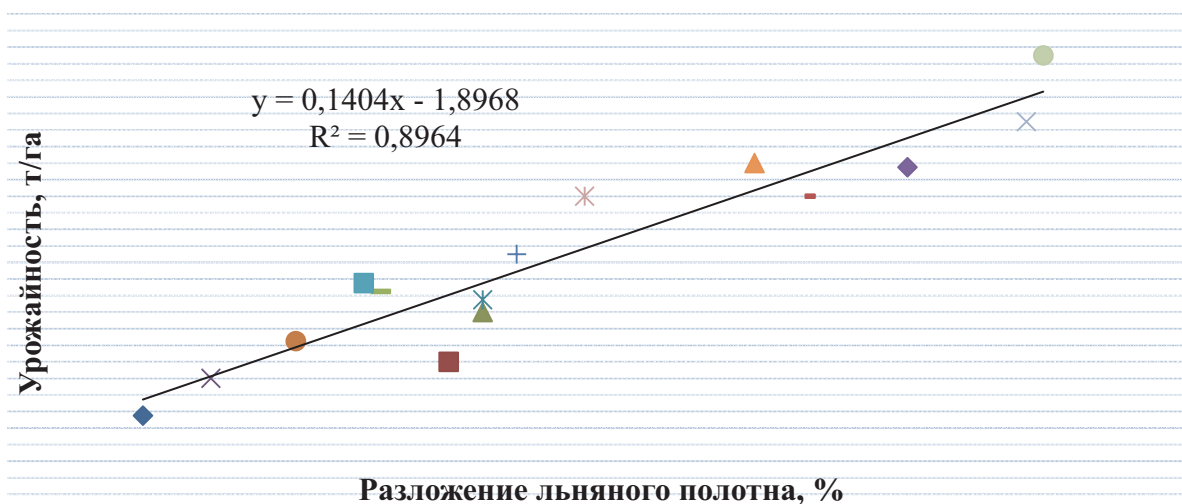


Рис. 2. Зависимость продуктивности яровой пшеницы от биологической активности почвы

численности почвенных микроорганизмов в виду наименьшего количества доступных растениям элементов питания и, как следствие, наименее развитой корневой системы, а также относительно небольшого количества корневых выделений.

Отражением условий произрастания яровой пшеницы является его зерновая продуктивность. Среди экзогенных факторов, оказывающих на формирование урожайности зерновых культур, важнейшее значение принадлежит условиям азотного питания растений и погодными условиями в период его вегетации [13].

Азотным удобрениям при достаточной обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия, принадлежит основная роль в формировании урожайности зерна. Биопрепараты, используемые для инокуляции семян, способствуют увеличению сбора зерна за счет дополнительного снабжения растений азотом и продуцирования микроорганизмами физиологически активных веществ различных групп [14].

Анализируя урожайные данные, следует отметить, что последствие навоза, внесение минеральных удобрений и предпосевной обработки семян биопрепаратами положительно сказалось на продуктивности яровой пшеницы за счет улучшения агрохимических, биологических свойств чернозема выщелоченного и минерального питания растений (табл. 2).

Применение биопрепаратов в чистом виде заметно повышало урожайность яровой пшеницы: Экофорс – на 0,13 т/га, Экстрасол – на 0,25 т/га, Мивал Агро – на 0,09 т/га и Бисолбифит – на 0,28 т/га по сравнению с контролем.

На фоне внесения под яровую пшеницу минерального удобрения все изучаемые препараты обеспечили увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,18–0,60 т/га или на 6,0–18,0 %.

Последствия навоза с предпосевной обработкой семян биопрепаратами позволило сформировать максимальную в данном опыте урожайность яровой пшеницы, которая варьировала в пределах 3,6–4,1 т/га, что выше контрольного варианта на 0,32–0,87 т/га (10,0–27,0 %).

Максимальной эффективностью обладали биопрепараты Бисолбифит и Экстрасол, при использовании которых прибавка достигала на неудобренном фоне – 7,7–9,0 %, на фоне NPK – 16,4–18,6 % и на фоне навоза – 21,9–26,9 %.

ВЫВОДЫ

Наибольший процент разложения льняной ткани наблюдался на фоне последствие навоза 20 т/га в сочетании с различными биопрепаратами, где этот показатель варьировал от 44,5 до 48,3%. Совместное внесение биопрепаратов на фоне минеральных удобрений существенно интенсифицирует микробиологическую активность почвы, что отражается в усилении процесса разложения целлюлозы. В результате микробиологическая активность увеличилась на 0,6–3,1 % по отношению к неудобренному фону. Урожайность яровой пшеницы находится в прямой зависимости от микробиологической активности чернозема выщелоченного. Сочетание последствие навоза с предпосевной обработкой семян биопрепаратами позволило сформировать высокую в данном опыте урожайность яровой пшеницы, которая варьировала в пределах 3,6–4,1 т/га, что выше абсолютного контроля на 0,32–0,87 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
2. Кожемяков, А.П. Перспективы применения биопрепаратов азотфиксирующих микроорганизмов

