

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.461.72

МИКРОФЛОРА РИСОВО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ АКДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

М.А. Ибраева

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им.
У.У.Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби 75 В, Казахстан*

В статье приводятся результаты определения динамики содержания микроорганизмов, участвующих в минерализации органического азота в рисово-болотных почвах. Установлено, что аммонифицирующие микроорганизмы активно участвуют в разложении органических веществ, а это способствует созданию благоприятных условий в питательном режиме риса в затопленных почвах. Выяснено, что численность азотфиксирующих микроорганизмов коррелирует с засоленностью и рН почвы: повышение последних неблагоприятно действует на свободноживущие микроорганизмы, фиксирующие азот.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, одним из важных элементов для питания растений является азот. В почве связанный азот представлен в основном органическими соединениями. Однако он может быть использован растениями лишь после минерализации.

Механизм процесса минерализации органического азота был выявлен в последнее десятилетие минувшего века. С.Н. Виноградский [1] показал, что во всех превращениях азота на земной поверхности исключительную роль играют микроорганизмы. К таковым относятся аммонификаторы, нитрификаторы, денитрификаторы и азотфиксаторы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в низовьях р. Или на территории древней Акдалинской дельты в Южном Прибалхашье на Акдалинском массиве (длина около 100 км) орошения, тянущихся от южных склонов Тасмурунских гор на северо-запад до пос. Баканас, вдоль правого берега р. Или. Преобладающими почвами Акдалинского массива являются такеро-ривидные почвы различного механичес-

кого состава, засоленности и солонцеватости, занимающие по площади второе место после бугристо-грядовых песков. Для сравнения был включен также и серозем северный светлый без признаков исходной солонцеватости и засоления.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Аммонификацию можно охарактеризовать как микробиологическое разложение азотсодержащих органических соединений, сопровождающееся освобождением аммиака, это биологический процесс, в котором принимают участие бактерии, актиномицеты, грибы и др.

Изучение динамики аммонифицирующих микроорганизмов в почвах рисовых полей и факторов, обуславливающих ее, имеют определенное теоретическое и практическое значение. Это связано с тем, что рис, преимущественно, употребляет аммонийные формы азота. Обеспеченность риса этим элементом питания можно определить по интенсивности процесса аммонификации органических остатков в почве [2].

Численность аммонификаторов определялась по фазам развития риса в течение двух лет (таблица 1).

Настоящая публикация сделана в рамках подпроекта, финансируемого в рамках СКГ, поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан. Заявление автора (ов) могут не отражать официальные позиции Всемирного Банка и Правительства Республики Казахстан

Таблица 1 - Динамика численности аммонификаторов, млн/г почвы

Сроки отбора / типы почв	Первый год				Второй год				
	До затопл ения	12 июля	20 августа	После сброса воды	До затопл ения	13 июля	13 августа	13 сентября	13 октября
Такыровидная незасолённая почва	6,4±1,0	17±2,0	25,8±1,5	36±0,5	7±0,4	14,5±1,0	17±1,5	20±1,5	16±1,5
Такыровидная сильнозасолён ная почва	7,8±0,1	11±0,5	12±0,6	18±1,4	10±1,0	20±0,3	27±1,2	29±1,5	31±1,7
Серозём светлый	9,6±1,0	15±0,3	15,4±1,5	40±3,1	8±1,0	36±3,2	37±3,0	43±3,0	42±1,0

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что в исходном состоянии исследуемые почвы имеют различную численность аммонификаторов. Ниже они перечислены по убывающей последовательности: серозем светлый > такыровидная сильнозасолённая почва > такыровидная незасолённая почва.

Затопление почв в первый год существенно изменяет их количественное соотношение. По мере увеличения срока вегетации в связи с повышением объема разложившихся растительных остатков и корней риса количество микроорганизмов возрастает, причём на незасолённой почве намного интенсивнее, чем на засоленной. Это объясняется растворением солей в последней, и их ингибирующим действием на аммонификаторы.

Количество аммонификаторов в сероземе светлом изменяется по той же закономерности, что и на незасолённой такыровидной почве.

Таким образом, аммонифицирующие микроорганизмы активно участвуют в разложении органических веществ, вследствие этого образующиеся формы азота способствуют созданию благоприятных условий в питательном режиме риса в затопленных почвах.

После уборки и учёта урожая проводилась зяблевая вспашка и на следующий год весной с учетом агротехнических требований возделывания риса был произведен посев семян, до посева и внесения минеральных удобрений были отобраны образцы почв для определения численности

микроорганизмов в исходном состоянии. Выявлено, что аэрация почвы и зимние морозы существенно повлияли на численность аммонификаторов. Во всех почвах количество микроорганизмов, обнаруженных в конце вегетации риса прошлого года намного превышало таковое до затопления данной площади в этом году. Однако, более интенсивно они размножались в светлых сероземах. Видимо, это связано с более высоким плодородием и лучшими физико-химическими свойствами этих почв по сравнению с такыровидными.

