

---

В настоящее время наблюдается медленная тенденция повышения уровня применения минеральных удобрений. Например, в 2009 году в область поступило 30 тыс. тонн минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество, на 01.01.2011 г. – 31 тыс. тонн. Тем не менее, общий отрицательный баланс НРК составляет 56 кг/га, в том числе по азоту – 18, фосфору – 10, калию – 28 кг/га. Почти 50 % пашни имеют кислую реакцию почвенного раствора.

В связи с этим как никогда важно правильное, с соблюдением всех разработанных и рекомендованных технологий применение удобрений.

#### **Библиографический список:**

1. Минеев В. Г., Ремпе Е. Х. Агрохимия, биология и экология почвы. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с.
2. Савич В. И. и др. Оценка почв. Астама, 2003. 544 с.
3. Тюрюканов А. Н. О чем говорят и молчат почвы. М.: Агропромиздат, 1990
4. Черников В. Г. и др. Агроэкология. М.: Колос, 2000, 536 с.

УДК 631.45+631.82

## **ВЛИЯНИЕ ДИАТОМИТОВОГО ПОРОШКА СОВМЕСТНО С БИОПРЕПАРАТАМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ**

***А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная  
академия» Тел. 8 (84231) 559568, agroec@yandex.ru***

***С. Н. Никифорова, кандидат сельскохозяйственных наук  
ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии  
Тел. 8 (8422) 41-81-55, ulniish@mv.ru***

***Р. Р. Камалова, магистрант 1-го года обучения***

**Ключевые слова:** биологические препараты, ферментативная активность почвы, чернозем выщелоченный.

*Установлено, что биологические препараты Байкал ЭМ-1 и Ризоагрин оказывают положительное влияние на ферментативную активность почвы как при применении в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений.*

#### **Введение**

В настоящее время нет сомнений в том, что почвенные микроорганизмы играют ведущую роль в биохимических превращениях веществ и биологическом круговороте химических элементов в наземных экосистемах (в том числе агроэкосистемах). Деятельность человека способствует усилению их биогеохимической функ-

---

ции и появляется возможность регулировать активность микроорганизмов в нужном направлении, прежде всего, для повышения доступности элементов питания растениям. Не случайно, по мнению ряда ученых (Звягинцев Д.Г., 1987; Аристовская Т.В., Чугунова М.В., 1989) микробиологическая деятельность определяет биохимический потенциал почвы и является критерием оценки почвенного плодородия.

Биологическая активность почвы является одним из самых чувствительных индикаторов, отражающих экологическое состояние и уровень плодородия почв. Сообщество почвенных микроорганизмов представляет собой небольшую по массе, но весьма значительную по совершаемой «работе» составную часть биогеоценоза, является главным участником процессов биохимического круговорота вещества и энергии, обеспечивающим устойчивое продуктивное функционирование агроэкосистем (Русакова И.В., 2006).

В этом отношении внесение в почву тех или иных функциональных групп микроорганизмов в виде бактериальных препаратов должно привести к изменениям в биологической активности почвы и обеспеченности ее элементами питания растений.

В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось изучение влияния биологических препаратов Байкал ЭМ-1 и Ризоагрин, а также минеральных удобрений на биологические свойства чернозема выщелоченного при возделывании ячменя.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследования по изучению эффективности бактериальных препаратов и диатомитового порошка, а также их сочетаний как отдельно, так и на фоне минеральных удобрений при возделывании ячменя проводились в полевом мелкоделательном опыте по схеме:

1. Без удобрений (контроль); 2. Диатомит; 3. Байкал ЭМ-1; 4. Байкал ЭМ-1 + диатомит; 5. Ризоагрин; 6. Ризоагрин + диатомит; 7. N40P40K40; 8. N40P40K40 + диатомит; 9. N40P40K40 + Байкал ЭМ-1; 10. N40P40K40 + Байкал ЭМ-1 + диатомит; 11. N40P40K40 + Ризоагрин; 12. N40P40K40 + Ризоагрин + диатомит.

