

*А. К. САДАНОВ¹, У. Р. ИДРИСОВА², С. А. АЙТКЕЛЬДИЕВА¹,
Т. Б. МУСАЛДИНОВ², Д. Ж. ИДРИСОВА², Э. Р. ФАЙЗУЛИНА²,
А. А. ШИЛМАНОВА², Н. С. АШЫКБАЕВ², Ж. М. КАБДЕНОВ²*

(¹РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,
²ТОО «Таза Су», Алматы, Казахстан. E-mail: taza-su@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПОД РИСОМ

Аннотация. Изучено влияние цеолитно-органоминерального удобрения на микрофлору и на ферментативную активность почв по фазам развития риса. В результате воздействия мелиорантов отмечено увеличение численности гетеротрофных и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов, а также ферментативная активность с одновременным снижением темпов дегумификации почвы, что подтверждается данными УКГ, которое в опыте составило 47,8%, в контроле – 30%.

Ключевые слова: цеолит, органоминеральные удобрения, рис, микрофлора, ферментативная активность, условный коэффициент гумификации.

Тірек сөздер: цеолит, органоминералды тыңайтқыштар, күріш, микрофлора, ферменттік белсенділік, гумификацияның шартты коэффициенті.

Keywords: zeolite, organic fertilizer, rice, microflora, enzyme activity, conditional factor humification.

Под рисосеянием в Казахстане значительное место занимают солонцеватые и такыровидные сильнозасоленные почвы с характерным низким потенциальным плодородием и избыточным содержанием токсичных солей. Длительная эксплуатация затопляемых почв в рисоводстве без надлежащих мелиоративных мероприятий по воспроизводству плодородия привела к резкому снижению показателей почвенного плодородия. В условиях неблагоприятного эколого-мелиоративного состояния почв потери самой подвижной воднорастворимой формы гумуса за один сезон достигают 12–36% [1–3].

Известно, что в мировой практике для улучшения мелиоративного состояния почв используются классические методы с использованием мелиорантов гипса или фосфогипса. Также имеются разработки по воспроизводству и повышению плодородия экологически нарушенных и засоленных земель за счет внедрения новых прогрессивных агротехнологий (химической и фитомелиорации), природных мелиорантов и почвенных биотехнологий [3].

В настоящее время вызывает значительный интерес применение природного минерала цеолита в качестве минерального удобрения и мелиоранта в сельском хозяйстве, в частности растениеводстве. Цеолиты широко используются в сельском хозяйстве Японии, США, Болгарии, Венгрии и Польше. При их использовании повышается плодородие почв и создается эффект минеральных удобрений, улучшаются водно-физические свойства почв. Цеолит является резервуаром для воды и поддерживает необходимую влажность почвы. Кроме того, он улучшает аэрацию почвы, является резервуаром хранения питательных веществ и минеральных удобрений. Цеолит предохраняет от вымывания из почвы растворимые компоненты традиционных удобрений и повышает длительность их действия, снижает негативное действие тяжелых металлов, содержащихся в составе фосфогипса при мелиорации солонцовых почв [4–6].

Целью настоящей работы было изучение влияния цеолитного органоминерального удобрения на биологическую активность почв под рисом по фазам развития.

Материалы и методы

На стационарном участке Караултобе КазНИИР им. И. Жахаева Кызылординской области (4-ая карта, 6 чек) заложены мелкоделяночные опыты с культурой риса сорта Маржан. Почва участка рисово-болотная разной степени засоления, тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Эксперимент включал следующие варианты:

1. Контроль – почва без удобрений и мелиорантов.
2. $N_{120}P_{120}K_{90}$ (фон).
3. Фон + Ц^{II} – 2,5 т/га + БВК – 3,0 т/га + БД.

