

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, БИОПРЕПАРАТОВ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ НАВОЗА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Никитин Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

Захаров Сергей Александрович, научный сотрудник ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»
433315, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; тел. раб. (84-254)34-1-33, e-mail: s_nikitin@mail.ru.

Ключевые слова: минеральные удобрения, органические удобрения, биопрепарат, Бисолбифит, Экстрасол.

В работе исследована сравнительная эффективность минеральных и органических удобрений при комплексном их применении в сочетании с биопрепаратами на формирование урожая яровой пшеницы. Установлено, что наибольший процент разложения льняной ткани наблюдался на фоне последствия навоза 20 т/га в сочетании с различными биопрепаратами, где этот показатель варьировал от 44,5 до 48,3%. Урожайность яровой пшеницы находится в прямой зависимости от микробиологической активности чернозема выщелоченного. 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.

Введение

В настоящее время в мировой практике прослеживается тенденция снижения доз применяемых минеральных удобрений и увеличивается роль интегрированного их использования с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв, включая научно обоснованные севообороты, мероприятия, направленные на повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры. Наряду с минеральными удобрениями и химическими средствами защиты растений, по экономическим и экологическим соображениям предлагается широко использовать возможности биологической азотфиксации (введение в севооборот бобовых культур), 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 сопровождения агроценоза по мере интенсификации земледелия [8] является то, что многие ведущие производители пестицидов (Сингента, Байер, БАСФ) приступили к созданию фирменных микробиологических препаратов в качестве антидотов, витаминных добавок и детоксов после внесения повышенных доз пестицидов, химических мелиорантов и минеральных удобрений.

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

В настоящее время все большую актуальность приобретают исследования, направленные на повышение эффективности использования растениями азота почвы и удобрений, на уменьшение его потерь из

почвы. Идея применения бактериальных препаратов не теряет своей актуальности, однако смещаются акценты в вопросах их использования. Если раньше благодаря бактериальным препаратам пытались уменьшить дозы минеральных удобрений, особенно азотных, то сейчас за счет их действия пытаются дополнить количество питательных элементов, которые поступают с удобрениями в растения [11, 12, 13, 14, 15].

Объекты и методы исследования

Цель исследований - изучить влияние последствия навоза, применение минеральных удобрений и биопрепаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность 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 урожайность сельскохозяйственных культур и позволило всесторонне оценить действие используемых факторов.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый со следующими показателями: содержание гумуса – 5,6 %, общего азота – 0,26 %, валового фосфора – 0,078 %, pH – 6,6; P₂O₅ и K₂O 215 и 103 мг/кг почвы соответственно.

Закладку полевых опытов проводили в 3-кратной повторности. Первая закладка была проведена в 2011 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.

Посевная площадь делянок – 50 м² (2 × 25), учетная – 41,3 м² (1,65 × 25). Количество делянок – 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. Обработку семян яровой пшеницы проводили согласно схеме опыта. Предпосевную обработку семян проводили

за 2 дня до посева. Препараты применяли в соответствии с рекомендациями фирм-производителей. Контролем служили делянки, обработанные водой.

Экстрасол – активный биоагент, штамм ризосферных, азотфиксирующих 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.

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

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).

Таблица 1

Химический состав навоза (в пересчете на сухое вещество)

Показатель	Навоз КРС
Содержание органического вещества, %	52,1
Минеральный нитратный азот, мг/кг	4,0
Минеральный аммонийный азот, мг/кг	25,6
P ₂ O ₅ подвижный, мг/кг	1560,0
K ₂ O подвижный, мг/кг	1900,0
P ₂ O ₅ , %	0,38
K ₂ O, %	0,69
CaO, %	1,39
MgO, %	1,57
Li ₂ O, %	0,0036
N, %	0,56
pH обм.	6,98

Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Данные результатов исследований подвергались математической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализов.

Результаты исследований

Общую направленность микробиологических процессов в почве достаточно полно отражает скорость разложения клетчатки [17]. Результаты 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. Уменьшение распада льняной ткани в слое 0...10 см объясняется тем, что в годы исследований наблюдался недостаток влаги и высокая температура в течение вегетации, что способствовало иссушению верхнего горизонта почвы.