Обработка семян проводилась в день посева в дозе: опудривание диатомитовым порошком – 20–30 кг/т семян, мелкодисперсное опрыскивание препаратом Байкал ЭМ-1 – 12 л / т семян, препаратом Ризоагрин – 200 г торфяного препарата на гектарную норму высева (согласно рекомендациям производителей). В качестве минеральных удобрений использовались аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий.

Исследуемые препараты содержат в своем составе микроорганизмы, способные усваивать молекулярный азот: Ризоагрин – бактерии рода *Agrobacterium radiobacter*, штамм 204; Байкал ЭМ-1 – рода *Agrobacter* и комплекс других полезных микроорганизмов (актиномицеты, дрожжи, молочнокислые бактерии и др.). Диатомит на 85,2 % состоит из оксида кремния, из них 42 % – в аморфном состоянии. Кроме того, в составе диатомита присутствуют 1,06 %  $K_2O$ ; 0,21 %  $SO_2$ ; 0,05 %  $P_2O_5$  и другие элементы, важные с точки зрения питания растений.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесиловый среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,5 %, подвижных соединений фосфора 165 – 170 мг/кг, калия 95 – 100 мг/кг,  $pH_{KCl}$  5,6 мг/кг.

#### **Результаты и их обсуждение**

Химические реакции в почве, связанные с обменом веществ, разложением

---

и синтезом органических веществ, миграцией химических соединений, мобилизацией питательных элементов, осуществляются ферментативно. Относительная простота и нетрудоемкость методов определения активности почвенных ферментов позволяют использовать их при оценке интенсивности и направленности важнейших для жизни и плодородия почвы биохимических процессов.

Ведущую роль в почвенных биохимических процессах играют оксидоредуктазы, характеризующие окислительно-восстановительные условия в почве, и гидролазы, определяющие интенсивность процессов минерализации органических веществ, в состав которых входят важнейшие питательные элементы – азот, фосфор, сера и некоторые другие.

Одним из характерных представителей оксидоредуктаз является фермент **каталаза**, который разлагает ядовитую для клеток пероксид водорода, образующийся в процессе дыхания живых организмов и в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ, на воду и молекулярный кислород.

Согласно нашим исследованиям, фермент каталаза чернозема выщелоченного отличался наиболее стабильной активностью из изучаемых ферментов.

В течение всего периода вегетации ячменя отмечалось положительное влияние совместного применения биопрепаратов и минеральных удобрений на активность каталазы. Диатомитовый порошок значительно уступал в этом отношении.

Наивысшая активность каталазы обеспечивалась при совместном применении бактериального препарата Ризоагрин и диатомита на фоне NPK. На этом варианте показатели в течение всей вегетации были максимальными – 2,9 – 3,6, тогда как на контроле – 3,0 – 3,2 мл 0,1 н.  $\text{KMnO}_4/1$  г почвы за 20 мин. Влияние биопрепарата Байкал ЭМ-1 на этот показатель было несколько меньше: как отдельное его применение, так и сочетание с диатомитом повысило активность каталазы до 3,2 – 3,3 мл 0,1 н.  $\text{KMnO}_4/1$  г почвы за 20 мин.

В тоже время необходимо отметить, что на вариантах, где применялись биопрепараты в чистом виде, изменения активности каталазы не наблюдалось и показатели находились на уровне контрольного варианта.

Относительно влияния удобрений на каталазную активность результаты исследований довольно противоречивы. В литературе встречаются данные (Замотаева Н.А., 2009), согласно которым внесение низких доз минеральных удобрений (N30P30K30) снижает активность фермента на 4 – 6 % в зависимости от года исследования. Напротив, существуют исследования, показывающие увеличение активности каталазы на 18 (Волосенкова И.А. и др., 2004) и 56 % (Шаркова С.Ю., 2008).

В наших опытах сразу после внесения минеральных удобрений каталазная активность почвы несколько снижалась (на 6,5 %). Такая реакция на удобрения обусловлена блокированием простетической группы этого фермента анионами удобрений (Соловова Г.К., Пронько В.В., 2005).

