

## ДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ НА МИКРОФЛОРУ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПОД РИСОМ В УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

О. Д. СИДОРЕНКО

(Кафедра микробиологии)

В комплексе мероприятий, направленных на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, видное место отводится повышению плодородия засоленных почв.

Большинство исследователей отмечают, что солонцы как тип почв, несмотря на неблагоприятные агрофизические свойства, являются биологически активными. Их активность связывается прежде всего с подвижностью гумуса, а также со стимулирующим действием малых концентраций солей (до 1%) на развитие различных групп микроорганизмов, которое, в свою очередь, зависит от характера засоления, солевого состава почв, сочетания солей.

Для улучшения солонцовых почв обычно используется универсальный химический мелиорант гипс, а сам процесс гипсования

считается традиционным приемом. Однако в последнее время получены данные, свидетельствующие об отсутствии эффекта от гипсования [2, 3]. В настоящее время большое внимание уделяют кислованию солонцовых почв [4, 5].

Микрофлора засоленных почв, подвергнутых кислованию, крайне мало изучена. В связи с этим нами исследовалось влияние внесения фосфогипса и извести в сочетании с азотной и фосфорной кислотами на микрофлору солонцевато-слитых почв при выращивании риса.

### Объекты и методы исследований

Мелиоранты вносили в почву с осени предыдущего года. Агрохимическая характеристика почвы представлена в табл. 1. Тип

Т а б л и ц а 1

**Некоторые агрохимические показатели солонцевато-слитой почвы  
(солонец луговой солончаковый)**

Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус по Тю- рингу, %	Емкость по- глощения, мг. экв./100 г	Объемный Na, % от ем- кости погло- щения	Подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Чи- рикову, мг./100 г	pH вод	Плотный ос- таток, %	Сумма ток- сичных по- нов, % к мас- се почвы
А <sub>пах</sub> , 0—20	2,46	27,91	16,02	6,00	8,12	1,36	0,47
В <sub>1</sub> , 20—36	1,40	36,22	30,34	6,50	8,64	1,67	0,56
В <sub>2</sub> , 36—53	1,15	33,41	27,44	—	8,45	2,12	0,70
BC, 53—84	—	—	—	—	8,49	2,36	1,00
C, 84—120	—	—	—	—	8,52	2,34	1,17

засоления сульфатный, засоление токсичными солями среднее.

Количество микроорганизмов определяли по методикам, принятым в отделе почвенной микробиологии ИНМИ АН ГССР. Бактерии учитывали на мясопептонном (МПА) и крахмало-аммиачном (КАА) агарах, актиномицеты — на КАА, общее количество анаэробов рода *Clostridium* — на среде Виноградского, *Cl. pasteurianum* — на среде Емцева [1], *Cl. acetobutylicum* — на кукурузном заторе, автохтонную микрофлору — на нитритном агаре, сульфатредуцирующие бактерии — на среде Постгейта.

### Результаты

Анализируя данные контрольного варианта (табл. 2), можно отметить, что аммонифицирующие микроорганизмы, учитываемые на МПА, отличаются высокой чувствительностью к засолению. Гипсование почвы стимулирует развитие данной группы микроорганизмов. Токсичное действие солей за-

метно снижается при совместном внесении известняка и кислот. Аналогично развиваются микроорганизмы, усваивающие минеральные формы азота, учитываемые на КАА.

Засоленность почвы сильно депрессирует активность автохтонной микрофлоры, участвующей в разложении растительных остатков и гумусовых веществ. При внесении химических мелиорантов, особенно гипса, резко увеличивается общее количество не только микроорганизмов, учитываемых на нитритном агаре, но и представителей родов *Nocardia* и *Arthrobacter*. Следовательно, данная группа микроорганизмов более отзывчива на традиционное гипсование, чем на кислование солонцевато-слитых почв. Сходные данные получены при учете свободноживущих анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium*. В результате внесения гипса численность *Cl. pasteurianum* возросла в 10 и более раз. Это свидетельствует о том, что специфические условия засоленных почв определяют своеобразие микрофлоры и микробиологических процессов, что обуславлива-

ет неравноценное изменение микробных ценозов при гипсовании и кисловании засоленных почв.