Биодобавка (БД) состояла из смеси азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и силикатных микроорганизмов. Биовермикомпост (БВК) – высокогумусированное удобрение, биоорганический продукт переработки навоза животных калифорнийскими червями и метаболизма широкого спектра почвенных микроорганизмов. Ц^{II} – цеолит пылеватая фракция

Для определения эффективности цеолитно органоминерального удобрения с биодобавкой изучалось его воздействие на биологическую активность почв. Исследовалась численность основных групп микроорганизмов: гетеротрофных бактерий, актиномицетов, мицелиальных грибов, а также аэробных и анаэробных азотфиксирующих микроорганизмов в почвенных образцах, отобранных с пахотного горизонта (0–20 см), перед закладкой опыта и посевом риса и в биовермикомпосте.

Численность основных групп микроорганизмов в почве определяли общепринятыми микробиологическими методами [7]. Дегидрогеназную активность определяли фотокolorиметрическим методом [8]. Активность полифенилоксидазы и пероксидазы определяли по Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловской [9].

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что наибольшая численность гетеротрофных бактерий и актиномицетов отмечена в пробах биовермикомпоста (таблица 1). В почвенных образцах отобранных до посева риса количественные показатели этих групп микроорганизмов были на 1 порядок ниже. Численность микромицетов в БВК составляла порядка 10^3 КОЕ/г, тогда как в почве была на два порядка выше. Количество аэробных азотфиксирующих микроорганизмов составляло порядка 10^5 КОЕ/г. Содержание анаэробных азотфиксаторов в БВК было на порядок выше – 10^4 кл/г.

Таблица 1 – Численность микроорганизмов в почвенных образцах до посева риса и биогумусе

Образцы проб	Гетеротрофные бактерии, КОЕ/г	Микромицеты, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Аэробные азотфиксаторы, КОЕ/г	Анаэробные азотфиксаторы, НВЧ кл/г
Карта – 4, чек №6	$(1,8 \pm 0,1) \times 10^6$	$(1,0 \pm 0,2) \times 10^5$	$(8,0 \pm 2,0) \times 10^4$	$(3,3 \pm 0,1) \times 10^5$	$1,4 \times 10^3$
Биовермикомпост	$(4,3 \pm 0,5) \times 10^7$	$(3,5 \pm 1,3) \times 10^3$	$(3,2 \pm 0,4) \times 10^5$	$(8,5 \pm 0,2) \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$

Данные по численности микроорганизмов в отобранных почвенных образцах в фазу начала кушения риса представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что в контрольном варианте численность гетеротрофных бактерий изменилась незначительно – в 1,8 раз по сравнению с исходными данными. Внесение в почву мелиорантов с биодобавкой привело к увеличению численности гетеротрофных бактерий на порядок.

Таблица 2 – Численность микроорганизмов в почвенных образцах в фазу начала кушения риса

Варианты опыта	Гетеротрофные бактерии, КОЕ/г	Микромицеты, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Аэробные азотфиксаторы, КОЕ/г	Анаэробные азотфиксаторы, НВЧ кл/г
Контроль	$(3,16 \pm 0,12) \times 10^6$	$(3,45 \pm 0,42) \times 10^3$	$(1,30 \pm 0,25) \times 10^5$	$(2,42 \pm 0,11) \times 10^5$	10^3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ (фон)	$(9,80 \pm 0,22) \times 10^6$	$(3,40 \pm 0,41) \times 10^3$	$(2,50 \pm 0,35) \times 10^5$	$(1,15 \pm 0,24) \times 10^6$	10^4
Фон + Ц ^{II} – 2,5 т/га + БВК 3,0 т/га + БД	$(24,5 \pm 3,5) \times 10^7$	$(1,0 \pm 0,15) \times 10^4$	$(3,60 \pm 0,42) \times 10^5$	$(5,29 \pm 0,16) \times 10^7$	10^5

Численность микроскопических грибов во всех образцах была практически на одном уровне и составляла порядка 10^3 КОЕ/г. Однако во всех вариантах наблюдалось снижение содержания микромицетов с 10^5 КОЕ/г до посева (таблица 1) до 10^3 – 10^4 КОЕ/г в период начала кушения риса. Внесение цеолита совместно с органоминеральными удобрениями и биодобавками сильно не влияло на количественные показатели актиномицетов. Наибольшее их число отмечено при совместном внесении минеральных удобрений, цеолита (2,5 т/га), БВК (3,0 т/га) и биодобавки – $(3,60 \pm 0,42) \times 10^5$ КОЕ/г.

