
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Л.П. Степанова, Е.А. Коренькова,
Е.И. Степанова

Орловский государственный аграрный университет
ул. Генерала Родина, 69, Орел, Россия, 302019

Приведены результаты комплексного исследования эколого-биологических основ воспроизводства плодородия темно-серых лесных среднесуглинистых почв. Изучено действие биопрепаратов и микроудобрения на агрегатный состав, физико-химические свойства, содержание форм азота и легкоразлагаемого органического вещества в почве.

Ключевые слова: плодородие почв, биологизация земледелия, биопрепараты, микроудобрения, микробиологическая активность.

Анализ состояния биологического земледелия показывает, что практически повсеместно наблюдается дефицит биогенных элементов: минерализация органических удобрений и растительных остатков, а также биологическая фиксация азота атмосферы не устраняют дефицита по азоту, следовательно, совершенствование структуры посевных площадей биологизацией севооборота путем расширения посева бобовых, а также внесением органоминеральных удобрений и биопрепаратов можно свести недостаток элементов питания к минимуму или устранить его полностью.

В связи с этим особую актуальность приобретают технологические приемы применения микробиологических препаратов на основе симбиотических и ассоциативных микроорганизмов и гумусовых веществ различного происхождения в посевах зерновых культур, что позволит разработать элементы сортовых технологий с привлечением растительно-микробных взаимодействий и сбалансированных адаптивных сельскохозяйственных систем [1; 2].

Цель исследования — дать комплексное обоснование эколого-биологических основ воспроизводства плодородия темно-серых лесных среднесуглинистых почв, установить действие биопрепаратов и микроудобрений на агрегатный состав, физико-химические свойства, содержание форм азота и легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) в почве.

Почвы опытного участка представлены темно-серыми лесными среднесуглинистыми, которые характеризуются слабой оподзоленностью; содержание гумуса составляет 5,58—5,65% в пахотном горизонте, сумма поглощенных оснований 33,1—33,2 мг-экв/100 г почвы, для кальция 27,7—28,3, для магния 4,8—5,5 мг-экв/100 г почвы. Емкость катионного обмена достигает 37,4—38,1 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями составляет 86,9—88,8%.

Таблица 1

Состав и свойства пахотного горизонта темно-серых лесных среднесуглинистых почв (0–20 см)

Культура	Гумус, %	pH _{сол}	Обменные катионы мг-экв/100 г почвы			Степень насыщенности основаниями, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Подвижные мг/100 г		Физическая глина, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺				P ₂ O ₅	K ₂ O	
Озимая пшеница	5,65	5,85	27,7	5,5	4,2	88,77	0,23	1,35	12,5	10,5	35,6
Яровая пшеница	5,58	5,70	28,3	4,8	5,0	86,88	0,19	1,28	11,5	12,0	37,8

Нами изучено действие биопрепаратов «Азотовит» и «Фосфатовит» и микроудобрения «Аквамикс» на содержание лабильного органического вещества, микробиологическую активность, агрофизические свойства и содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте темно-серой лесной почвы. Как видно из табл. 2, под действием минеральных удобрений фона (контроль) в сочетании с различными формами бактериальных препаратов и микроудобрением отмечается увеличение содержания лабильного органического вещества по отношению к контролю на 0,2—0,34%. Поскольку лабильное органическое вещество — наиболее динамичная форма, легко откликающаяся на агротехнические приемы, связанные с внесением удобрений, и состоящая преимущественно из растительных остатков, то можно сделать вывод, что использование бактериальных удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» способствует интенсивному формированию корневой системы и поступлению корневых остатков в почву. Лабильное органическое вещество является резервуаром многих питательных элементов, которые используются сельскохозяйственными культурами для создания урожая. Дополнительная обработка семян как озимой, так и яровой пшеницы приводит к увеличению данного показателя во всех вариантах опыта, но наиболее существенное повышение наблюдается при комплексном использовании бактериальных препаратов и микроудобрения для обработки семенного материала. Увеличение ЛОВ в почве и в составе органической части особенно важно, так как при минерализации этих веществ в почву поступают питательные элементы, используемые культурами в процессе своего роста и развития. Установленные закономерности в содержании ЛОВ в почве под озимой пшеницей характерны и для этой группы веществ в составе органической части почвы в посевах яровой пшеницы.

Таблица 2

Влияние биопрепаратов и микроудобрения на содержание легкоразлагаемого органического вещества (%)

Вариант опыта	Озимая пшеница		Яровая пшеница	
	ЛОВ	± к контролю	ЛОВ	± к контролю
1. Контроль	0,65	—	0,58	—
2. «Азотовит» + «Фосфатовит»	0,87	+0,22	0,69	+0,11
3. «Аквамикс»	0,85	+0,20	0,70	+0,12
4. «Азотовит» + «Фосфатовит» + «Аквамикс»	0,99	+0,34	0,86	+0,28
НСР ₀₅	0,11		0,08	

Темно-серые лесные почвы обладают высокой потенциальной способностью к агрегатированию, при этом их структурное состояние различается как в зависимости от условий их образования, так и особенностей их использования (рис. 1).