Применение различных приемов мелиорации и способов обработки почвы прежде всего приводит к коренному изменению свойств солонцов, в том числе и состава микроорганизмов. При этом увеличивается биогенный слой почвы. В результате создаются условия, благоприятные для развития ра-

ний численности микроорганизмов при гипсовании и кисловании солонцовых почв.

Численность аэробных бактерий наибольшая в фазу кущения риса, к середине лета вследствие наступления более восстановленных условий в затопленной почве она резко снижается.

Подобная «вспашка» численности свойственна анаэробным азотфиксаторам рода *Clostridium*. Это можно объяснить определенными трофическими связями между аэробными и анаэробными микроорганизмами.

Анаэробы являются активной группой микроорганизмов в затопленных почвах. Сразу после затопления создаются благоприятные условия и анаэробы начинают быстро размножаться. В это же время в почве содержится достаточное количество свободного кислорода, активно потребляемого аэробными бактериями, которые скапливаются в верхней трети пахотного горизонта. Максимальное развитие всех исследуемых групп микроорганизмов наблюдалось в фазу кущения риса, когда почва обогатилась органическими соединениями за счет разложения растительных остатков и поступления корневых выделений.

В дальнейшем, по мере увеличения интенсивности анаэробнозиса почвы, численность микроорганизмов снижается и только после сброса воды с чеков при постепенном окислении пахотного горизонта численность аэробных микроорганизмов и сопряженных с ними анаэробов вновь возрастает.

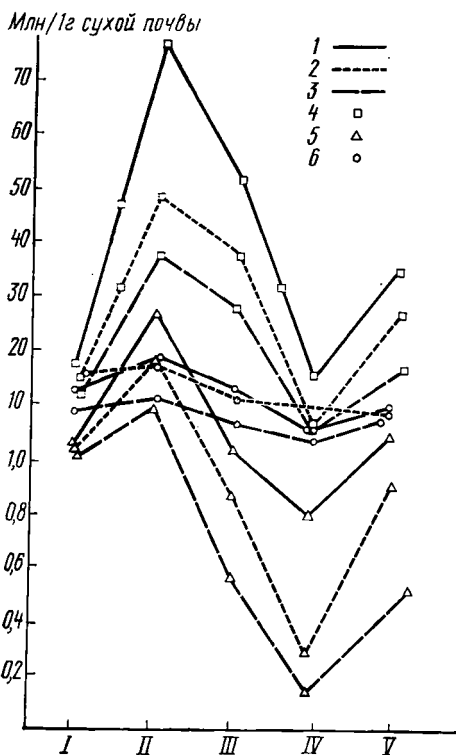
Внесение известняка в сочетании с кислотами в большей степени активизировали рост аэробных бактерий, чем анаэробов. Актиномицеты менее отзывчивы на химическую мелиорацию, особенно на кислование засоленных почв.

Таким образом, мелиорация солонцов привела к существенным сдвигам в содержании различных групп микроорганизмов в почве. Представляет интерес вопрос о влиянии мелиоративных приемов на численность микроорганизмов в зоне корней риса по фазам вегетации, характер взаимоотношений их с корневой системой и, наконец, избирательность или ризосферный эффект отдельных групп бактерий.

Коэффициент избирательности корневой системой риса микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, в том числе и актиномицетов, значительно колеблется, что связано с применяемым мелиорантом (табл. 2).

В ризосфере риса микрофлора более богата чем в почве, при этом содержание микроорганизмов в зоне корня зависит от фазы вегетации растений. Четко выраженный положительный ризосферный эффект, наблюдаемый во все фазы вегетации, характерен для общего числа бактерий, учитываемых на КАА, и микобактерий. Максимальное количество их отмечалось в начале кущения риса при внесении мелиорантов в почву. В последующие фазы численность микроорганизмов уменьшается, но постоянно наблюдается положительный ризосферный эффект.