Количество аэробных азотфиксирующих микроорганизмов в контрольном варианте, выявленных в период кушения риса, сильно не изменилось по сравнению с предпосевным периодом. Внесение же всех добавок способствовало увеличению их численности на порядок. Наибольшее содержание свободноживущих аэробных азотфиксирующих микроорганизмов отмечено в варианте, куда вносилась биодобавка, в состав которой входил штамм азотфиксирующих микроорганизмов *Azotobacter chroococcum*.

На два порядка увеличилась численность анаэробных азотфиксаторов в опытных образцах в варианте 3 (фон + Ц^{II} 2,5 т/га + БВК 3,0 т/га + БД) их количество было – 10^5 кл/г. В целом наибольшая численность микроорганизмов отмечена при комплексном внесении всех добавок.

Результаты микробиологического анализа образцов почв, отобранных в период уборки риса, представлены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что в период уборки в ризосфере риса произошло увеличение численности гетеротрофных бактерий в варианте 3 (Фон + Ц^{II} – 2,5 т/га + БВК – 3,0 т/га + БД) – $(20,0 \pm 3,2) \times 10^6$ КОЕ/г. Численность микроскопических грибов в опытных образцах была на один – порядок выше, чем в контроле и составила $(1,0 \pm 0,15) \times 10^4$ КОЕ/г. Количество актиномицетов не

Таблица 3 – Численность микроорганизмов в почвенных образцах в период уборки риса

Варианты опыта	Гетеротрофные бактерии, КОЕ/г	Микромицеты, КОЕ/г	Актиномицеты, КОЕ/г	Аэробные азотфиксаторы, КОЕ/г	Анаэробные азотфиксаторы, НВЧ кл/г
Контроль	$(2,50 \pm 0,35) \times 10^5$	$(1,25 \pm 0,25) \times 10^4$	$(4,5 \pm 0,9) \times 10^3$	Единицы	$1,3 \times 10^3$
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ (фон)	$(2,35 \pm 0,34) \times 10^5$	Единицы	$(5,5 \pm 1,7) \times 10^3$	Единицы	$6,0 \times 10^3$
Фон + Ц ^{II} -2,5 т/га + БВК 3,0 т/га + БД	$(20,0 \pm 3,2) \times 10^6$	$(3,5 \pm 0,15) \times 10^3$	$(1,4 \pm 0,22) \times 10^3$	$(2,6 \pm 0,36) \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$

изменялось, оно составило 10^3 КОЕ/г. Отмечено увеличение численности аэробных азотфиксирующих микроорганизмов, их количество составила – 10^2 – 10^3 КОЕ/г. На один-два порядка была выше численность анаэробных азотфиксаторов – $2,5 \times 10^5$ НВЧ кл/г.

Таким образом, можно отметить, что в фазу кушения риса внесение цеолита совместно с органоминеральными удобрениями и биодобавкой способствовало увеличению численности гетеротрофных бактерий и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов. Действие комплексной цеолитно-органоминеральной добавки сохранилось до уборки риса. Соотношение количества клеток микроорганизмов сохранилось по вариантам опыта, но наблюдается снижение численности на один порядок. Также изменилось соотношение аэробных и анаэробных азотфиксаторов в пользу последних. Наибольшая биогенность почвы наблюдалась в вариантах опыта с биовермикомпостом и цеолитом.

Почвенные ферменты определяют интенсивность и направленность биохимических процессов, протекающих в почве. Их активность может служить дополнительным показателем биологической активности и плодородия почв.

