

МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 663.18:631.51

ЩЕЛОЧЕОБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЧВАХ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ КАРАТАЛЬСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

М.Б. Есимбеков

*Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. 050060, г. Алматы,
пр-т аль-Фараби, 75 в, Академгородок. e-mail: saparov@nursat.kz*

На основе анализа результатов лабораторных исследований было выявлено, что высокое значение рН и титровальной щелочности среды не являются основными факторами гибели риса на почвах тяжелого и легкого механического состава, а боратная форма щелочности.

ВВЕДЕНИЕ.

Одним из химических элементов, соединения которого обуславливают возникновение засоленных почв, является бор [1]. В почвах сухостепной, полупустынной и пустынной зон России валовое содержание бора самое высокое и достигает от 200 до 400 мг/кг почвы [2]. Такие почвы называют боратыми солончаками [3]. Некоторые исследователи отмечают, что среднее содержание водорастворимых соединений бора в засоленных почвах колеблется в пределах 5 – 10 мг/кг почвы [4].

Для нормального роста и развития сельскохозяйственных растений большое значение имеет содержание в почве подвижного бора. В кислых почвах нечерноземной полосы бор встречается в виде труднодоступных минеральных и органических соединений [5]. А в нейтральных и щелочных почвах содержится значительное количество растворимых минеральных соединений этого элемента. Избыток боратов в почве и воде более опасно для растений, чем избыток других легкорастворимых солей. Поэтому при выполнении почвенно-мелиоративных исследований необходимо обратить особое внимание на уровень борного засоления почв. Сопоставление токсичности боратов и других солей показало, что бораты наиболее ядовитые по отношению растительности.

В этом направлении выполнен ряд работ казахстанскими исследователями. Сотрудники лаборатории химии почв

Института почвоведения АН КазССР, изучали содержание валового и подвижного бора в почвах республики [6]. Результаты их исследований показали, что борное засоление на больших площадях встречается только в Прикаспийской низменности, а в остальных местах оно представлено мелкими пятнами. В основном почвы Казахстана не нуждаются в борных удобрениях. Исключение составляют почвы, используемые под посев сахарной свеклы, у которой высокая потребность в боре. Например, применение борного удобрения (от 0,5 до 1,5 кг/га) в Таш – Уткульском массиве в низовьях р. Чу повысило урожайность и сахаристость свеклы [7]. Однако по мнению ряда исследователей большое содержание водорастворимого бора в почвах оказывает неблагоприятное воздействие на рост и развитие растений. Во всех рисосеющих хозяйствах Республики рисоводы сталкиваются с припядствиями – массовой гибелью всходов риса на засоленных почвах [8-10].

Ряд исследователей занимавшихся разработкой методов борьбы с гибелью всходов риса на засоленных почвах пришли к выводу, что основным фактором гибели риса являются щелочеобразующие соли. В засоленных такыровидных почвах Акдалинского массива было определено содержание общей, частной и боратной форм щелочности. По их мнению, при изучении щелочности почв рисовых полей, необходимо дифференцированное определение различных

форм щелочности. Они в различной степени могут влиять на интенсивность роста и развития культуры риса.

На основе анализа и результатов исследований выше указанных авторов нами было зафиксировано, что в Каратальском массиве орошения на затопленных солонцевато-солончаковых почвах тяжелого и легкого механического состава содержание подвижного бора 10 мг/кг почвы. В связи с этим и массовой гибелью всходов риса в данном массиве возникла необходимость решать следующую задачу:

- выяснить щелочеобразующую способность борных соединений на засоленных почвах тяжелого и легкого механического состава и их токсичное действие на рост и развитие риса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются засоленные почвы тяжелого и легкого механического состава в научно-производственном кооперативе «Опытное» Каратальского района, Алматинской области. Основными видами почв, на которых возделывается рис в Каратальской ирригационной системе, являются: лугово-сероземные, лугово-болотные, лугово-аллювиальные и сероземы. Естественное плодородие этих почв низкое. В слое 0-30 см содержится 0,9-1,2 % гумуса; 0,9-1,2 мг легкогидролизуемого азота; 0,9-1,6 мг подвижного фосфора; 53-75 мг обменного калия на 100 г почвы; pH водной вытяжки 7-8. К факторам низкого плодородия этих почв следует отнести и засоленность грунтов. Источником орошения Каратальского массива является р. Каратал. Грунтовые воды находятся на уровне 1,5-2 м и способствуют гидроморфному типу почвообразования (луговые и болотные процессы), а необеспеченность оттока грунтовых вод - вторичному засолению.