Результаты наших исследований показали, что внесение в почву органических, минеральных удобрений и ассоциативных diaзотрофов в виде бактериальных препаратов повлияло на скорость микробиологи-

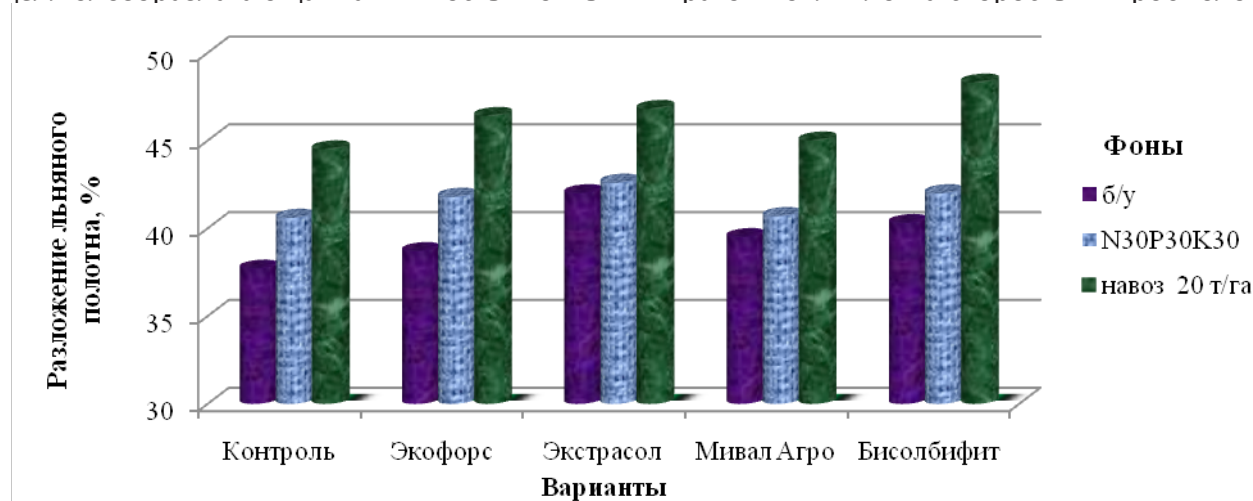


Рис. 1 – Интенсивность разложения льняного полотна под посевами яровой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений, биопрепаратов и последействия навоза.

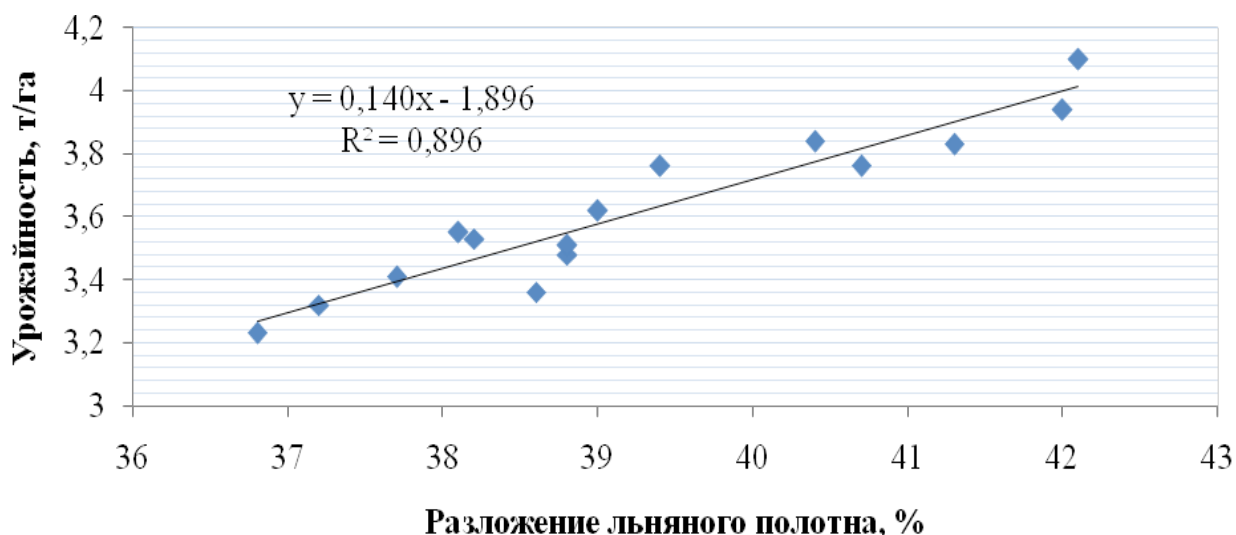


Рис. 2 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от степени разложения льняного полотна.

