

ХИМИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

**^{1,2}Отаров А., ¹Еланцева Н.В., ¹Дуйсеков С.Н., ¹Молдабек Г.
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ РИСА НА СЕЗОННУЮ
ДИНАМИКУ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЩЕЛОЧНОСТИ ПОЧВ**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, проспект аль-Фараби, 75, Казахстан,
e-mail azimbay@bk.ru

²Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды ЦА, 050060,
г. Алматы, проспект аль-Фараби, 75, Казахстан

Аннотация. В работе рассматриваются актуальные вопросы, связанные с изучением природы щелочности почв рисовых полей Акдалинского массива орошения. Анализированы карбонатная, боратная, органическая щелочность и их динамика в течение вегетационного периода риса при капельном орошении и орошении методом постоянного затопления в сравнении.

Ключевые слова: засоление, карбонатная щелочность, боратная щелочность, органическая щелочность, динамика, капельное орошение, постоянное затопление, потенциометрический метод.

ВВЕДЕНИЕ

Кислотно-щелочное состояние любых почв определяет направленность почвообразовательного процесса. Большая часть орошаемых почв в Казахстане приходится на юг республики, где почвы, в основном, имеют высокую щелочность, обуславливающую снижение их плодородия.

Высокая щелочность, особенно так называемая «вспышка» щелочности является неблагоприятным фактором для орошаемого земледелия. Она вызывает пептизацию почвенных коллоидов, уплотнение и снижение плодородия, повышает содержание некоторых токсичных для растений веществ.

Особый интерес представляет изучение природы щелочности почв рисовых полей Казахстана. Их высокая щелочность в условиях аридного климата является одним из генетических признаков этих почв и от ее регулирования зависит эффективное плодородие почв.

Почвы Акдалинского массива орошения (объекта исследования) в галогеохимическом отношении в основном относятся к содово-сульфат-

ному типу засоления [1]. В условиях Акдалинского массива орошения основной фон – это щелочная почва, а увеличение щелочности при выращивании риса – это есть совокупность сложных гидрохимических, физико-химических и биологических процессов. Явление повышения щелочности изучали многие исследователи и несмотря на многочисленность полученных данных по этому вопросу до настоящего времени нет однозначного мнения о причинах «вспышки» щелочности. Существует несколько гипотез, объясняющих это явление. Одни исследователи связывают ее с наличием соды в почвах и природных водах. Образование соды путем вытеснения из коллоидного комплекса обменного натрия, получила экспериментальное обоснование в исследованиях К.К. Гедройца [2]. Ковда В.А. считал, что источником содового засоления почв служат почвенно-грунтовые воды, когда при подъеме по трещинам и порам почвенно-грунтовых вод до верхнего горизонта формируется сода [3].

Родин Л.Е. и Базилевич Н.И. возможность образования соды в почвах и природных водах связывают с

минерализацией солей органических кислот [4]. Авторы наблюдали повышение рН до 9,9 единиц при аэробном разложении органических кислот. На возможность биогенного образования соды указывал Вильямс В.П. [5]. По его мнению, поглощение анионов растениями идет интенсивнее. При этом освобождаются катионы, которые реагируют со свободной углекислотой, образуя карбонаты. Розанов А.Н. [6] отмечал, что высокая щелочность такыров и такыровидных почв обусловлена большим содержанием щелочных оснований в опаде саксаула, при минерализации которого эти почвы обогащаются содой.

Исследователи Воробьева Л.А., Замана С.П. [7] щелочность почвы и грунтовых вод объясняли, главным образом, присутствием растворимых солей щелочных и щелочноземельных элементов и анионов различных органических кислот. Действительно, щелочность водных вытяжек и почвенных растворов определяют титрованием кислотой по индикаторам фенолфталеину и метиловому оранжевому, считая, что она, как правило, обусловлена карбонат и гидрокарбонат-анионами. В то же время известно, что с кислотой может взаимодействовать любое вещество, способное присоединять протон. В почвенных растворах и водных вытяжках могут присутствовать соли слабых кислот, на титрование которых также идет кислота [9-11]. Анализ констант диссоциации показывает, что щелочность могут обуславливать анионы S^{2-} , PO_4^{4-} , $H_3SiO_4^{-1}$, $H_2BO_3^{-1}$, HCO_3^{-1} и анионы различных органических кислот.