Таблица 2. Влияние минерального удобрения, навоза и биопрепаратов на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га (в среднем за 3 года)

Вариант	урожайность, т/га	+/- к контролю	к абсолютному контролю, %
Фон 1 – без удобрений			
1 - Контроль	3,23	–	–
2 - Экофорс	3,36	0,13	4,0
3 - Экстрасол	3,48	0,25	7,7
4 - Мивал Агро	3,32	0,09	3,0
5 - БисолБифит	3,51	0,28	9,0
Фон 2 – N30P30K30			
6 - Контроль	3,41	0,18	6,0
7 - Экофорс	3,62	0,39	12,1
8 - Экстрасол	3,76	0,53	16,4
9 - Мивал Агро	3,53	0,30	9,3
10 - БисолБифит	3,83	0,60	18,6
Фон 3 – навоз 20 т/га			
11 - Контроль	3,55	0,32	9,9
12 - Экофорс	3,84	0,61	18,9
13 - Экстрасол	3,94	0,71	21,9
14 - Мивал Агро	3,76	0,53	16,4
15 - БисолБифит	4,10	0,87	26,9
НСР₀₅	Фактор А – 0,13 Фактор В – 0,15 Фактор АВ – 0,29		
НСР₀₅	Фактор А – 0,12 Фактор В – 0,15 Фактор АВ – 0,27		
НСР₀₅	Фактор А – 0,12 Фактор В – 0,16 Фактор АВ – 0,31		

- в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Бюллетень ВИУА №110. – М.: 1997. – С. 4-5.
3. *Никитин, С.Н.* Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье / С.Н. Никитин. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 135 с.
 4. *Куликова, А.Х.* Применение биопрепаратов и диатомитового порошка при возделывании ячменя / А.Х. Куликова, С.А. Никифорова, Е.А. Никифоров // Плодородие. – 2008. – № 5. – С. 36 – 37.
 5. *Чеботарь, В.К.* Эффективность применения биопрепарата экстрасол / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, Е.И. Кипрушкина. – М.: Изд-во ВНИИА, 2007. – 216 с.
 6. *Никитин, С.Н.* Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.04 / Никитин Сергей Николаевич. – Саранск, 2015. – 36 с.
 7. *Дозоров, А.В.* Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на динамику азота в растениях яровой пшеницы и сои / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1999. – № 4. – С. 53-54.
 8. *Петров, В.Б.* Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспектив / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь // Рынок АПК. – 2009. – № 7. – С. 16-18.
 9. *Никитин, С.Н.* Совершенствование системы удобрения яровой пшеницы с использованием биопрепаратов и микроэлементов (ЖУСС-2) в условиях лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Никитин Сергей Николаевич. – Ульяновск, 2002. – 136 с.
 10. *Завалин, А.А.* Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур / А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 9 – 11.
 11. *Чеботарь, В.К.* Влияние инокуляции корневыми азотфиксаторами на продуктивность сорго и содержание азота в растениях в условиях вегетационного опыта / В.К. Чеботарь // Бюллетень ВНИИСХМ. – Л., 1985. – № 40. – С. 10 – 13.
 12. *Кожемяков, А.П.* Перспективы использования ассоциаций азотфиксирующих бактерий для инокуляции важнейших сельскохозяйственных культур / А.П. Кожемяков, А.А. Белимов. – С-Пб.: ВНИИСХМ, 1991. – Т.61. – С. 7 – 18.
 13. *Кожемяков, А.П.* Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Микробиология. –

2006. – № 10. – С. 4.
14. Трещачев, Е.П. Агрехимические аспекты биологического азота в современном земледелии / Е.П. Трещачев. – М.: [б. и.], 1999. – 531 с.
15. Тихонович, И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Плодородие. – 2006. – № 5. – С. 9 – 12.
16. Никитин, С.Н. Влияние удобрений и биопрепаратов на продуктивность зернопарового севооборота, потоки элементов питания и свойства чернозема выщелоченного в лесостепи среднего Поволжья / С.Н. Никитин, А.А. Завалин // Агрехимия. – 2017. – № 6. – С. 12 – 29.

COMPLEX APPLICATION OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS WITH BIOLOGICAL PREPARATIONS ON SPRING WHEAT CROPS IN THE FOREST-STEPPE OF THE VOLGA REGION

© 2022 S.A. Zakharov

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute named after N.S. Nemtsev, Samara, Russia

The comparative effectiveness of organic and mineral fertilizers in their complex application in combination with biological preparations on the formation of spring wheat crops was carried out in the work. Studies have established that the highest percentage of linen tissue decomposition was noted against the background of the aftereffect of manure at a dose of 20 t/ha in combination with biological preparations, where this figure ranged from 44,5 to 48,3%. The productivity of spring wheat is directly dependent on the microbiological activity of the soil. The combination of manure aftereffect with pre-sowing treatment of seeds with biological preparations made it possible to form a high yield of spring wheat in this experiment, which varied within 3,6-4,1 t/ha, which is higher than the absolute control by 0,32-0,87 t/ha.