Помимо оксидоредуктазы нами была оценена активность **фосфатазы**, которая относится к классу гидролаз. Участвуя в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений, они играют важную

Таблица 1.

Влияние диатомитового порошка и биологических препаратов на ферментативную активность почвы (2007 – 2008 гг.)

Вариант		Каталаза, мл 0,1 н. KMnO <sub>4</sub> /1 г почвы за 20 мин.			Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 г почвы			Протеаза, мкмоль лейцина /1 г почвы			
		1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	
Контроль		3,1	3,2	3,0	6,48	7,73	7,74	11,7	18,6	14,5	
Диатомит		3,1	3,3	3,0	6,53	7,77	8,03	11,8	18,7	15,1	
Байкал ЭМ-1		3,2	3,2	3,1	6,56	7,97	8,13	12,3	19,4	17,2	
Байкал ЭМ-1 + Диатомит		3,2	3,5	3,0	6,63	8,09	8,27	12,7	19,3	17,2	
Ризоагрин		3,1	3,3	3,0	6,47	7,80	8,03	12,2	18,9	16,2	
Ризоагрин + Диатомит		3,1	3,4	3,0	6,47	7,86	8,09	12,6	19,1	16,3	
НРК		2,9	3,0	2,9	6,34	7,79	7,97	12,9	22,3	16,7	
НРК + Диатомит		2,9	3,1	3,0	6,42	7,83	8,10	12,8	22,5	17,1	
НРК + Байкал ЭМ-1		3,0	3,1	3,3	6,29	8,15	8,28	13,3	23,3	18,1	
НРК + Байкал ЭМ-1 + Диатомит		3,0	3,2	3,3	6,30	8,24	8,40	13,9	23,6	18,6	
НРК + Ризоагрин		2,9	3,5	3,5	6,33	7,98	8,10	13,1	24,7	17,5	
НРК + Ризоагрин + Диатомит		2,9	3,6	3,5	6,30	7,95	8,13	13,7	24,7	17,8	
НСР05	2007	Фактор А	0,1	0,1	0,1	0,05	0,04	0,05	0,3	0,3	0,4
		Фактор В	0,3	0,2	0,2	0,08	0,07	0,09	0,5	0,5	0,7
	2008	Фактор А	0,2	0,1	0,1	0,04	0,04	0,04	0,3	0,4	0,4
		Фактор В	0,3	0,2	0,2	0,07	0,07	0,08	0,6	0,7	0,7

\* – 1 отбор – кущение, 2 отбор – колошение, 3 отбор – молочная спелость ячменя

роль в обогащении почвы подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами. Гидролазы представлены весьма обширными группами ферментов, одной из которых являются фосфогидролазы, катализирующие гидролиз разнообразных фосфорорганических соединений по фосфоэфирным связям. Активность фосфогидролитических ферментов характеризует активность биохимических процессов мобилизации органического фосфора, составляющего почти

---

половину всех запасов в почве (Гинзбург К. Е., 1981). Важное место занимают соли фитиновой кислоты, которые наиболее устойчивы к разложению и поэтому преимущественно накапливаются в почве. Мобилизация фосфора фитатов – ферментативный процесс, осуществляемый в разных типах почв специфическими микроорганизмами, в основном бактериями рода *Agrobacterium radiobacter* и грибами рода *Fusarium*. Так, культура *Agrobacterium radiobacter* активно дефосфорилирует фитин, увеличивая содержание подвижного фосфора в почве на 54 % (Павлова В. Ф., 1987).

Исследования показали, что сезонная активность фосфатазы происходит с постепенным нарастанием в течение лета к концу вегетации ячменя. Усилению активности этого фермента способствовало совместное применение биопрепарата Байкал ЭМ-1 и диатомитового порошка как в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений – на 0,53 и 0,66 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы выше контроля (7–9 %).

