

ИЗМЕНЕНИЕ ИОННОГО СОСТАВА ЖИДКОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ВОДАМИ

П.Л.Кречетов

Факультет почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва

Ввиду нехватки вод хорошего качества в последнее время для орошения черноземных почв все шире используются воды повышенной солености. Воздействие этих вод на растения и почвы отрицательно и различается в зависимости от их минерализации и состава ионов. При контакте таких вод с почвами в первую очередь меняется состав ионов в жидкой фазе. Оперативный контроль за составом ионов жидкой фазы почв позволяет предсказать изменение химических, физико-химических и физических свойств почв и, следовательно, изменение их плодородия в будущем.

В данной работе приведены результаты наблюдения изменения активности ионов Ca^{2+} , Na^{+} и показателя pH жидкой фазы черноземов под влиянием орошения минерализованными водами (2,5 г/л) сульфатно-натриевого состава.

Объект исследования: чернозем обыкновенный мицеллярно-карбонатный тяжелосуглинистый (предкавказский) неорошаемый и орошаемый 17 лет. Контроль за составом жидкой фазы осуществлялся ионоселективными электродами на pH - ЭСЛ-41Г-05, ЭСЛ-43-07,

на ион Ca^{2+} - ЭМ-Са-01 и на ион Na^+ - ЭСЛ-51Г-04 (по восемь электродов каждой функции). Измерения проводились в почве ненарушенного сложения (*in situ*) /1/. Одновременно фиксировались давление почвенной влаги тензиометром и температура почвы. Работа выполнялась в середине июля. На исследуемых полях возделывалась пшеница.

При одинаковой температуре 19-22°C и давлении почвенной влаги от 4 до 13 кПа достоверных различий в измеренной активности Ca^{2+} и показателя pH на орошаемом и неорошаемом участках выявлено не было. Величины активности Ca^{2+} и показателя pH на орошаемом и неорошаемом участках колебались от 9,29 до 24,18 ммоль/л и от 7,16 до 7,65, соответственно. Активность иона Na^+ под влиянием орошения возросла с 1,03-1,78 до 16,67-37,19 ммоль/л.

Соотношение ионов жидкой фазы определяет состав почвенного поглощающего комплекса (ППК). В условиях орошения минерализованными водами большое значение имеет соотношение ионов Na^+ и Ca^{2+} в оросительной воде. Повышенное содержание Na^+ в ней приводит к увеличению доли Na^+ в жидкой фазе почв и, следовательно, в составе ППК. Этот процесс хорошо известен как процесс осолодчения почв. Кальций в этом случае является не только конкурирующим ионом в реакциях обмена, но и может регулировать pH жидкой фазы в момент орошения.

Для изучения изменения состава жидкой фазы почв в момент полива их минерализованными водами на орошаемом участке обыкновенного чернозема проведен модельный микрополевой опыт на двух площадках размером 50x50 см. Полив на опытных площадках проведен нормой 300 м³/га. До и после полива с 9.00 до 21.00 каждые 3 часа выполнялось измерение активности ионов Ca^{2+} , Na^+ и показателя pH. Результаты эксперимента представлены на рисунке (графики построены по средним величинам двух площадок).

Полученные данные показывают, что при поливе происходит разбавление жидкой фазы почв. В первый час после полива активность ионов Ca^{2+} и Na^+ снижается в 2-3 раза с 30-50 до 15-20 ммоль/л и с 50-90 до 30-40 ммоль/л, соответственно. В течение последующих трех суток изменения средних значений активности ионов при увеличении давления почвенной влаги незначительны и являются статистически недостоверными.

Для характеристики степени влияния соотношения ионов Na^+ и Ca^{2+} в составе жидкой фазы на соотношение их в ППК воспользуемся уравнением Б.П.Никольского /4/:

$$\frac{S_{\text{Na}^+}}{\sqrt{S_{\text{Ca}^{2+}}}} = K \frac{a_{\text{Na}^+}}{\sqrt{a_{\text{Ca}^{2+}}}}, \text{ где}$$

