

УДК 631.872:[631.46+635.18

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И УРОЖАЙ РИСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

СИДОРЕНКО О. Д., ЛАДАТКО А. Г., ДОЛГИХ Ю. Р.

(Кафедра микробиологии)

Внесение соломы как прием, повышающий плодородие почвы, находит все более широкое применение в практике возделывания зерновых культур, в частности риса. Положительное влияние осеннего внесения соломы на урожай зерна риса отмечено многими исследователями [2, 4, 5, 6, 8, 11, 13]. Однако ряд вопросов, связанных с применением этого удобрения, требует дополнительных исследований, например, использование соломы на почвах с различным содержанием органического вещества. До настоящего времени еще не установлена оптимальная доза соломы под рис на различных почвах Приазовских плавней. В связи с этим мы изучали влияние различных доз соломы, вносимой в различные по плодородию почвы данного района, на микробиологическую активность почвы, мобилизацию элементов питания и урожайность риса.

Методика опытов

В опыте использовались почвы с различным содержанием гумуса и общего азота: луговая легкосуглинистая — соответственно 1,86 и 0,163%, лугово-черноземовидная — 2,67 и 0,19, лугово-болотная хлоридно-сульфатного типа засоления — 3,38 и 0,25%. Солому вносили в дозах 4 и 8 т на 1 га.

Опыт закладывали осенью на вегетационной площадке ВНИИ риса в металлических сосудах емкостью 10 л, окрашенных внутри битумным лаком. Перед закладкой опыта почву тщательно очищали от растительных остатков, просеивали через сито с ячейками 3 мм и вносили в сосуд в количестве 6 кг (по сухой массе).

Разные степени засоления хлоридно-сульфатного типа (слабая — 5%, средняя — 8%) создавались искусственно путем использования набора солей согласно шкале засоленности для питательных растворов [14]. Для обеспечения заданной степени засоления почвы предварительно был поставлен модельный опыт, в котором на основании данных о расчетной засоленности и действительно получаемой по плотному остатку и ионному составу водной вытяжки находили используемую затем в расчетах. При засолении почвы каждую навеску соли растворяли и тщательно перемешивали со всем объемом почвы (6 кг). Чтобы исключить возможность промывания солей в лежащий ниже слой, засоленную почву помещали в сосуд послойно и каждый слой увлажняли приблизительно до 50% полной влагоемкости (ПВ).

Измельченную солому риса сорта Краснодарский 424 (размер частиц менее 5 мм) вносили в верхний (0—10 см) слой почвы из расчета 4 и 8 т на 1 га.

После заделки соломы почву в сосудах увлажняли до 60—70% ПВ и оставляли в таком состоянии до весны следующего года при

естественной температуре воздуха под навесом. С наступлением устойчивой теплой погоды сосуды с почвой выставляли на открытое место, почву в поверхностном слое до посева риса дважды тщательно перемешивали.

Опыт закладывали на фоне производственных доз (в кг д. в. на 1 га) минеральных удобрений — $N_{200}P_{90}K_{90}$. В качестве источника азота применяли сульфат аммония, фосфора — дикальций фосфат, калия — хлористый калий. Азотное удобрение вносили в 2 срока — 2/3 дозы перед посевом и 1/3 в фазу 4—5 листьев, фосфорнокалийные — в один прием.

Наклюнувшиеся семена риса высевали по 15 шт. в каждый сосуд. После прореживания, проводившегося по всходам, для учета урожая оставляли по 10 растений. Повторность 6-кратная.

В разные фазы развития риса (всходы, кущение, цветение, спелость) в 10-сантиметровом слое определяли общую биологическую активность почвы — по накоплению свободных аминокислот на льняной ткани [10], реакцию почвенного раствора (рН) — с помощью комбинированного электрода на универсальном рН-метре, обменный аммоний — феноловым методом [9], подвижные фосфаты — в 0,5 н. уксуснокислой вытяжке [1], обменный калий — на пламенном фотометре.

Результаты исследования

В течение вегетации риса не наблюдалось различий в изменении биологической активности изучаемых почв. К фазе цветения риса она достигала максимума, а к моменту уборки урожая резко снижалась (рисунок).