Key words: mineral fertilizers, soil biological activity, organic fertilizers, biological product, Bisolbifit, Extrasol.

DOI: 10.37313/2782-6562-2022-1-3-57-62

REFERENCES

1. Zavalin, A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj / A.A. Zavalin. – M.: VNIIA, 2005. – 302 s.
2. Kozhemyakov, A.P. Perspektivy primeneniya biopreparatov azotfiksiruyushchih mikroorganizmov v sel'skom hozyajstve / A.P. Kozhemyakov, A.V. Hotyanovich // Byulleten' VIUA №110. – M.: 1997. – S. 4-5.
3. Nikitin, S.N. Ocenka effektivnosti primeneniya biopreparatov v Srednem Povolzh'e / S.N. Nikitin. – Ulyanovsk: UIGTU, 2014. – 135 s.
4. Kulikova, A.H. Primenenie biopreparatov i diatomitovogo poroshka pri vozdeyvanii yachmenya / A.H. Kulikova, S.A. Nikiforova, E.A. Nikiforov // Plodorodie. – 2008. – № 5. – S. 36-37.
5. Chebotar', V.K. Effektivnost' primeneniya biopreparata extrasol / V.K. CHEbotar', A.A. Zavalin, E.I. Kiprushkina. – M.: Izd-vo VNIIA, 2007. – 216 s.
6. Nikitin, S.N. Effektivnost' primeneniya udobrenij, biopreparatov i diatomita v lesostepi Srednego Povolzh'ya: avtoref. dis. ... dokt. s.-h. nauk: 06.01.04 / Nikitin Sergej Nikolaevich. – Saransk, 2015. – 36 s.
7. Dozorov, A.V. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan mikroelementami na dinamiku azota v rasteniyah yarovoj pshenicy i soi / A.V. Dozorov, V.A. Isajchev // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 1999. – № 4. – S. 53-54.
8. Petrov, V.B. Mikrobiologicheskie preparaty v prakticheskom rastenievodstve Rossii: funkcii, effektivnost', perspektiv / V.B. Petrov, V.K. CHEbotar' // Rynok APK. – 2009. – № 7. – S. 16-18.
9. Nikitin, S.N. Sovershenstvovanie sistemy udobreniya yarovoj pshenicy s ispol'zovaniem biopreparatov i mikroelementov (ZHUSS-2) v usloviyah lesostepi Povolzh'ya: dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.04 / Nikitin Sergej Nikolaevich. – Ulyanovsk, 2002. – 136 s.
10. Zavalin, A.A. Primenenie biopreparatov pri vozdeyvanii polevyh kul'tur / A.A. Zavalin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 8. – S. 9 – 11.
11. Chebotar', V.K. Vliyanie inokulyacii kornevymi azotfiksatorami na produktivnost' sorgo i sodержanie azota v rasteniyah v usloviyah vegetacionnogo opyta / V.K. CHEbotar' // Byulleten' VNIISKHM. – L., 1985. – № 40. – S. 10-13.
12. Kozhemyakov, A.P. Perspektivy ispol'zovaniya asociacij azotfiksiruyushchih bakterij dlya inokulyacii vazhnejshih sel'skohozyajstvennyh kul'tur / A.P. Kozhemyakov, A.A. Belimov. – S-Pb.: VNIISKHM, 1991. – T.61. – S. 7-18.
13. Kozhemyakov, A.P. Perspektivy primeneniya biopreparatov asociativnyh azotfiksiruyushchih mikroorganizmov v sel'skom hozyajstve / A.P. Kozhemyakov, A.V. Hotyanovich // Mikrobiologiya. – 2006. – № 10. – S. 4.
14. Trepachev, E.P. Agrohimiicheskie aspekty biologicheskogo azota v sovremennom zemledelii / E.P. Trepachev. – M.: [b. i.], 1999. – 531 s.
15. Tihonovich, I.A. Mikrobiologicheskie aspekty plodorodiya pochvy i problemy ustojchivogo zemledeliya / I.A. Tihonovich, Yu.V. Kруглов // Plodorodie. – 2006. – № 5. – S. 9-12.
16. Nikitin, S.N. Vliyanie udobrenij i biopreparatov na produktivnost' zernoparovogo sevooborota, potoki elementov pitaniya i svojstva chernozema vyshchelochennogo v lesostepi srednego Povolzh'ya / S.N. Nikitin, A.A. Zavalin // Agrohimiya. – 2017. – № 6. – S. 12-29.

Sergey Zakharov, Researcher of the Department of Agriculture and Crop Cultivation Technologies.

E-mail: sergey.zaharov.87@list.ru