В ходе проведенных исследований была определена активность ферментов дегидрогеназы, полифенолоксидазы и пероксидазы (таблица 4). Установлено, что в фазе кушения риса внесение цеолита, органоминеральных удобрений и биодобавки способствовало усилению активности дегидрогеназы, которая составляла 4,03–9,12 мг ТТХ/10г/сут, по сравнению с контролем (3,89 ТТХ/10г/сут). Внесение цеолитно-органоминеральных добавок также привело и к повышению активности полифенолоксидазы, которая возросла на 12,5–37,5% по сравнению с контролем. Отмечалось увеличение в опытных образцах пероксидазной активности на 2,2–14,1%.

Таблица 4 – Ферментативная активность почвенных образцов в период кушения и уборки риса

Варианты опыта	Дегидрогеназа, мг ТТХ/10г/сут.		Полифенолоксидаза, мг бензохинона/л/30 мин		Пероксидаза, мг бензохинона/л/30 мин		УКГ, %	
	кушение	уборка	кушение	уборка	кушение	уборка	кушение	уборка
Контроль	3,89	1,23	0,32	0,30	0,92	1,00	34,8	30,0
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ (фон)	5,65	1,56	0,40	0,36	1,05	0,98	38,1	36,7
Фон + Ц ^{II} -2,5 т/га + БВК 3,0 т/га + БД	9,12	2,93	0,44	0,44	0,78	0,92	56,3	47,8

Более высокая активность пероксидазы по сравнению с полифенолоксидазой свидетельствует о процессах деструкции гумуса в почве по вариантам опыта, поскольку по фону минеральных удобрений растет потребление органического вещества почв. Это наиболее заметно в вариантах контроль и фон. Внесение органики (БВК) в почву снижает уровень данного процесса, о чем свидетельствует условный коэффициент гумификации, который превышал данные контроля.

В период уборки риса наблюдалось снижение дегидрогеназной активности почвы. Это согласуется с данными по численности микроорганизмов, количество которых в этот период также уменьшилось. Однако в опытных образцах активность фермента была выше, чем в контроле, что говорит о положительном влиянии цеолитно-органоминеральных удобрений. Полифенолоксидазная активность не изменилась.

Активность пероксидазы снизилась практически во всех опытных вариантах, тогда как в контроле и варианте с внесением биодобавки по фону НРК она, наоборот, увеличилась. Наибольшая активность отмечена в контроле и в варианте с внесением минеральных удобрений – 1,0 и 0,98 мг бензохинона/г/30 мин соответственно.

Внесение в почву цеолита совместно с органоминеральными удобрениями и биодобавкой способствовало замедлению темпов минерализации гумуса, о чем свидетельствуют показатели УКГ, которое в опыте составило 47,8%, в контроле – 30%.

Таким образом, полученные результаты показали, что внесение цеолитно-органоминеральных добавок способствовало увеличению численности гетеротрофных и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов, а также ферментативной активности. Отмечены снижение темпов дегумификации почвы под рисом, что ведет к повышению ее плодородия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Крутилина В.С. Экологическая оценка использования природных цеолитов при химической мелиорации солонцовых почв // *Аграрная наука*. – 2001. – № 2. – С. 10-11.
- 2 Бодня М.С. Применение цеолитсодержащего минерального сырья для ремедиации техногенно-загрязненных почв // *Вопросы современной науки и практики*. – 2008. – Т. 2, № 1(11). – С. 146
- 3 Степанова Л.П. Природные цеолиты распространение, генезис, структура и свойства цеолитов, использование в сельском хозяйстве. – ОГАУ. – Орел, 2005.
- 4 Челищев Н.Ф., Челищева Р.В. Использование природных цеолитов // *Вестник сельскохозяйственных наук*. – 1978. – № 2. – С. 56-60.
- 5 Постников А.В., Илларионова Э.С. Использование цеолитов в растениеводстве // *Агрохимия*. – 1990. – № 7. – С. 113-125.
- 6 Методическое руководство по изучению природных цеолитов в растениеводстве и земледелии. – Красноярск, 1993. – 30 с.
- 7 Практикум по микробиологии / Под ред. А. Н. Нетрусова. – М.: Academia, 2005. – 597 с.
- 8 Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 59-75.
- 9 Карягина Л.А., Михайловская Н.А. Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы // *Вести АН БССР. Сер. сельскохозяйств. наук*. – 1986. – № 2. – С. 40-41.