Внесение соломы и полной дозы минеральных удобрений положительно сказывалось на биологической активности почв во все периоды исследования. На неудобренном фоне действие соломы на биологическую активность было незначительное, хотя и отмечалась некоторая тенденция к ее повышению.

Луговая легкосуглинистая и лугово-черноземовидная почвы характеризовались одинаковой биологической активностью, которая при внесении соломы несколько повышалась. Применение $N_{200}P_{90}K_{90}$ по заделанной в почву соломе усиливало биологическую активность, особенно значительно на лугово-черноземовидной почве и в меньшей степени на засоленной лугово-болотной почве.

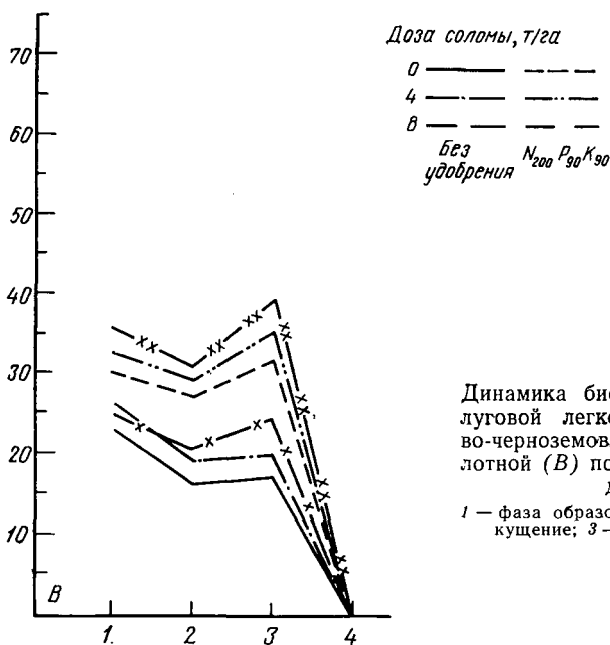
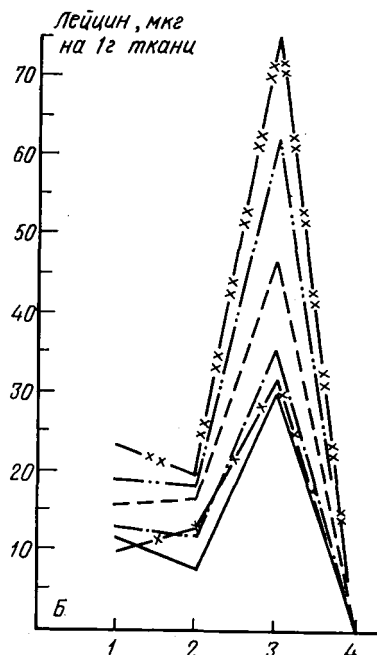
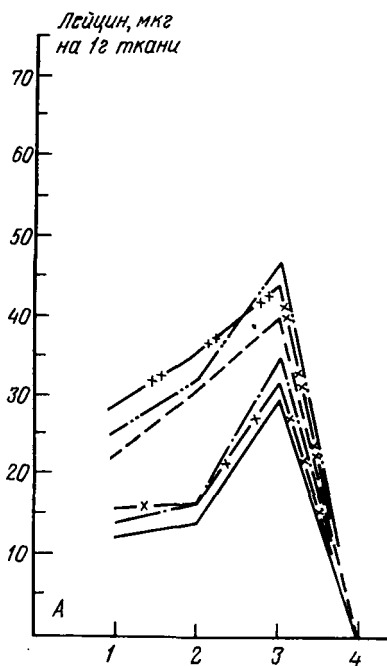
Увеличение дозы соломы до 8 т/га на лугово-черноземовидной и лугово-болотной почвах при внесении минеральных удобрений не вызывало отрицательного действия на их биологическую активность, что указывает на возможность заделки в эти почвы еще большего количества соломы. На луговой легкосуглинистой почве, видимо, целесообразнее применять дозу соломы 4 т/га.