В опыте установлено отрицательное влияние минеральных удобрений на фосфатазную активность почвы сразу после внесения, которое, по-видимому, было обусловлено наличием дополнительно внесенного фосфора, что приводило к снижению выработки фермента микроорганизмами, поскольку растения ячменя и микроорганизмы потребляли доступный фосфор минеральных удобрений (Крафт А.В., 2004).

Однако, к концу периода вегетации ячменя наблюдалось увеличение активности фосфатазы при внесении биопрепаратов на удобренном фоне, причем значительно выше, чем при их применении в чистом виде. Если на контроле активность фосфатазы находилась на уровне 7,74 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы, то при применении биопрепаратов Байкал ЭМ-1 – 8,13 (5 %), Ризоагрин – 8,03 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы (3,7 %). На фоне минеральных удобрений прослеживалась такая же закономерность: наибольшая активность фосфатазы наблюдалась при применении Байкала ЭМ-1 (8,28 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы, или выше по отношению к контролю 7 %).

Следует отдельно отметить влияние диатомитового порошка на активность фосфатазы в почве. В течение вегетации ячменя она была выше, чем на контрольном варианте на 0,12 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы (2 %). По-видимому, увеличение данного показателя при использовании диатомита для опудривания семян обусловлено стимулированием кремнекислотой микробной массы, в том числе и фосфатмобилизующих микроорганизмов.

Осуществляя начальный этап превращения белковых соединений, поступающих в почву, **протеазы** играют главную роль в метаболизме азота в почве и обуславливают динамику его усвояемых форм.

Как показывают результаты исследований, изучаемые приемы способствовали повышению активности протеазы.

Значительно большее повышение активности фермента наблюдалось при применении биопрепаратов, которое сохранялось в течение всей вегетации ячменя. Так, в период наибольшей активности протеазы, в фазу колошения ячменя, показатели составили: на контроле – 18,6, при применении Байкал ЭМ-1 – 19,4, Ризоагрин – 18,9 мкмоль лейцина /1 г почвы. Однако, наивысшая активность протеазы чернозема выщелоченного проявлялась при совместном применении биопрепаратов и минеральных удобрений. При этом наибольшие показатели активности протеазы в почве отмечены на вариантах, где использовался препарат Ризоагрин как отдельно, так совместно с диатомитовым порошком – 24,7 мкмоль лейцина /1 г почвы (выше контроля на 33 %).

---

Возможно, последнее связано с тем, что минеральные удобрения создают дополнительный фон питания для микроорганизмов, что несколько изменяет ход биохимических процессов.

Повышение активности протеазы при применении биопрепаратов может свидетельствовать об эффективной работе вносимых вместе с семенами микроорганизмов и, как следствие, улучшении азотного питания растений.

Отдельное применение минеральных удобрений также способствовало увеличению активности протеазы на 2,4 мкмоль лейцина / 1 г почвы (16 %). Подобное влияние минеральных удобрений на активность протеазы отмечено в работе Солововой Г. К. и Пронько В. В. (2005): при внесении минеральных удобрений она возрас- тала на 10 – 30 %. Их положительное влияние на активность ферментов азотного обмена южного чернозема связано с увеличением численности аммонифицирующих микроорганизмов, которые являются активными продуцентами протеазы. В опытах Гиль Т. А. и др. (2008) отмечено, что после внесения бактериальных препаратов увеличивалась численность сапрофитных аммонифицирующих бактерий. Полученные данные свидетельствуют об интенсификации процессов минерализации органиче- ских остатков в присутствии бактериальных препаратов в неудобренной почве, а также об иммобилизации азота в клетках аммонифицирующих бактерий (Соколова М. Г. и др., 2007). Последнее в определенной степени согласуется с результатами наших исследований.

Таким образом, микробиологические препараты Байкал ЭМ-1 и Ризоагрин оказали положительное влияние на ферментативную активность почвы, что оптимизировало ход биохимических процессов. Вероятно, это связано с интенсивной выработкой ферментов, участвующих в этом процессе, тщательно подобранными микроорганизмами, входящими в состав биопрепаратов, а также вероятно, что био- препараты лишь интенсифицируют активность уже имеющихся в почве микроорга- низмов.