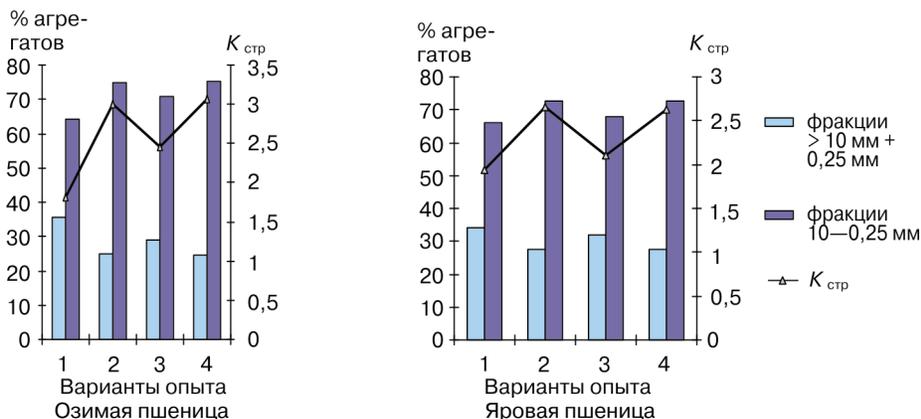


Рис. 1. Структурно-агрегатный состав пахотного горизонта темно-серых лесных среднесуглинистых почв (%)

В условиях опыта к моменту уборки озимой и яровой пшеницы установлено изменение величины плотности пахотного слоя, коэффициента структурности и агрегатного состава. Показано, что под озимой пшеницей в контроле большая массовая доля приходится на содержание глыбистых отдельностей и фракции менее 0,25 мм, где плотность пахотного горизонта достигала 1,3 г/см³, а коэффициент структурности ($K_{стр}$) составил 1,81. Применение биопрепаратов как отдельно, так и в сочетании с «Аквამиксом» способствует снижению плотности пахотного слоя до 1,22—1,24 г/см³, снижению фракции более 10 мм и менее 0,25 мм и увеличению коэффициента структурности до 3,06. Использование микроудобрения также способствует большему сохранению водопрочных структурных агрегатов, лучшей их оструктуренности в сравнении с контролем (коэффициент структурности 2,45) и снижению плотности слоя до 1,27 г/см³.

В посевах яровой пшеницы изменение структурно-агрегатного состава происходит с меньшей интенсивностью, чем в посевах озимой пшеницы. Так, коэффициент структурности пахотного слоя контрольного варианта составил 1,94, а при применении биопрепаратов он увеличивался до 2,66. Использование «Аквамикса» для обработки семян обеспечивало интенсивное развитие корневой системы и сохранение механической прочности структурных агрегатов к периоду уборки.

Агрегаты и агрегатные фракции темно-серых лесных почв обладают неодинаковыми величинами агрегатной порозности. Больше всего изменяется порозность пахотных горизонтов, при этом с уменьшением размера агрегата уменьшается его порозность. С агротехнической точки зрения важно, чтобы почвы обладали наименьшей порозностью связанной воды и наибольшей порозностью капиллярного обводнения. Таким образом, темно-серые лесные почвы относятся к почвам, имеющим благоприятные для сельскохозяйственных культур физические свойства и при соответствующих приемах агротехники можно поддерживать структурно-агрегатную устойчивость пахотного слоя и необходимую величину скважности.

При решении вопросов повышения эффективности азотных удобрений, поисков путей снижения потерь азота и охраны окружающей среды от загрязнения определенную роль могут сыграть биологические препараты, т.е. специальные препараты избирательного действия. Нами установлено положительное действие растительно-микробных взаимодействий, возникающих под действием биопрепаратов «Азотовит» и «Фосфатовит» в растениях и почве, на содержание нитратного и аммиачного азота в почве (табл. 3). Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в пахотном горизонте создаются благоприятные условия для азотного питания растений и эффективного использования нитратных и аммиачных форм азота удобрения и почвы.

Таблица 3

Влияние биопрепаратов на содержание нитратного и аммиачного азота в почве (выход в трубку)

Вариант опыта	Озимая пшеница		Яровая пшеница	
	азот, мг/кг		азот, мг/кг	
	нитратный	аммиачный	нитратный	аммиачный
1. Контроль	3,2	2,11	3,6	2,62
2. «Азотовит» + «Фосфатовит»	3,5	2,58	3,9	2,47
3. «Аквამикс»	3,46	2,57	3,58	2,77
4. «Азотовит» + «Фосфатовит» + «Аквამикс»	3,9	2,23	3,77	2,81