Методический подход к исследованиям придерживался принципа последовательности во времени и пространстве, заключающиеся определения лучших и

перспективных вариантов. Таким образом, из разнообразных вариантов из года в год переходили самые лучшие из их числа. Поэтому, далее, считаем необходимым конкретно показать схемы лабораторных опытов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

В результате многолетних исследований было установлено, что в периодически затопляемых солонцевато-солончаковых почвах Каратальского массива содержание подвижного бора составляет более 10 мг/кг почвы. Следовательно, одним из основных факторов массовой гибели всходов риса на засоленных почвах тяжелого и легкого механического состава мы предположили избыточное содержание в почвах бора.

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что в такыровидной легкосуглинистой почве содержание всех форм щелочности ниже, чем в такыровидной тяжелосуглинистой. С увеличением частной щелочности повышается боратная щелочность. Отсюда следует, что при изучении щелочности почв рисовых полей, как было сказано выше, необходимо дифференцированное определение содержания различных форм щелочности. Они в различной степени могут влиять на интенсивность роста и развития культуры риса.

Таким образом, на основе анализа данной таблицы несомненным является влияние борных соединений на повышение щелочности почвенной среды. Поэтому изучение щелочеобразующей способности борных соединений в засоленных почвах тяжелого и легкого механического состава и разработка способов его регуляции имеет непосредственный научно-практический интерес. С целью выяснения влияния основных щелочеобразующих солей на прорастание семян риса проводили лабораторные опыты. Почвенную пробу отбирали из незасоленных полей Каратальского массива.

Таблица 1 – Содержание общей и боратной щелочности в почвах, мг-экв/100 г почвы

Название почвы	Глубина, см	pH (почва: вода: 1:1)	Общая щелоч- ность	Частная щелоч- ность	Боратная щелоч- ность
Такыровидная солончаковато-солонцеватая легкосуглинистая, Акдалинский массив*	0-5	8,52	0,70	0,067	0,084
	5-10	8,54	0,75	0,069	0,102
	10-30	8,67	1,15	0,167	0,102
	30-50	8,72	2,16	0,200	0,122
Такыровидная солончаковато-солонцеватая тяжелосуглинистая, Акдалинский массив*	0-15	9,7	0,56	0,05	0,024
	15-25	10,35	4,70	0,80	0,240
	25-35	10,30	3,60	1,00	0,108
Солончаковато-солонцеватая, тяжелосуглинистая, Каратальский массив	0-10	10,35	2,49	1,80	0,240
	10-20	10,40	3,49	0,20	0,162
	20-30	10,45	4,70	1,40	0,218

Она характеризуется следующим химическим составом: общая щелочность – 0,59, Cl^- - 0,11, SO_4^{2-} - нет, Ca^{++} - 0,45, Mg^{++} - 0,16, Na^+ - 0,08 мг-экв/100 г почвы. По 100 г этой почвы помещали в чашки Петри и вносили туда различные дозы щелочеобразующих солей, затем в почву высевали по 10 зерен риса сорта «Опытное» и выращивали растение до образования 2-3 листьев.

Опыт закладывали по следующей схеме: 1 - контроль; 2 - Na_2CO_3 в concentra-

циях 0,179; 0,536; 1,071; 2,143; 4,300 мг-экв/л, 3 - NaHCO_3 в этих же концентрациях; 4 - Na_2SiO_3 и 5 - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ в указанных концентрациях. Каждый вариант имел 5-кратную повторность. Интенсивность роста 10 растений в каждой чашке Петри проверялось в течении 14 дней. При этом измерялось длина каждого проростка с последующим арифметическим усреднением. Результаты опыта отражены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Выявление токсичности различных щелочных соединений на интенсивность роста риса

Полученные данные наглядно свидетельствуют о том, что все испытываемые соли отрицательно действуют на рост риса. Самым угнетающим свойством из 4

щелочеобразующих солей обладал тетраборат натрия, который уже при содержании в почве в количестве 0,179 мг-экв/100 г почвы отрицательно действо-

вал на проростки. При содержании натрия в количестве 0,536 мг-экв/100 г почвы проростки риса достигали всего 2 см высоты, а затем погибали. В то же время, при этой концентрации нормальной соды они имели 7 см высоты, при кремнекислом натрии – 8,3 см и бикарбората натрия – 4,2 см. В контрольном варианте – без внесения в почву каких-либо токсичных солей – высота растений за период наблюдения составила 9,5 см. Наименее токсичной из 4 испытанных щелочеобразующих солей оказался кремнекислый натрий, который при средних концентрациях (0,536-1,071 мг-экв/100 г почвы) не задерживает рост риса на ранних стадиях его развития. Неожиданно обнаружился более повышенный токсикоз, по сравнению с нормальной содой, у бикарбората натрия, который уже при малых концентрациях (0,179) мг-экв/100 г почвы угнетающе действует на молодые растения риса. Однако эта соль, а так же сода и кремнекислый натрий, внесенные во всех концентрациях, не привели, в отличие от тетрабората, к полной гибели риса.