По численности микроорганизмов в ризосфере риса трудно оценить эффективность гипсования или известкования в смеси с азотной и фосфорной кислотами. В некоторых случаях при гипсовании коэффициент избирательности микроорганизмов, участву-



Динамика численности микроорганизмов в солонце луговом солончаковом.

1 — известняк+кислоты; 2 — фосфогипс; 3 — контроль; 4 — аэробные бактерии; 5 — актиномицеты; 6 — *Clostridium*; I — до затопления; II — начало кущения; III — конец кущения; IV — выход в трубку; V — созревание.

стений и получения более высокого урожая риса [6].

Однако комплекс мелиоративных мероприятий, применяемых при окультуривании солонцов, весьма сложен и в основном направлен на удаление солей с промывными водами, обогащение почвы органическим веществом и улучшение структуры.

Микробиологическая характеристика солонцеовато-слитых почв, мелиорированных в результате применения известняка с азотной и фосфорной кислотами, была бы неполной без учета данных об изменении численности различных микроорганизмов в течение вегетационного периода (рисунок). Численность отдельных групп микроорганизмов в пахотном горизонте по фазам вегетации риса сильно изменяется. Характер этих изменений весьма неоднороден, что связано с периодами обильных корневых выделений и окислительно-восстановительным режимом почвы. Показательны пределы колеба-

Динамика численности и коэффициент избирательности (КИ) микроорганизмов, использующих минеральный азот (млн. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Показатель	До затопления	Начало кушения (6/VII)	Конец кушения (27/VII)	Выход в трубку (10/VIII)	Созревание риса (после сброса воды с чеков — 9/X)
Контроль					
Почва	18,39 <u>7,43</u>	48,82 <u>10,93</u>	34,27 <u>5,86</u>	9,34 <u>3,74</u>	26,62 <u>10,13</u>
Ризосфера	—	130,69 <u>18,67</u>	109,95 <u>13,74</u>	100,42 <u>12,14</u>	57,68 <u>13,43</u>
КИ	—	2,68 <u>1,71</u>	3,21 <u>2,34</u>	10,75 <u>3,25</u>	2,17 <u>1,33</u>
Фосфогипс					
Почва	26,51 <u>12,32</u>	164,29 <u>31,08</u>	151,85 <u>26,80</u>	106,29 <u>18,78</u>	65,10 <u>19,36</u>
Ризосфера	—	164,29 <u>31,08</u>	151,85 <u>26,80</u>	106,29 <u>18,78</u>	65,10 <u>19,36</u>
КИ	—	2,46 <u>1,68</u>	2,96 <u>2,03</u>	8,53 <u>3,20</u>	1,59 <u>1,30</u>
Известняк + кислоты					
Почва	33,16 <u>14,86</u>	195,56 <u>30,42</u>	174,22 <u>22,74</u>	146,45 <u>20,20</u>	91,98 <u>31,78</u>
Ризосфера	—	195,56 <u>30,42</u>	174,22 <u>22,74</u>	146,45 <u>20,20</u>	91,98 <u>31,78</u>
КИ	—	2,08 <u>1,75</u>	2,71 <u>2,08</u>	5,86 <u>2,12</u>	1,53 <u>1,31</u>

Примечание. В числителе — общее количество микроорганизмов; в знаменателе — численность актиномицетов.

ющих в процессах превращения минерального азота (фазы кушения и выхода в трубку), был больше, однако численность микроорганизмов в почве, мелиорированной известняком в сочетании с кислотами, несколько превышала их количество при гипсовании.

Особый интерес представляет развитие в

зоне корня актиномицетов, коэффициент избирательности которых довольно низкий в течение всей вегетации риса.