Часть аммиачного азота, освободившегося в результате процесса аммонификации, в благоприятных условиях окисляется в нитраты. В этой форме азот используется большинством высших растений, а в почвах рисовых полей он подвергается воздействиям, приводящим к потерям путем вымывания водой и денитрификацией.

Опыты В.Ф. Непомилуева, Т.Н. Кузьякиной [3, 4] показали, что затопление почвы снижает количество бактерий первой и второй фаз нитрификации и этот процесс тормозится. По данным И.Е. Дебривной, Н.Л. Куришко [5] при затоплении содержание нитратов в почве уменьшается почти наполовину, хотя при этом количество нитрифицирующих бактерий даже несколько возрастает. Установлено, что в почве под рисом развивается факультативно анаэробный экотип нитритных бактерий, которые живут в тесной ассоциативной

связи с денитрификаторами, и активность обоих видов микроорганизмов проявляется как в "окислительном", так и в «восстановительном» слоях почвы под рисом [6]. Имеются данные о том, что процесс нитрификации успешно протекает в тонком окислительном

слое верхней части рисовых почв [7]. В наших исследованиях нитрифицирующие бактерии в исходных образцах незасоленной почвы не были обнаружены. После их затопления было обнаружено незначительное количество этих бактерий (таблица 2).

Таблица 2 - Динамика численности нитрифицирующих микроорганизмов в почвах под рисом, тыс/г. абс. сухой почвы

Сроки отбора/типы почв	Первый год				Второй год			
	До затопления	Фаза кущения	Фаза цветения	После сброса воды	До затопления	Фаза кущения	Фаза цветения	После сброса воды
Такыровидная незасоленная почва	0	14	0,01	25,6	0,1	0	0,02	0,04
Такыровидная сильнозасоленная почва	0	0,07	0,01	10,8	0,01	0	0	0,01
Серозём светлый	0	0,01	0	0,1	0,01	0,02	0,01	0,06

В фазу кущения количество нитрификаторов несколько увеличилось. В середине вегетации численность их резко снизилась, и только после сброса воды снова резко увеличилось в первый год исследования. Во второй год исследования их количество было крайне низким - 45 клеток на 1 г абс. сухой почвы после сброса воды. В течение вегетации риса нитрификаторы практически не были обнаружены.

В сильнозасоленной такыровидной почве и сероземе светлом также отмечается крайне низкое их содержание, как в течение вегетационного сезона, так и после сброса воды. Причин низкого содержания нитрифицирующих бактерий в наших почвах может быть несколько. К основным из них относится высокая щелочность и резкое наступление восстановительных условий вследствие наличия слоя воды над почвой.

Одна из основных причин денитрификации кроется в деятельности микроорганизмов. В.Н. Шапошников [8] считает, что с позиции физиологии микроорганизмов этот процесс должен рассматриваться как своеобразное приспособление некоторых бактерий к окислению органических веществ с сопряжённым с ним восстановлением нитратов или нитритов.

Скорость денитрификации зависит от количественного и качественного состава органического вещества. Оптимальный pH для этого процесса находится в пределах 7-8. По данным Бродбента и Накасимы [9], наиболее интенсивно процесс денитрификации идет при температуре почвы 25-30°C. Именно такая температура характерна для почв Акдалинского массива орошения.

В затопленных условиях анаэробные процессы активизируются, а это приводит к восстановлению нитратов до молекулярного азота. Такое явление объясняется тем, что при затоплении нитратный азот используется в качестве донатора кислорода для окисления органического вещества, а не как источник питательного вещества [2]. Доммергуес [7] показал, что в ризосфере рисовых почв денитрификация происходит в четыре раза интенсивнее, чем в неризосферной почве. Этот процесс может проходить и на гниющих растительных остатках, и в зонах, содержащих сульфиды или водород, которые используются в качестве доноров электронов.

В исходных образцах исследуемых почв содержится небольшое количество денитрифицирующих микроорганизмов.

мов (таблица 3). При внесении органического вещества и затоплении почв их

численность в сероземной и такыровидных почвах несколько повышается.