Исследователь Аблаков Е.Б. [8] объясняет, что это повышение щелочности при орошении своим происхождением обязано изменению окислительно-восстановительных условий этих почв. Он считает, что при этом из солей, имеющих нейтральную

реакцию, образуются соли, обладающие щелочной реакцией.

Таким образом, единой теории повышения щелочности при орошении нет. В зависимости от местных климатических, почвенных, геологических, гидрологических и других условий того или иного региона все эти процессы приобретают различную направленность. В этой связи становится актуальной необходимость изучения природы щелочности для ее целенаправленного регулирования. Различные формы щелочности их сезонная динамика при капельном орошении риса совершенно не изучена и является одним из актуальных направлений почвенной науки.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования - почвы Акдалинского массива орошения. Для решения задачи изучения динамики и различных форм щелочности при различных способах орошения риса был выбран экспериментальный участок на головной части древней дельты реки Или. Участок расположен рядом с Акдалинским почвенным стационаром Казахского НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова.

Климат в низовьях р. Или резко континентальный с большой разницей температур дня и ночи, лета и зимы, с холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом. Самая высокая температура воздуха (среднемесячная) 23-25°C наблюдается в июне, причем абсолютный максимум ее достигает 40-45°C; самая низкая - 13-15°C отмечается в январе, абсолютный минимум составляет -45°C. Годовая сумма осадков 135-206 мм. Продолжительность безморозного периода в среднем 150-160 суток. Сумма положительных температур (выше +15°C) достигает 2700-3000°C, что обеспечивает возделывание риса с коротким и средним вегетационным периодом.

Определение форм щелочности, обусловленной карбонатами, боратами и анионами органических кислот, выполняли методом потенциометрического титрования по методике Воробьевой Л.А., Замана С.П. [7]. В результате получали кривые титрования, которые в зависимости от природы соединений и интервалов рН, имеют разную форму. Например, карбонат-ионы при прямом титровании кислотой характеризуются двумя резкими изменениями рН, которые на кривых титрования проявляются в виде двух скачков. Первый скачок при титровании, например, CO_3^{2-} обусловлен присоединением протона к CO_3^{2-} и переходом CO_3^{2-} в HCO_3^- , второй скачок обусловлен присоединением протона к HCO_3^- и переходом HCO_3^- в H_2CO_3 . Щелочность, которую обуславливают анионы различных органических кислот, находили по объему NaOH , пошедшему на обратное титрование системы от рН 4 до рН 7.

Аналитические образцы исследовались в лаборатории Акдалинского почвенного стационара при естественной влажности, не допуская большого разрыва между отбором проб и их анализом.

Наблюдения за динамикой щелочности проводились до затопления рисового чека и подачи воды при капельном орошении, по фазам развития риса и после уборки урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении природы щелочности почв рисовых полей Акдалинского массива при поливе способом постоянного затопления и способом капельного орошения выяснено, что в почвах одновременно существуют взаимосвязанные различные формы щелочности: карбонатная, боратная, а также щелочность, обусловленная анионами органических кислот. Они по-разному влияют на растительность (по степени токсичности) и на свойства почвы.

Повышение щелочности в момент затопления при подаче воды каплями связано с растворением и усилением реакции диссоциации, гидролиза щелочеобразующих солей – карбонатов, боратов, с суспензионным эффектом, нарушением карбонатного равновесия. Дальнейшее повышение щелочности до фазы цветения риса обуславливается биохимическими, а при постоянном затоплении еще и восстановительными процессами.