Различные мелиоративные приемы не оказывают заметного действия на численность актиномицетов в ризосфере. Общее их количество в почве было выше до затопления

Т а б л и ц а 3

Динамика численности и коэффициент избирательности анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium* (млн. на 1 г абсолютно сухого вещества)

Показатель	До затопления чеков (6/VI)	Начало кушения риса (6/VII)	Конец кушения риса (22/VII)	Выход в трубку (10/VII)	Созревание риса (после сброса воды с чеков — 9/X)
Контроль					
Почва	0,93	14,55	0,82	0,47	0,45
Ризосфера	—	56,32	10,30	3,50	1,09
КИ	—	3,27	12,50	7,50	2,40
Фосфогипс					
Почва	1,27	16,65	1,34	0,78	0,93
Ризосфера	—	83,00	15,63	7,58	3,89
КИ	—	7,79	11,60	6,89	4,17
Известняк + кислоты					
Почва	2,14	22,59	2,19	1,65	2,18
Ризосфера	—	130,37	25,13	13,20	10,09
КИ	—	5,77	11,48	7,99	4,62

мелиорированных участков. При сопоставлении данных о численности актиномицетов в почве установлено некоторое уменьшение их количества в начале и конце кущения риса в варианте с известняком и кислотами.

Следует обратить внимание на развитие анаэробных азотфиксаторов при использовании различных приемов мелиорации (табл. 3).

В ризосфере риса обнаруживается большое количество бактерий рода *Clostridium*, коэффициент избирательности которых довольно высокий в течение всей вегетации, особенно на мелиорированных участках, несмотря на постепенное снижение его к моменту созревания риса.

Максимум анаэробных азотфиксаторов отмечен при мелиорации почвы в фазу кущения риса, когда корневой системой выделяется наибольшее количество органических кислот и углеводов. Анализ данных об изменении коэффициента избирательности этих микроорганизмов в ризосфере риса свидетельствует о равнозначности приемов гипсования и известкования в смеси с кислотами.

В результате химической мелиорации засоленных почв, которая способствовала улучшению ее физических свойств, численность азотфиксаторов увеличилась в 2—3 раза. Во все фазы вегетации разница в развитии азотфиксирующих анаэробов рода *Clostridium* в почве между вариантами с гипсованием и кислотами была незначительной. Хотя до затопления почвы при внесении известняка совместно с кислотами в ней содержалось большее количество анаэробных азотфиксаторов, чем при гипсовании. Такая же картина наблюдалась в ризосфере риса в начале кущения.

Таким образом, для аэробных и анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium* характерен четко выраженный положительный ризосферный эффект во все фазы развития риса на мелиорированных участках.

Развитие сульфатредуцирующих бактерий в течение всего периода вегетации в ризосфере риса подавлено: количество их было гораздо меньше, чем в окружающей почве (табл. 4).

Высокое содержание в почве этой группы микроорганизмов можно объяснить суль-

Т а б л и ц а 4

Динамика численности и коэффициент избирательности сульфатредуцирующих бактерий (млн. на 1 г абсолютно сухой почвы)

Показатель	До затопления чеков (6/VI)	Начало кущения риса (6/VII)	Конец кущения риса (22/VII)	Выход в трубку (10/VIII)	Созревание риса (после сброса воды с чеков — 9/X)
Контроль					
Почва	5,39	81,97	11,91	84,07	11,75
Ризосфера	—	39,27	9,16	3,50	8,16
КИ	—	0,48	0,08	0,04	0,69
Фосфогипс					
Почва	1,00	30,64	35,73	36,65	6,22
Ризосфера	—	16,65	5,82	2,17	4,32
КИ	—	0,54	0,16	0,06	0,69
Известняк + кислоты					
Почва	0,64	26,07	13,40	8,6	4,21
Ризосфера	—	16,29	3,35	0,98	2,80
КИ	—	0,63	0,25	0,12	0,67

фатным типом засоления и наличием достаточного количества органического вещества.