После окончания наблюдений за проростками риса определялся pH и подвергался химическому анализу каждый образец почвы (таблица 2).

Из приведенных данных в таблице 2 видно, что величина pH увеличивается с повышением содержания внесенных в почву солей. Однако, несмотря на одинаковую концентрацию введенных различных щелочеобразующих солей, титровальная щелочность разная. Так же следуют отметить, что между титровальной щелочностью и величиной pH не наблюдается синхронности. Так, титровальная щелочность почвы с тетраборатом натрия высокая (3,42 мг-экв/100 г почвы), а величина pH доходит только до 9. В то же время с карбонатом и бикарборатом натрия щелочность составляет около 1,9 мг-экв/100 г почвы, pH-10. Выяснилось, что тетраборат натрия не вступает с компонентами почвы в обмен-

ную реакцию, особенно с кальцием. С остальными солями, по-видимому, происходит обменная реакция, с чем свидетельствует снижение содержания кальция в почве.

Таким образом, из изученных солей наиболее токсичным оказался тетраборат натрия. Эта соль вдвойне неблагоприятно действует на рост риса: во-первых, повышает щелочность среды и, во-вторых, сам бор является сильным токсином по отношению роста и развития культуры риса. Несомненным является влияние и других борных соединений на повышение щелочности почвенной среды. Однако, на наш взгляд, их токсичное действие более существенно. Поэтому изучение борного токсикоза в почвах рисовых полей и разработка способов его регуляции имеет непосредственный практический интерес.

Следует отметить, что при проведении данного эксперимента придерживался схемой и принципом постановки лабораторного эксперимента с почвой Акдалинского массива орошения [9]. Этот подход выбран с целью сравнительного изучения и уточнения целесообразности разработки теоретической основы изучаемой проблемы в различных почвенных разностях рисовых полей для получения сопоставимых и достоверных результатов исследования.

Эта проблема становится злободневной как в нашей стране, так и за рубежом. Например, Поннамперума [11] наблюдал признаки токсичности бора на растениях риса, выращиваемых на засоленном пылеватом суглинке с pH почвенного раствора 8,1 и содержанием водорастворимого бора 9,1 мг/кг почвы. Те же признаки автор отмечает в вегетационных опытах, при выращивании риса, на двух типах почв: с pH-6,6 и 4,6 и содержанием подвижного бора 0,9 и 0,6 мг/кг почвы. При внесении в эти почвы бора 20 мг/кг в виде буры приводило к повышению концентраций бора в почве до 9,3 и 6,7 мг/кг почвы, при этом наступала гибель риса.

Таблица 2 - Влияние различных щелочных солей на pH и химический состав почвы (%/ мг- экв на 100 г почвы)

Вариант опытов	Дозы мг-экв/100 г почвы	pH	Щелочность по метилоранжу	Щелочность по фенолфталеину	C? -	SO ₄ --	Ca ++	Mg ++	Сумма анионов	Сумма катионов	Na +
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль		8,60	0,036 0,59	нет	0,004 0,11	Нет	0,009 0,45	0,002 0,16	- 0,70	- 0,69	0,002 0,03
Почва + Na ₂ CO ₃	0,179	8,75	0,031 0,51	нет	0,003 0,08	0,011 0,23	0,008 0,40	0,003 0,25	- 0,59	- 0,82	0,004 -
	0,536	9,00	0,041 0,67	нет	0,004 0,11	0,001 0,03	0,006 0,30	0,001 0,080	- 0,78	- 0,81	0,010 0,43
	1,071	9,20	0,046 0,75	следы	0,003 0,08	0,011 0,23	0,005 0,25	0,001 0,08	- 0,83	- 1,06	0,017 0,73
	2,143	9,65	0,070 1,15	0,029 0,96	0,006 0,17	0,015 0,31	0,005 0,25	0,001 0,08	- 1,32	- 1,63	0,030 1,30
	4,360	10,05	0,120 1,97	0,077 2,56	0,004 0,11	0,025 0,52	0,005 0,25	0,002 0,16	- 2,08	- 2,60	0,050 2,19
Почва + NaHCO ₃	0,179	8,65	0,029 0,47	нет	0,001 0,03	0,013 0,27	0,007 0,35	0,003 0,25	- 0,50	- 0,77	0,004 0,17
	0,536	8,70	0,036 0,59	нет	0,003 0,08	0,006 0,13	0,005 0,25	0,001 0,08	- 0,67	- 0,80	- 0,47
	1,071	9,10	0,041 0,67	следы	0,004 0,11	0,011 0,24	0,004 0,20	0,001 0,08	- 0,78	- 1,02	- 0,74
	2,143	9,65	0,067 1,10	0,024 0,80	0,003 0,08	0,021 0,44	0,004 0,20	0,001 0,08	- 1,18	- 1,62	- 1,34
	4,360	10,01	0,113 1,85	0,067 2,23	0,003 0,08	0,028 0,60	0,004 0,20	0,002 0,10	- 1,93	- 2,53	- 2,17