ческих 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 биопрепаратами на фоне последействия навоза 20 т/га способствовала наибольшему разложению льняной ткани, где этот показатель варьировал от 44,5 до 48,3 %.

Необходимо отметить, что наибольшая степень разложения льняного полотна установлена на вариантах с применением Экстрасола (Бисолбифита) как на неудобренном фоне, 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 системы 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 (рис. 2). Влияние биологической активности почвы на урожайность яровой пшеницы выражалось следующим уравнением регрессии: $y = 0,1404x - 1,8968$, при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,8964$. Из уравнения следует, что в условиях 2011–2013 гг. при увеличении биологической активности почвы на 1 % урожайность яровой пшеницы увеличивалась на 0,14 т/га.

Согласно данным рис. 1, среди вариантов опыта самый низкий показатель микробиологической активности был у контроля (37,7 %). Вероятно, здесь наблюдался наименьший рост численности почвенных микроорганизмов ввиду 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 влияние на формирование урожайности зерновых культур, важнейшее значение принадлежит условиям азотного питания растений и погодным условиям в период его вегетации [13].

Азотным удобрениям при достаточной обеспеченности почвы подвижными форма-

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений, биопрепаратов и последействия навоза и на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га (2011 – 2013 гг.)

Вариант	урожайность, т/га	+/- к абсолютному контролю	% к абсолютному контролю
Фон 1– б/у			
Контроль	3,23	–	–
Экофорс	3,36	0,13	4,0
Экстрасол	3,48	0,25	7,7
Мивал Агро	3,32	0,09	3,0
БисолБифит	3,51	0,28	9,0
Фон 2 – N30P30K30			
Контроль	3,41	0,18	6,0
Экофорс	3,62	0,39	12,1
Экстрасол	3,76	0,53	16,4
Мивал Агро	3,53	0,30	9,3
БисолБифит	3,83	0,60	18,6
Фон 3 – последействие навоза 20 т/га			
Контроль	3,55	0,32	9,9
Экофорс	3,84	0,61	18,9
Экстрасол	3,94	0,71	21,9
Мивал Агро	3,76	0,53	16,4
БисолБифит	4,10	0,87	26,9
НСР₀₅	2011 год: Фактор А – 0,13; Фактор В – 0,15; Фактор АВ – 0,29		
	2012 год: Фактор А – 0,12; Фактор В – 0,15; Фактор АВ – 0,27		
	2013 год: Фактор А – 0,12; Фактор В – 0,16; Фактор АВ – 0,31		

ми 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 последействие навоза, внесение минеральных удобрений и предпосевная обработка семян биопрепаратами положительно сказались на продуктивности яровой пшеницы за счет улучшения агрохимических, биологических свойств чернозема выщелоченного и минерального питания растений (табл. 2).

Применение биопрепаратов в чистом виде заметно повысило 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 %.

Сочетание последействия 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 абсолютно го контроля на 0,32–0,87 т/га (10,0–27,0 %).

Максимальной эффективностью обладали препараты Бисолбифит и Экстрасол, от использования которых прибавки достигали 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 последействия навоза 20 т/га в сочетании с различными биопрепаратами, где этот показатель варьировал от 44,5 до 48,3%. Совмест-

ное 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 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.

Библиографический список

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 в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Бюллетень ВИАУ. – М.: 1997. – №110 – 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, Сергей Николаевич. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / С.Н. Никитин. – 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, перспективы / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь // Рынок АПК. – 2009. – №7. – С. 16-18.
9. Никитин Сергей Николаевич. Совершенствование системы удобрения яровой пшеницы с использованием биопрепаратов и микроэлементов (ЖУСС-2) в условиях лесостепи Поволжья: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / С.Н. Никитин. – 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. – СПб.: ВНИИСХМ, 1991. – Том 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. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современной земледелии / Е.П. Трепачев. – 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.
15. Зольникова, Н.В. Развитие микробиоценозов при химической мелиорации грунтов Подмосквовного бурoughольного бассейна / Н.В. Зольникова, Н.В. Серебренникова // Труды ВНИИСХМ. – 1990. – Том 60. – С.73-86.
16. Сорокин, Н.Д. Оценка микробиологической активности почв / Н.Д. Сорокин // Тезисы докл. II съезда общ. почвоведов России. Книга1.– СПб.,1996. – С. 291-292.