Различные приемы мелиорации прежде всего коренным образом меняют микрофлору. Например, мелиорация почв в наших опытах вызвала значительное уменьшение численности сульфатредуцирующих бактерий. Особенно резко снизилось их количество в ризосфере риса при внесении известняка совместно с азотной и фосфорной кислотами. Это, возможно, объясняется адаптацией микроорганизмов к изменению условий засоления и осмотического давления. Среди сульфатредуцирующих бактерий много галлофильных форм, которые, видимо, плохо реагируют на снижение количества водорастворимых солей в солонце при внесении известняка с кислотами. Уменьшение количества сульфатредукторов при гипсовании солонца может быть также связано с дополнительным внесением сульфатов в почву сульфатного типа засоления.

Численность сульфатредуцирующих бакте-

рий в засоленной почве изменяется в течение вегетационного периода, причем большие колебания в содержании микроорганизмов обусловлены концентрацией солей почвенного раствора, которая зависит от мелиоранта и длительности затопления.

Солонцы отличаются большим разнообразием микроорганизмов и обладают потенциальным плодородием. Однако для превращения последнего в эффективное плодородие необходимы специальные мелиоративные приемы. Солонцы весьма отзывчивы на приемы мелиорации. В наших опытах при гипсовании урожай риса составил 31,3 ц/га, а при внесении известняка совместно с азотной и фосфорной кислотами — 49,2, без мелиорации — 29,7 ц/га.

#### Выводы

1. Специфические условия засоленных почв определяют своеобразную микрофлору и микробиологические процессы, что, в свою

очередь, обуславливает неравноценное изменение микробных ценозов при гипсовании и кислотности почв.

2. Мелиорация засоленных почв способствует увеличению численности микроорганизмов, особенно аэробных.

3. В мелиорированных солонцах значительно повышается численность анаэробных азотфиксаторов рода *Clostridium*. Исходя из коэффициента избирательности их в ризосфере риса можно судить о равнозначности приемов гипсования и внесения известняка совместно с кислотами.

4. Актиномицеты наименее отзывчивы на мелиоративные мероприятия. Коэффициент избирательности актиномицетов корнями риса довольно низкий в течение всего вегетационного периода. Общее число актиномицетов в мелиорированной почве на протяжении вегетации мало изменялось.

5. Мелиорация почв вызывала резкое уменьшение количества сульфатредуцирующих бактерий. Их численность снизилась наиболее значительно в ризосфере риса при внесении известняка совместно с кислотами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Емцев В. Т. Методы количественного учета различных видов маслянокислых и ацетобутиловых бактерий в почве. — Докл. ТСХА, 1965, вып. 109, с. 123. —
2. Кудашев Г. Н. Рекомендации по повышению плодородия старопашотных солонцовых комплексов. Кустанай, 1974. —
3. Панов Н. П., Азнабеков Т. А., Кокурина Э. И., Фомина М. Н. Опыт освоения степных черноземных лугово-степных солончаковых солонцов. — В кн.: Мелиорация солонцов. М., 1972, с. 255—270. —
4. Панов Н. П., Цюрупя И. Г. Теоре-

тические основы и опыт кислотования солонцовых почв. — Вестн. с.-х. науки, 1980, № 5, с. 36—41. — 5. Хаджинов Н. И. К вопросу об использовании азотной и фосфорной кислот в качестве минеральных удобрений. — Научн. тр. Ставроп. с.-х. ин-та, 1975, вып. 38, т. 3. — 6. Хаджинов Н. И., Сидоренко О. Д. Влияние химических мелиорантов и удобрений на структуру урожая риса и микрофлору почвы. — Научн. тр. Ставроп. с.-х. ин-та, 1981, вып. 44, т. 1, с. 26.

*Статья поступила 23 февраля 1984 г.*

## SUMMARY

Application of limestone combined with nitrogen and phosphoric acids as well as application of gypsum are effective practices of alkaline-compact soils improvement.

Increased fertility of salined soils results in higher microorganisms content and larger number of groups participating in atmospheric nitrogen fixation, as well as in higher yielding capacity of rice.