REFERENCES

- 1 Krutilina V.S. *Agrarnaja nauka*. 2001. 2. P. 10-11.
- 2 Bodnja M.S. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki*. 2008. T. 2, N 1(11). P. 146.
- 3 Stepanova L.P. *OGAU*. 2005.
- 4 Chelishhev N.F., Chelishheva R.V. *Vestnik sel'skhozjajstvennyh nauk*. 1978. 2. P. 56-60.
- 5 Postnikov A.V., Illarionova Je.S. *Agrohimiya*. 1990. 7. P. 113-125.
- 6 Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniju prirodnyh ceolitov v rastenievodstve i zemledelii. 1993. P. 30.
- 7 Praktikum po mikrobiologii. Pod red. A. N. Netrusova. 2005. P. 597.
- 8 Zvjaginцев D.G. *Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii*. 1991. P. 59-75.
- 9 Karjagina L.A., Mihajlovskaja N.A. *Vesti AN BSSR. Ser. sel'skogospod. nauk*. 1986. 2. P. 40-41.

Резюме

А. К. Саданов¹, У. Р. Ыдрысова², С. А. Айткелдиева¹, Т. Б. Мұсалдинов²,
Д. Ж. Ыдрысова², Э. Р. Файзулина², А. А. Шілманова², Н. С. Ашықбаев², Ж. М. Қабденов²

(¹ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан,
²ЖСШ «Таза Су», Алматы, Қазақстан)

ЦЕОЛИТТИ ОРГАНОМИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТЫҢ КҮРІШ ЕГІСІ ТОПЫРАҒЫНЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ӘСЕРІ

Күріштің әртүрлі кезеңдері бойынша цеолитті-органоминералды тыңайтқыштардың топырақтағы микрофлорасын және ферменттік белсенділігі зерттелді. Мелиоранттардың әсерінен гетеротрофты және еркін тіршілік ететін азот фиксациялайтын микроорганизмдерінің саны, сонымен қатар топырақтың дегумификациясының бірқалыпты қарқындылығы төмендеуімен ферменттік белсенділігі жоғарылады. Оның ГШК көрсеткіштері тәжірибеде 47,8%, ал бақылауда – 30%-ды құрайтынын көрсетті.

Тірек сөздер: цеолит, органоминералды тыңайтқыштар, күріш, микрофлора, ферменттік белсенділік, гумификацияның шартты коэффициенті.

Summary

*A. K. Sadanov¹, U. R. Idrisova², S. A. Ayteldieva¹, T. B. Musaldinov²,
D. Zh. Idrisova², E. R. Faizulina², A. A. Shilmanova², N. S. Ashykbayev², Zh. M. Kabdenov²*

¹«Institute of microbiology and virology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan,

²«Taza Su» LLP, Almaty, Kazakhstan)

**INFLUENCE OF THE ZEOLITIC ORGANOMINERAL FERTILIZERS
ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE SOIL UNDER RICE**

The influence of zeolite-organic mineral fertilizer on the microflora and enzyme activity in soil by stages of rice development was studied. As a result of ameliorants' influence number of heterotrophic and free-living nitrogen-fixing microorganisms and enzyme activity with a simultaneous decrease in the rate of Dehumification so increase, which was confirmed by the GMC, which were in experiment – 47,8%, in control – 30%.

Keywords: zeolite, organic fertilizer, rice, microflora, enzyme activity, conditional factor humification.

Поступила 10.0.2014 г.