На участке с постоянным затоплением в силу преобладания анаэробных условий («закрытая» система) общая концентрация почвенных растворов выше, и почва подвержена биологическому подщелачиванию. По этой причине по всем срокам отбора величины общей щелочности выше при постоянном затоплении по сравнению с капельным орошением («открытая» система) (рисунок 1).

Сброс воды из чека приводит к снижению всех выделенных форм щелочности и рН почвенных растворов. С изменением общей концентрации почвенных растворов реакция растворения, диссоциация и гидролиза щелочеобразующих солей имеет обратный ход, а карбонатно-кальциевое равновесие нарушается в сторону образования гидрокарбонатных ионов. Все эти процессы приводят к снижению щелочности почвенных растворов.

На рисунке 2 показана динамика карбонатной щелочности по срокам отбора образцов при различном способе орошения. По всем отборам карбонатная щелочность, обусловленная солями щелочных и щелочноземельных металлов с угольной кислотой, выше при постоянном затоплении, чем при капельном орошении. То есть токсичность карбонатной формы щелочности при капельном орошении ниже, чем при постоянном затоплении и мы считаем, что это является одним из положительных сторон капельного орошения

риса. Анализ констант диссоциации обуславливать и анионы различных показывает, что щелочность могут органических кислот.

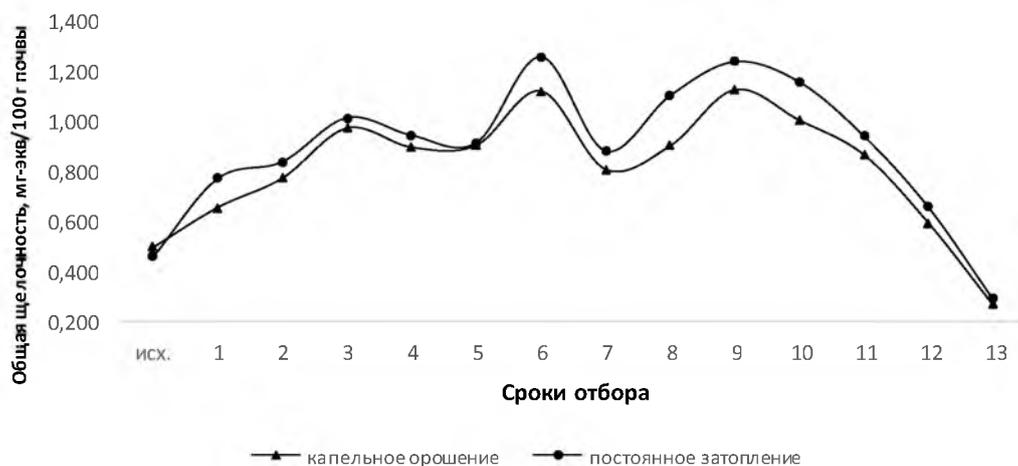


Рисунок 1 – Динамика влияния капельного способа орошения риса на величину общей щелочности почв