S_{Na^+} , $S_{\text{Ca}^{2+}}$ - количество обменных ионов в ППК, в

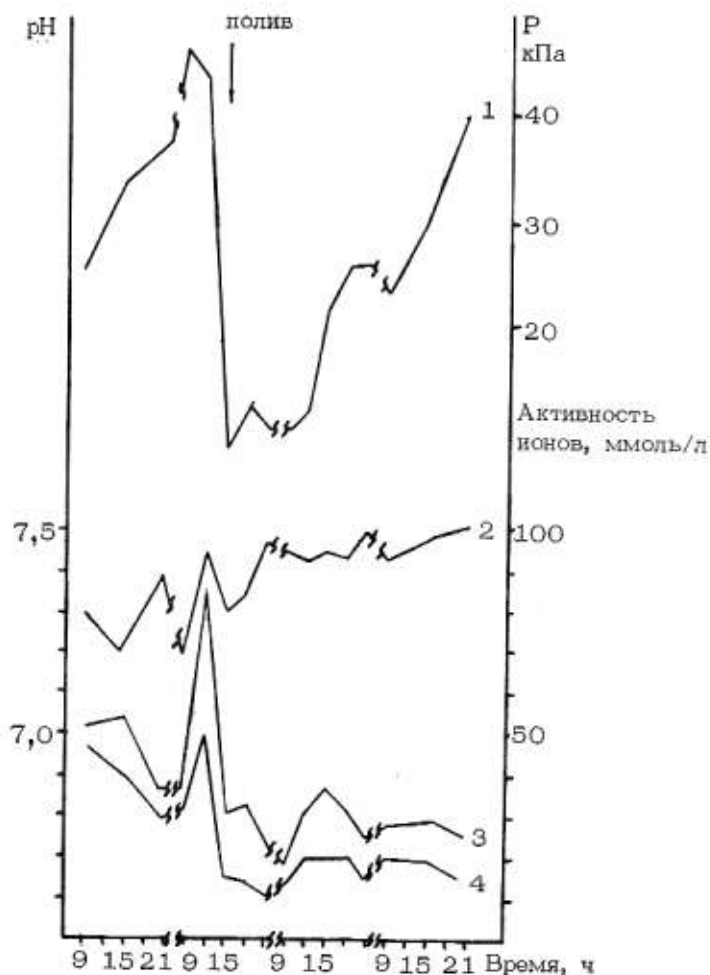


Рис. Изменение состава жидкой фазы чернозема обыкновенного орошаемого при модельном поливе: 1 - давление почвенной влаги, 2 - pH; 3 - активность иона Na^+ , 4 - активность иона

мг.экв/100 г почвы, a_{Na^+} , $a_{\text{Ca}^{2+}}$ - активность ионов в равновесном растворе, K - коэффициент селективности ионного обмена,

Примем допущение, что константа селективности ионного обмена в момент полива постоянна, тогда изменение состава ионов в ППК будет зависеть от соотношения $\frac{a_{\text{Na}^+}}{\sqrt{a_{\text{Ca}^{2+}}}}$ в жидкой фазе: чем больше это соотношение, тем больше доля Na^+ в ППК.

Динамика отношения $\frac{a_{Na^+}}{\sqrt{a_{Ca^{2+}}}}$ в ходе эксперимента
(средние величины для двух площадок)

Время до полива, ч	$\frac{a_{Na^+}}{\sqrt{a_{Ca^{2+}}}}$	Время после полива, ч	$\frac{a_{Na^+}}{\sqrt{a_{Ca^{2+}}}}$
24	6,13	1	5,58
18	4,52	3	6,30
6	4,59	6	4,93
1	5,78	15	4,62
		18	5,17
		24	5,87
В оросительной воде			5,81

Расчет отношения $\frac{a_{Na^+}}{\sqrt{a_{Ca^{2+}}}}$ показал, что несмотря на резкое снижение абсолютных величин активности ионов Na^+ и Ca^{2+} изменение соотношения между ними в жидкой фазе почв до и после полива является недостоверным и близко к соотношению этих ионов в оросительной воде (таблица). Следует также отметить, что несмотря на сильное разбавление, активность ионов в составе жидкой фазы оставалась выше их содержания в оросительной воде (активность ионов Na^+ и Ca^{2+} в воде 14,12 и 2,9 ммоль/л). Данное явление, по-видимому, следует объяснить диссоциацией ионов Na^+ и Ca^{2+} из ППК, которая поддерживает данное соотношение ионов в растворе и не дает активности ионов снизиться до величин, измеряемых в оросительной воде. Явление диссоциации ППК, насыщенного катионами, неоднократно разбиралось в литературе /5, 6/.

В работах ряда исследователей отмечалось повышение pH почвенного раствора после полива /2, 3/. Вспышка щелочности является неблагоприятным фактором орошаемого земледелия, приводящим не только к угнетению и гибели сельскохозяйственных культур, но и к изменению химических, физико-химических и физических свойств почв.

В ходе эксперимента статистических достоверных изменений показателя pH в момент и после полива не установлено. Величина pH колеблется в пределах 7,3-7,6, в то время как pH оросительной воды 8,4. Снижение pH может происходить не только за счет более высокого содержания CO_2 в газовой фазе почвы, но и в результате связывания ионов CO_3^{2-} из оросительной воды ионами кальция вследствие их высокой активности в жидкой фазе почв. Термодина-

мическими расчетами установлено, что аналогичная величина рН наблюдается в карбонатной системе при концентрации кальция 13,48 ммоль/л и равна 7,39 /7/. В условиях нашего эксперимента величина активности кальция не опускалась ниже 15-20 ммоль/л.

Выводы

1. Изменение соотношения активности ионов Na^+ и Ca^{2+} в жидкой фазе почв до и после полива является статистически недостоверным и близко к соотношению их в оросительной воде.
2. Буферной системой в отношении рН жидкой фазы обыкновенных черноземов является карбонатная система с участием кальция почвенного поглощающего комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зыкина Г.К., Снакин В.В., Быстрицкая Т.Л., Матерова Е.А. Методика применения ионоселективных электродов в почвенно-агрохимических исследованиях//Почвенно-биогеоценологические исследования в Приазовье. (Вып. 3). - М.: 1978. - С. 136-159.
2. Ковда В.А., Шаврыгин П.И., Гевельсон Г.А. Динамика щелочности в почвенных растворах при поливах//Почвоведение. - 1944, № 2-3. - С. 65-71.
3. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. - М. - Л, 1946, - Т. 1-2.
4. Никольский Б.П., Парамонова В.Н. Законы обмена между твердой фазой и раствором//Успехи химии. - 1939. - Т. 6, вып. 9. - С. 99-120.
5. Орлов Д.С., Альзубайди А. К вопросу о диссоциации поглощенных катионов (диссоциация поглощенного натрия)//Вестн. МГУ. Сер. биология, почвоведение. - 1966, - № 1, - С. 113-119.
6. Поляков Ю.А., Комаров Н.А., Князева Н.В. Диссоциация поглощенного натрия в дисперсных системах//Физико-химические аспекты почвенного плодородия. - М.: Изд-во Почвен. ин-та, 1985, с. 3-8.
7. Теоретические основы процессов засоления-рассоления почв. - Алма-Ата, Наука, 1981. - 296 с.