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Почва + Na ₂ SiO ₃	0,179	8,60	0,034 0,56	нет							
	0,536	8,65	0,034 0,056	Нет							
	1,071	8,75	0,034 0,56	0,004 0,11	0,004 0,11	0,006 0,14	0,006 0,30	0,001 0,08	- 0,67	- 0,81	0,010 0,43
	2,143	9,00	0,041 0,67	следы	0,004 0,11	0,011 0,24	0,005 0,25	0,001 0,08	- 0,78	- 1,02	0,016 0,69
	4,360	8,45	0,070 1,15	0,019 0,63	0,004 0,11	0,025 0,54	0,004 0,20	0,001 0,08	- 1,26	- 1,80	0,035 1,52
	0,179	8,65	0,34 0,56	следы	0,003 0,08	0,001 0,05	0,007 0,35	0,001 0,08	- 0,64	- 0,69	0,006 0,26
Почва + Na ₂ B ₄ O ₇	0,536	8,85	0,043 0,70	0,029 0,96	0,003 0,08	0,012 0,25	0,007 0,35	0,001 0,08	- 0,78	- 1,03	0,014 0,60
	1,071	9,00	0,067 1,10	0,053 1,76	0,006 0,17	0,003 0,06	0,006 0,30	0,001 0,08	- 1,27	- 1,33	0,022 0,95
	2,143	8,80	0,118 1,93	0,079 2,63	0,004 0,11	0,012 0,28	0,007 0,35	0,001 0,08	- 2,04	- 2,32	0,046 1,99
	4,360	9,00	0,209 3,42	0,211 7,03	0,003 0,08	0,005 0,10	0,009 0,45	0,003 0,25	- 3,50	- 3,60	0,067 2,90

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при изучении засоленных почв тяжелого и легкого механического состава Каратальского массива орошения установлено, что в такыровидных легкосуглинистых засоленных почвах содержание общей, частной и боратной форм щелочности ниже, чем в такыровидной тяжелосуглинистой; с увеличением частной щелочности повышается содержания боратной формы щелочности.

При выяснении влияния токсичности различных щелочных соединений на интенсивность роста риса установлено, что все испытуемые соли отрицательно действуют на его рост. Самым угнетающим свойством обладает тетраборат натрия, который уже при содержании в почве в количестве 0,179 мг-экв/100 г почвы угнетающе действовал на проростки. Наименее токсичной оказался кремнекислый натрий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковда В.А. Солончаки и солонцы. М.-Л.: АН СССР. 1937.
2. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. Микроэлементы в с/х и медицине ДСКА. V Всесоюз. совещ. Т.№1. Ула-Уде. 1966.
3. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР. 1957.
4. Илин В.В., Аникина А.П. О борном засолении почв. «Почвоведение». 1974. № 1. С. 102-108.
5. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. М.-Л.: «Химия». 1965.
6. Грабаров П.Г., Шлавицкая З.М., Путро Л.К., Швандер Г.А. Содержание валовых и подвижных форм микроэлементов В, Zn, Со, Мо, Си, Мп в почвах Алма-Атинской области. Алма-Ата. Сводный отчет. Рукопись. Фонд библиотеки КНИИЗа. 1970.
7. Войнова Т.Н. Влияние микроэлементов на некоторые физиологические процессы и урожай сахарной свеклы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. Алма-Ата. 1967. С. 170.
8. Егоричев Г.А., Байменова А.Т. О причине гибели всходов риса в Южном Прибалхашье // Известия АН КазССР. Серия биологическая. № 3. 1980. С. 66-69.
9. Байменова А.Т. Природа щелочности почв рисовых полей Акдалинского массива орошения и способы ее снижения. Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Алма-Ата. 1983. С. 20.
10. Мамутов Ж.У. Щелочность почв и оросительной воды рисовых полей Казахстана и пути ее регулирования. Автореферат док. биол. наук. М.: 1993. С. 48.
11. Ponnamperna F. H. Specific soil chemical characteristics for rice production in Asia. IRRY. Research paper series. №2. 1976. 2. P. 79-83.

ТҮЙІН

Зертханалық зерттеулерді талдаған кезде рН мәнінің жоғарылығы және титрленген сілтілі ортаның механикалық құрамы ауыр және жеңіл топырақтардағы күріштің өспей қалуының негізгі факторлары болып табылмайтындығы, сілтіліктің боратты түрі негізгі фактор болатындығы анықталды.

Resume

The destruction of the rice is not influenced with high value pH and titrating alkali environments on the basis of the analysis of laboratory researches it has been revealed. The destruction of rice is influenced boron alkali.