### **Выводы**

1. Биологические препараты Байкал ЭМ-1 и Ризоагрин оказали положительное влияние на ферментативную активность почвы: в среднем за вегетацию активность фосфатазы повышалась на 0,11 – 0,23 мг  $P_2O_5$  /100 г почвы (2 – 3 %), активность протеазы – на 0,9 – 1,4 мкмоль лейцина / 1 г почвы (6 – 9 %). Изменения активности каталазы практически не наблюдалось и находилось на уровне контрольного варианта.

2. Минеральные удобрения сразу после внесения несколько снижали актив- ность каталазы и фосфатазы, однако к концу вегетации она повышалась. Протеазная активность на фоне НРК была выше в среднем за вегетационный период на 11 %.

3. Более высокая ферментативная активность наблюдалась при использова- нии Байкала ЭМ-1 на фоне минеральных удобрений и составила к концу вегетации ячменя выше контроля: каталазы на 10 %, фосфатазы – 9 %, протеазы – 28 %.

### **Библиографический список**

4. Аристовская Т.В., Чугунова М.В. Экспресс-метод определения микробио- логической активности почвы // Почвоведение, 1989. № 11. С. 142-147.
5. Волосенкова И.А., Гогмачадзе Г.Д., Титова В.И. Биологическая активность светло-серой лесной почвы // Достижения науки и техники АПК. 2004. № 8. С. 10-11.
6. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. М.: Наука, 1981. 244 с.

---

7. Гиль Т.А., Соколова М.Г., Акимова Г.П. Действие бактериальных препаратов на почвенную микрофлору // Плодородие, 2008. № 4. С. 24-25.

8. Замотаева Н.А., Ахметов Ш.И., Гвоздев Д.С. Влияние различных доз минеральных удобрений на ферментативную активность серой лесной почвы // Инновации сегодня: образование, наука, производство: Материалы междунауч.-практ. конф., Ульяновск: УГСХА, 2009. С. 56-59.

9. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение, 1978. № 6. С. 48-53.

10. Крафт А.В. Влияние эффективных микроорганизмов на микробное сообщество чернозема выщелоченного и продуктивности сахарной свеклы: Дисс. ... канд. с.-х. наук. Рамонь, 2004. 18 с.

11. Павлова В.Ф., Горская О.И. Влияние *Agrobacterium radiobacter* на фосфорное питание растений // Бюллетень ВНИИ с/х микробиологии. 1987. № 47. С. 26-28.

12. Русакова И.В. Об оптимизации биологического состояния дерново-подзолистой почвы // Плодородие, 2006. № 2 (29). С. 29-30.

13. Соколова М.Г., Акимова Г.П., Гиль Т.А., Дмитриев Н.Н., Вайшла О.Б., Ведерникова А.А. Изменение микрофлоры почвы под влиянием бактериальных препаратов // Материалы науч.-практ. конф. ИНИИСХ СО РАСХН, Иркутск, 2007. С. 117-119.

14. Соловова Г.К., Пронько В.В. приемы повышения ферментативной активности почв Поволжья // Плодородие, 2005. № 4 (25). С. 13-15.

15. Шаркова С.Ю., Надежкина Е.В. Энзиматическая активность почвы при внесении минеральных удобрений и доломитовой муки // Плодородие, 2008. № 4. С. 19.

УДК 635:631.544+632

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ СУБСТРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

**А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**  
**А. В. Курамшин, аспирант**  
**ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная**  
**сельскохозяйственная академия»**  
**тел. 8 (84231) 55-95-68, agroec@yandex.ru**

**Ключевые слова:** патогенная микрофлора, субстрат, малообъемная технология выращивания овощных культур

*Работа посвящена определению зараженности патогенной микрофлорой наиболее распространенных субстратов при возделывании овощей в условиях малообъемной технологии возделывания. Установлено, что минеральные субстраты (перлит, керамзит) не содержат патогенную микро-*