Значительный научный и практический интерес представляет выявление особенностей накопления азотистых соединений в зерне в зависимости от фазы развития озимой пшеницы и действия роста активизирующих веществ. Полученные экспериментальные данные показали, что относительное содержание азотистых веществ в зерне озимой пшеницы изменялось по мере его формирования и налива. Так, в начальный период формирования зерна («пяточка») поступление азота идет довольно интенсивно и затем постепенно снижается, в то время как поступление углеводов до фазы молочной спелости ослаблено. В период налива количество углеводов интенсивно увеличивается в сравнении с азотом, что сопровождается относительным снижением азотистых соединений. Исследованиями показано, что интенсивное накопление азота в зерне озимой пшеницы происходит с первых дней формирования и к фазе молочной спелости в зависимости от действия биопрепаратов и микроудобрения накапливается 33—38% общего, 31—35% белкового азота. Интенсивное накопление азота в зерне продолжается до восковой спелости, когда заканчивается накопление в зерне белкового азота. Максимальное количество общего азота в зерне озимой пшеницы накапливалось в фазу полной спелости, а белкового азота в фазу восковой спелости. В фазу полной спелости отмечаются некоторые увеличения содержания небелкового азота и незначительные уменьшения белкового азота, что можно объяснить гидролитическим расщеплением части белков до аминокислот и амидов. Также известно, что при неблагоприятных погодных условиях часть азота из вегетативных органов может переходить в зерно, увеличивая содержание как общего, так и небелкового азота. Таким образом на накопление как общего, так и белкового азота заметное влияние оказывают такие удобрительные формы: биопрепараты «Азотовит» + «Фосфатовит»

и «Азотовит» + «Фосфатовит» + «Аквамикс». Во всех этих вариантах в зерне озимой пшеницы накапливалось больше общего и белкового азота в сравнении с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Влияние биопрепаратов и микроудобрений на динамику накопления азота в зерне озимой пшеницы (среднее за 2008–2009 гг.)

Вариант опыта	Форма азота	Азот, г на массу 1000 зерен				
		начало формирования зерна	молочная спелость	молочно-восковая спелость	восковая спелость	полная спелость
Контроль	общий	0,15	0,33	0,52	0,78	0,89
	белковый	0,13	0,27	0,44	0,67	0,73
	небелковый	0,02	0,06	0,08	0,11	0,16
«Азотовит» + «Фосфатовит»	общий	0,19	0,41	0,76	1,14	1,18
	белковый	0,17	0,35	0,68	1,08	1,06
	небелковый	0,02	0,06	0,08	0,06	0,12
«Аквамикс»	общий	0,17	0,38	0,66	1,02	1,07
	белковый	0,15	0,34	0,58	0,93	0,94
	небелковый	0,02	0,04	0,08	0,09	0,13
«Азотовит» + «Фосфатовит» + «Аквамикс»	общий	0,22	0,46	0,85	1,31	1,33
	белковый	0,18	0,38	0,72	1,19	1,16
	небелковый	0,04	0,08	0,13	0,12	0,17

Исследованиями установлено, что коэффициенты использования азота удобрений в полевых условиях составляют 40—50% при внесении удобрения до посева 52—62% для пшеницы и ячменя. Основная часть поступающего азота сосредоточена в стеблях и колосьях. Если принять, что азот поднимается вверх по растению с транспирационным током, то он должен быть сосредоточен в листьях верхнего яруса, так как интенсивность транспирации колоса ниже. Однако в связи с существованием метаболического пути передвижения к месту активно протекающих процессов обмена поступающий азот используется для формирования белкового комплекса зерна.

Таким образом, установлено положительное действие растительно-микробных взаимодействий, возникающих под действием биопрепаратов «Азотовит» и «Фосфатовит» и микроудобрения в растениях и почве, на содержание нитратного, аммиачного азота и лабильного органического вещества в почве. Под действием минеральных удобрений в сочетании с различными формами бактериальных препаратов и микроудобрением отмечается увеличение содержания лабильного органического вещества по отношению к контролю на 0,2—0,34%. Воспроизводство органического вещества почвы осуществляется за счет повышенного поступления корневых и пожнивных остатков и оптимизации процесса гумификации.

В условиях опыта установлено изменение величины плотности пахотного слоя, коэффициента структурности и агрегатного состава. Применение биопрепаратов и микроудобрения способствует снижению плотности пахотного слоя до 1,22—1,24 г/см³, формированию агрономически ценной структуры, сохранению водопрочных структурных агрегатов и увеличению коэффициента структурности до 2,45—3,06. В посевах яровой пшеницы изменение структурно-агрегатного состава происходит с меньшей интенсивностью, чем в посевах озимой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Кожмяков А.П., Хотянович А.В.* Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве // *Микробиология*. — 2006. — № 10. — С. 4.
- [2] *Парахин Н.В.* Биологическая интенсификация и повышение устойчивости растениеводства // Сб. науч.-практ. конф. «Пути повышения эффективности сельскохозяйственной науки» — Орел: ОрелГАУ, 2005. — С. 51—58.

EFFICIENCY OF ACTION OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND MICROFERTILIZERS ON THE BASIC INDICATORS OF SOIL FERTILITY

L.P. Stepanova, E.A. Korenkova, E.I. Stepanova

Orel State Agrarian University
Generala Rodina str., 69, Orel, Russia, 302019

In article results of complex research of ecological and biological bases of reproduction of fertility soil are resulted. Action biological products and microfertilizers on modular structure, physical and chemical properties, a content of forms of nitrogen and organic substance in soils are studied.

Key words: soils fertility, biological agriculture, biological products, microfertilizers, microbiological activity.