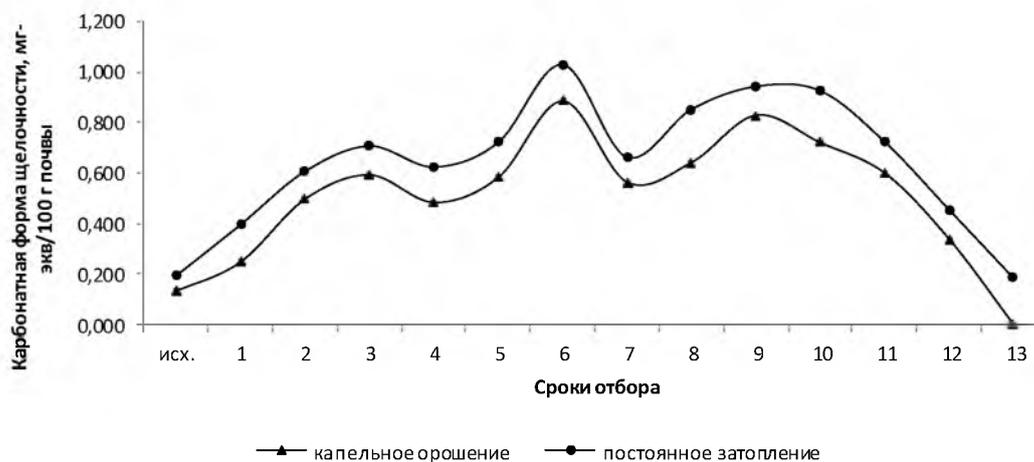


Рисунок 2 – Динамика влияния капельного способа орошения риса на величину карбонатной формы щелочности почв

Органическая щелочность по всем отборам выше на участке с капельным орошением (рисунок 3).

Так, например, если взять четвертый отбор, то на участке с постоянным затоплением она была равна 0,320 мг-экв/100 г почвы, а на участке с капельным орошением 0,414 мг-экв/100 г почвы.

Это связано с меньшим растворением и меньшей миграцией гумусовых веществ при капельном орошении. Следует отметить, что к

концу вегетации риса величины органической формы щелочности достаточно близки по обоим способам орошения. Этот факт не будем считать отрицательным, так как он скорее говорит о меньшей миграции гумуса вниз по профилю при поливе способом постоянного затопления.

Наблюдения показали, что с повышением карбонатной щелочности и рН почвенного раствора увеличивается и боратная щелочность, что также связано с процессами раство-

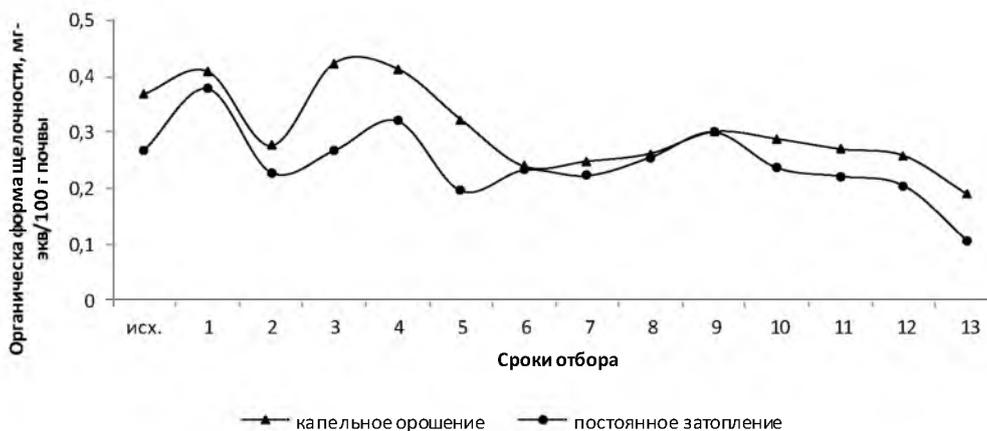


Рисунок 3 – Динамика влияния капельного способа орошения риса на величину органической формы щелочности почв

рения, диссоциации, дополнительным переходом в раствор подвижных боратов. Порог токсичности бора для молодых растений риса начинается с 6 мг/кг почвы. Бор в растворе представлен борной кислотой и борат-ионами, количество которых зависит от рН почвенного раствора. Так как карбонатная щелочность и рН по всем срокам отбора выше при постоянном затоплении, то, как и ожидали, и боратная щелочность выше на

демонстрационном участке с постоянным затоплением, чем на участке с капельным орошением. Как видно из рисунка 4 при поливе способом постоянного затопления на 2-м сроке отбора образцов величина боратной формы щелочности достигает своего максимума «вспышки щелочности», который совпадает с фазой развития риса 2-3 листьев и в большинстве случаев это приводит к изреживанию густоты стояния посевов риса.