Следует отметить, что в целом процессы минерализации наиболее интенсивно протекают в первые 1,5 мес вегетации риса.

Наблюдения за реакцией почвенного раствора при внесении соломы показали, что значения рН к фазе спелости риса несколько снижаются. В фазе всходов значения рН были ниже в вариантах совместного внесения соломы и удобрений. К уборке риса реакция почвенного раствора смещалась и более низкое значение рН наблюдалось при заделке соломы без удобрений, особенно при высоких дозах соломы.

Таким образом, внесение минеральных удобрений совместно с соломой оказывает положительное влияние на биологическую активность почвы и смещает реакцию почвенного раствора в сторону подщелачивания к концу вегетации риса.

В результате осенней заделки соломы в почву существенно изменилась подвижность в ней основных элементов питания. Из данных



Динамика биологической активности луговой легкосуглинистой (А), лугово-черноземовидной (Б) и лугово-болотной (В) почв при внесении разных доз соломы.

1 — фаза образования всходов у риса; 2 — кущение; 3 — цветение; 4 — спелость.

табл. 1—3 видно, что внесение соломы способствует мобилизации обменного аммония, подвижного фосфора и обменного калия.

Внесение соломы без минеральных удобрений приводит к закреплению обменного аммония в лугово-черноземовидной и лугово-болотной почвах в фазу всходов риса. В луговой легкосуглинистой почве он обнаруживается в это время даже в большем количестве. В последующие периоды развития содержание аммония при внесении соломы на засоленной почве начинает снижаться с фазы кушения, а на незасоленной лугово-черноземовидной — с фазы цветения. Некоторое увеличение количества обменного аммония на поздних стадиях вегетации

Т а б л и ц а 1

Динамика содержания обменного аммония в почвах в период вегетации риса при внесении соломы (мг/100 г сухой почвы)

Доза внесения соломы, т/га	Всходы		Кушение		Цветение		Спелость	
	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK
Луговая легкосуглинистая								
0	0,91	1,81	1,35	2,67	3,06	3,65	4,42	5,27
4	1,26	2,98	1,69	3,96	3,43	4,00	5,75	5,93
8	1,00	2,61	1,50	3,51	3,90	4,29	5,79	5,93
Лугово-черноземовидная								
0	2,04	6,36	1,85	4,99	2,93	4,39	3,26	3,86
4	1,88	6,49	1,97	5,03	3,26	3,94	3,74	5,24
8	1,59	7,33	2,03	5,24	3,49	4,24	4,08	5,88
Лугово-болотная слабозасоленная								
0	1,52	6,49	1,62	2,42	3,38	3,48	3,21	3,72
4	1,38	7,59	1,71	2,46	3,59	3,65	3,74	5,16
8	1,20	8,68	1,93	2,88	3,63	3,97	4,94	5,32
среднезасоленная								
0	1,92	6,49	1,61	2,32	3,12	3,58	3,36	3,89
4	1,76	7,79	2,12	2,61	3,85	4,05	3,74	4,53
8	1,34	8,84	3,15	3,95	4,18	4,54	4,03	5,70

Т а б л и ц а 2

Динамика содержания подвижных фосфатов в почве в период вегетации риса при внесении соломы (мг/100 г сухой почвы)

Доза внесения соломы, т/га	Всходы		Кушение		Цветение		Спелость	
	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK	без удобрения	НPK
Луговая легкосуглинистая								
0	4,40	7,60	5,32	10,20	14,43	17,33	11,76	13,52
4	5,44	11,37	5,84	11,76	14,43	18,53	11,76	15,00
8	6,56	11,92	7,46	13,78	15,61	20,81	12,10	17,43
Лугово-черноземовидная								
0	21,50	28,81	18,10	23,40	22,48	28,80	14,90	18,30
4	22,48	30,49	18,50	23,90	23,13	33,43	14,90	19,10
8	24,81	32,15	22,50	30,21	23,28	34,42	14,90	19,60
Лугово-болотная слабозасоленная								
0	7,62	13,56	5,52	11,20	14,90	19,52	10,37	10,37
4	7,61	14,43	6,30	11,76	15,30	21,20	11,92	17,20
8	8,67	14,43	8,57	14,93	17,40	20,82	14,43	18,20
среднезасоленная								
0	7,40	13,78	7,81	14,10	13,56	18,30	10,37	14,43
4	8,57	14,90	11,20	14,43	13,56	18,60	11,54	14,90
8	11,20	14,43	12,23	14,95	19,50	22,13	14,67	18,50