Таблица 3 - Динамика численности денитрифицирующих микроорганизмов в почвах под рисом, тыс./г. абс. сухой почвы

Сроки отбора/типы почв	Первый год				Второй год			
	До затопления	Фаза кущения	Фаза цветения	После сброса воды	До затопления	Фаза кущения	Фаза цветения	После сброса воды
Такыровидная незасоленная почва	0,004	0,14	0,18	20,5	140	152	159	1430
Такыровидная сильнозасоленная почва	1,1	0,07	0,3	511	140	20	3	230
Серозём светлый	0	0,005	0	484	140	188	101	1410

На незаселенной такыровидной почве после затопления количество денитрификаторов увеличилось. Это объясняется тем, что при затоплении почвы денитрификация нитратного азота происходит с большей скоростью [10].

На силнозасоленной такыровидной почве после затопления уменьшилось число денитрификаторов, что может быть объяснено повышением количества солей и щелочности. После же сброса воды оно намного увеличилось, так как за сезон произошла промывка почвы от солей, а также снизилась щёлочность.

Второй год также характеризовался увеличением содержания денитрификаторов на несколько порядков по сравнению с контрольными вариантами, где повышение численности таковых наблюдалось после сброса воды.

До затопления в сероземе светлом в исходных образцах почвы эта группа микроорганизмов не была обнаружена. Аналогичная закономерность наблюдалась и в течение вегетации риса во всех вариантах. И только после сброса воды количество денитрификаторов резко возросло, что связано с ускорением процесса разложения растительных, пожнивных остатков.

В сероземе светлом после сброса воды также было обнаружено резкое повышение (почти в 10 раз) их численности.

Одним из основных биологических

процессов, происходящих в почве, является биологическая фиксация азота.

По вопросам азотфиксирующей активности затопленных почв существует множество литературных источников, в которых указывается на резкое увеличение содержания разнообразных групп свободноживущих азотфиксаторов при затоплении почвы [5, 11-15]. По данным [7], кроме ризосферных диазотрофов, фиксацию азота в рисовых полях осуществляют синезелёные водоросли, несимбиотические сапрофитные азотфиксирующие бактерии, использующие в качестве питания органические остатки, особенно продукты разложения корней [16, 17] установила, что в почвах под рисом распространены азотфиксирующие бактерии, использующие одноуглеродные соединения. Исследователями [18]. впервые установлено, что процесс связывания азота имеет две разновидности: фиксацию периодическую, характеризующуюся волнами (периодами), и фиксацию постоянную - во много раз слабее, чем первая.

По нашим данным, численность азотфиксирующих микроорганизмов коррелирует с засоленностью и pH почвы: повышение последних неблагоприятно действует на свободноживущие микроорганизмы, фиксирующие азот. Учет численности азотфиксирующих бактерий проводился до затопления, осваиваемой

под рис площади в течение вегетационного периода риса и после сброса воды. Установлено, что в исходном образце незасоленной такыровидной почвы обнаружено 0,25 тыс на 1 г абс. сухой почвы азотфиксаторов. Затопление почв приводит к резкому увеличению их содержания - в фазу кущения до 6,7 тыс/г почвы, а к концу вегетации риса - 1440 тыс/г почвы.

В сильнозасоленной такыровидной почве в исходном состоянии количество азотфиксаторов в 10 раз меньше, чем в незасоленной почве. После затопления этих почв их численность возросла.

Серозем светлый в отличие от такыровидных почв до затопления характеризуется большим числом азотфиксаторов. Однако, затопление почв отрицательно повлияло на их содержание; азотфиксаторов не удалось обнаружить до фазы цветения. После уборки риса число азотфиксаторов в сероземе светлом, как и в сильнозасоленной такыровидной почве снизилось.

Во второй год количество их значительно увеличилось и исчислялось миллионами клеток на 1 г абс. сухой почвы. На протяжении всей вегетации риса отмечалась высокая их численность по сравнению с первым годом.

В сероземе светлом динамика численности азотфиксаторов практически не меняется в течение вегетационного периода риса. Интенсивность развития азотфиксирующих микроорганизмов в зна-