Динамика содержания обменного калия в почве в период вегетации риса при внесении соломы (мг/100 г сухой почвы)

Доза внесения соломы, т/га	Всходы		Кущение		Цветение		Спелость	
	без удоб- рения	НРК	без удоб- рения	НРК	без удоб- рения	НРК	без удоб- рения	НРК
Луговая легкосуглинистая								
0	45,5	51,5	31,3	34,7	22,9	23,7	32,8	36,3
4	51,0	67,9	36,0	46,9	29,6	30,6	43,2	48,6
8	66,6	69,3	45,8	46,2	31,9	36,3	46,0	53,1
Лугово-черноземовидная								
0	77,1	83,8	46,9	51,0	34,8	40,1	40,5	43,7
4	81,6	87,8	50,8	55,9	35,7	45,3	46,2	51,4
8	83,9	92,5	60,2	70,7	44,8	49,0	50,2	57,8
Луговс-болотная слабозасоленная								
0	49,2	62,3	27,2	42,1	21,2	23,9	25,1	29,2
4	55,1	66,3	39,3	45,6	30,5	29,6	29,0	36,7
8	63,6	68,9	48,1	51,0	31,8	34,6	34,5	39,4
среднезасоленная								
0	48,2	64,8	35,6	44,7	23,1	24,1	27,8	33,2
4	56,9	67,2	35,9	53,1	30,1	35,3	34,6	39,7
8	71,9	73,2	53,9	56,4	35,3	42,6	37,8	40,1

риса (фаза спелости), возможно, связано с уменьшением потребления его растением.

Исследования показали, что при внесении соломы в дозах 4 и 8 т/га содержание аммонийных соединений азота в почве увеличивается, особенно при заделке соломы по фону $N_{200}P_{90}K_{90}$.

Потребление подвижных фосфатов в разные фазы развития риса неодинаковое. Максимум их поглощения, как известно, приходится на фазу кущения (табл. 2). Анализ данных табл. 2 показывает, что внесение соломы без удобрений и по фону $N_{200}P_{90}K_{90}$ приводило к увеличению подвижности фосфатов. Подвижность фосфора была наибольшей в вариантах солома+минеральные удобрения. Увеличение дозы соломы способствовало мобилизации легкодоступных для риса соединений фосфора, извлекаемых 0,5 н. уксусной кислотой.

Отмечено положительное действие соломы на высвобождение обменного калия и переход его в почвенный раствор (табл. 3). Существенных различий в содержании подвижного калия в почве при внесении различных доз соломы по фону $N_{200}P_{90}K_{90}$ и без удобрений не обнаружено.

Повышение биологической активности почвы и содержания доступных элементов минерального питания определяло увеличение урожая зерна. Данные табл. 4 показывают, что в результате внесения соломы по фону НРК продуктивность риса повысилась на всех изучаемых почвах. Наибольшая прибавка урожая получена на луговой легкосуглинистой почве при внесении соломы в дозе 4 т/га, а на других почвах — при ее дозе 8 т/га.

Таким образом, полученные данные указывают на возможность применения соломы в качестве органического удобрения на почвах зоны Приазовских плавней.