чительной степени зависит от состояния растений риса его корневой системы и наличия содержания солей в почвах. Например, в первый год на сильнозасоленной такыровидной почве рис был изрежен, следовательно, подземная часть риса не могла активно влиять на биогенность почвы. Поэтому изучение влияния ризосферы риса в наших условиях на жизнедеятельность свободноживущих азотфиксаторов требует дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что аммонифицирующие микроорганизмы активно участвуют в разложении органических веществ, вследствие этого образующиеся формы азота способствуют созданию благоприятных условий в питательном режиме риса в затопленных почвах. Выявлены причины низкого содержания нитрифицирующих бактерий в рисово-болотных почвах. Это высокая щелочность и резкое наступление вследствие наличия слоя воды над почвой восстановительных условий. При внесении органического вещества и затоплении почв численность денитрифицирующих бактерий в сероземной и такыровидных почвах несколько повышается. Интенсивность развития азотфиксирующих микроорганизмов в значительной степени зависит от состояния растений риса его корневой системы и наличия содержания солей в почвах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М.: Изд-во АН СССР. 1952. С. 145-326.
2. Илялетдинов А.Н. Микробиологические превращения азотсодержащих соединений в почве. Алма-Ата. Наука. 1976. 282 с.
3. Непомилуев В.Ф., Кузякина Т.Н. Влияние различных способов увлажнения на микрофлору торфяно-глеевых почв // Доклады ТСХА. 1965. Вып. 103. С. 341-347.
4. Непомилуев В.Ф., Кузякина Т.Н. Микробиологические процессы в торфяно-глеевых почвах в зависимости от их способа увлажнения // Доклады ТСХА. 1965. Вып. 103. С. 347-356.
5. Дебрина И.Е. Сульфатвосстанавливающие бактерии почв рисовых оросительных систем юга Украины // Микробиол. Ж. 1977. Вып. 39. № 5. С. 627-629.

6. Zhou G., Chen H.K., The activity of nitrifying and denitrifying bacterie in paddu soil.-Soil Sch. 1983. Vol. 135 № 1. PP. 31-34.
7. Dommergues V. Microbial activiti in aiffernt fires of microcnoironments in paddi soils // Environ. Biogeochim and Geomicrobiol. Proc. 3 rd Int. Symp., Nolfenbuttel. Vol. 2. Ann.Arbor, Nich. 1978. 451-456.
8. Шапошников В.Н. Техническая микробиология. М.: Советская наука. 1947. 41 с.
9. Broadbent F.E., Nakashina T. Plant uptake and residual value of six tagged nitrogen fertilisere // soil Science Society of America Proceedings. 1968. 32. №3. P. 388 – 392.
10. Илялетдинов А.Н., Сулейменова С.И. Минерализация органического вещества и денитрификация в зависимости от сроков затопления почвы // Микробиология. 1971. Т. 40. Вып. 4. С. 596-700.
11. Комарова Н.А. Распространение микроорганизмов, фиксирующих азот в анаэробных условиях под различными культурами и их значение в обогащении почвы азотом: Автореф. /Дисс. канд. биол. наук. Саратов. 1965. 17с.
12. Калининская Т.А., Миллер Ю.М., Белов Ю.М., Изучение доступности для риса азота, усвоенного из воздуха азотфиксирующими микроорганизмами // Круговорот и баланс азота в системе почва – удобрение – вода. М.: Наука. 1979. С. 44 – 49.
13. Рао В.Р. Несимбиотическая фиксация азота в почвах рисовых полей: Автореф. Дисс. канд. биол. наук. М. 1973. 28 с.
14. Нелидов С.Н. Влияние соломы на микробиологическую активность такыровидных почв и урожайность риса: Дисс. канд. биол. наук: 03.00.07. Алма-Ата. 1980. 181 с.
15. Чистякова И.К., Калининская Т.А. Аэробные азотфиксирующие бактерии почв рисовых полей // Известия АН СССР. Сер. Биол. 1984. № 1. С. 149 – 153.
16. Чистякова И.К. Метиотрофные азотфиксирующие бактерии как компонент микробного ценоза почв под рисом // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. Алма-Ата. 1982. С. 187-188.
17. Чистякова И.К. Азотфиксирующие бактерии, усваивающие одноуглеродные соединения в почвах под рисом // Микробиология. 1985. Вып. 54. № 3. С. 476-479.
18. Емцев В.Т., Ницэ Л.К., Покровский Н.П. Несимбиотическая азотфиксация и закономерности её функционирования в почве // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. М. 1985. С. 213 – 221.

ТҮЙІН

Мақалада органикалық азотты ыдыратуға қатысатын микроағзалардың күріш топырақтарындағы динамикасын зерттеу нәтижелері келтірілген. Аммоний сіңіргіш микроағзалардың органикалық заттарды ыдыратуға қатысып күріш топырақтарының коректік режимін жақсартатындығы дәлелденген.

Азотсіңіргіш микроағзалар санына топырақтың тұздылығымен және рН мөлшері кері әсер ететіндігі анықталған, рН мөлшері төмендегенде олардың саны арта түседі.

RESUME

The article presents the results of determining the dynamics of microorganisms, and teaching-responding to the mineralization of organic nitrogen in the rice-marsh soils. Established that the amplitude of monifitsiruyuschie microorganisms actively involved in the decomposition of organic matter, and that contribute to creating favorable conditions in the nutrient regime of rice in flooded soil Islands. It was found that the number of azotfixings microorganisms correlates with saline-Stu and soil pH: increasing the latter adversely affects freeliving microorganisms that fix nitrogen.