Продуктивность риса на различных почвах в зависимости от дозы внесения соломы

Доза внесения соломы, т/га	Без удобрения				N ₂₀₀ P ₉₀ K ₉₀			
	масса зерна с 1 расте- ния, г	прибавка урожая		НСР ₀₅	масса зерна с 1 расте- ния, г	прибавка урожая		НСР ₀₅
		г	%			г	%	
Луговая легкосуглинистая								
0	1,37	—	—	0,1	1,88	—	—	
4	1,69	0,32	23,3	0,15	2,67	0,79	42,0	0,12
8	1,54	0,17	12,4		2,29	0,41	21,2	
Лугово-черноземовидная								
0	1,96	—	—		2,55	—	—	
4	2,06	0,10	5,1	0,15	2,94	0,39	15,3	0,15
8	2,14	0,18	9,2		3,20	0,65	25,5	
Лугово-болотная слабозасоленная								
0	1,52	—	—		1,84	—	—	
4	1,71	0,19	12,5	0,17	2,06	0,22	11,9	0,15
8	1,72	0,20	13,1		2,17	0,33	18,1	
среднезасоленная								
0	1,22	—	—		1,61	—	—	
4	1,27	0,05	4,1	0,14	1,87	0,26	16,1	0,15
8	1,31	0,09	7,4		1,97	0,36	22,4	

Выводы

1. Внесение соломы совместно с минеральными удобрениями (N₂₀₀P₉₀K₉₀) способствует увеличению биологической активности почвы. Чем выше доза соломы, тем больше биологическая активность всех почв, кроме луговой легкосуглинистой. В последнем случае не обнаружено резких различий в биологической активности при внесении возрастающих доз соломы.

2. Содержание в почве подвижных соединений азота, фосфора и калия увеличивается при осенней заделке соломы в почву, что положительно сказывается на урожайности риса.

3. Внесение соломы в количестве 4—8 т на 1 га совместно с минеральными удобрениями позволяет получать математически достоверную прибавку урожая риса при его возделывании на всех изучаемых почвах. Наибольшая прибавка зерна от внесения соломы без минеральных удобрений получена на луговой легкосуглинистой почве при дозе 4 т/га, а на лугово-болотной — при дозе 8 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Изд-во МГУ, 1970. — 2. Вагиас К. Ф. Производственный опыт использования соломы для удобрений рисовых полей дельты Кубани. В сб.: Повышение плодородия почв рисовых полей. М., «Наука», 1977, с. 246. — 3. Востров И. С. Методика определения интенсивности восстановительных процессов в затопленных почвах. В сб.: Микроэлементы в сельск. хоз-ве. М., Изд-во МГУ, 1970,

с. 75. — 4. Востров И. С., Сидоренко О. Д. и др. Использование рисовой соломы как органического удобрения под культуру риса. В сб.: Повышение плодородия почв рисовых полей. М., «Наука», 1977, с. 222. — 5. Долгих Ю. Р. Влияние внесения соломы на урожай риса. «Докл. ТСХА», 1970, вып. 160, с. 112. — 6. Долгих Ю. Р., Ладатко А. Г. и др. Использование соломы в качестве органического удобрения под рис. В сб.: Повышение пло-

родия почв рисовых полей. М., «Наука», 1977, с. 252. — 7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., «Колос», 1974. — 8. Коновалов В. А., Осадчий В. Н. и др. Рисовая солома как удобрение на рисовых полях. В сб.: Повышение эффективности орошаемого земледелия. Одесса, 1975, с. 17 — 9. Кудеяров В. Н. Калориметрическое определение аммонийного азота в почвах и растениях феноловым методом. «Агрохимия», 1965, № 6, с. 146. — 10. Мишустин Е. Н., Петрова А. Н. Образование свободных аминокислот на разрушающейся в почве целлюлозе. «Микробиология», 1966, т. 3, вып. 35, с. 491. — 11. Мишустин

Е. Н., Долгих Ю. Р., Сидоренко О. Д., Рао В. Р. Использование рисовой соломы как органического удобрения под культуру риса. «Агрохимия», 1975, № 7, с. 80. — 12. Неунылов Б. А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. Владивосток, Приморское кн. изд-во, 1961. — 13. Рао В. Р. Влияние соломы как удобрения на урожай риса. «Изв. АН СССР», сер. биол., 1973, № 3, с. 420. — 14. Строгонов Б. П. Физиологические основы солеустойчивости растений. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 57. — 15. Указания по проведению промывок засоленных земель. М., «Колос», 1973.

Статья поступила 23 августа 1977 г.