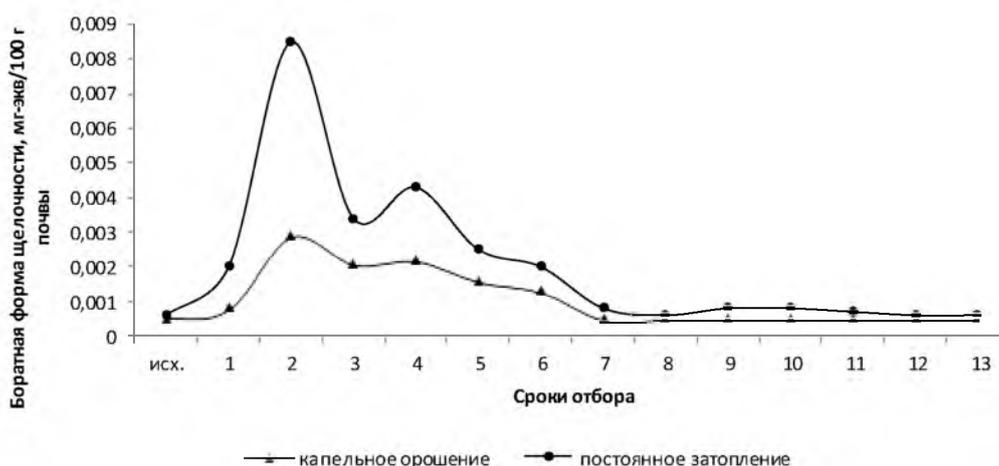


Рисунок 4 – Динамика влияния капельного способа орошения риса на величину боратной формы щелочности почв

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Щелочные почвы рисовых полей при различных способах орошения

подвергаются разному химическому, физическому и биохимическому изменению. Щелочность почвенных

растворов динамична в течение вегетационного периода, как при капельном орошении, так и при постоянном затоплении.

На участке с постоянным затоплением все почвенные процессы происходят в анаэробных условиях («закрытая» система), что связано с изменением окислительно-восстановительных условий этих почв, когда из солей имеющих нейтральную реакцию, образуются соли, обладающие щелочной реакцией и с более высоким биологическим подщелачиванием. По этой причине по всем срокам отбора значе-

ния щелочности ниже при капельном орошении («открытая» система), чем при постоянном затоплении. Небольшое исключение составляет лишь органическая форма щелочности при капельном орошении, которая до середины вегетации риса несколько выше, чем при поливе постоянным затоплением. Этот вопрос также остается пока открытым и требует дальнейшего исследования.

Капельное орошение при выращивании риса – новый способ борьбы с высокой щелочностью почв. новая технология освоения засоленных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Боровский В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. - Алма-Ата: Изд. «Наука» КазССР, 1982. - С. 62-76.
- 2 Гедройц К.К. Избранные научные труды. - М.: Изд. «Наука», 1975. - 638 с.
- 3 Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. - М., Л., 1946-47. - Т. 1-2.
- 4 Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. - М.: Изд. «Наука», 1965. - 264 с.
- 5 Вильямс В.Р. Избранные сочинения. - М.: Изд. «Сельхозгиз», 1949. - Т.1. - 450 с.
- 6 Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии. - М.: Изд. АН СССР, 1951. - 459 с.
- 7 Воробьева Л.А., Замана С.П. Природа щелочности почв и методы ее определения // Почвоведение. – 1984. - №5. - С. 134-139.
- 8 Аблаков Э.Б. Солевой режим и процессы заболачивания в почвах рисовых полей низовьев р. Сырдарьи: автореф. кан.с-х.наук. - Алма-Ата, 1954. - 24 с.
- 9 Байменова А.Т. Природа щелочности почв рисовых полей Акдалинского массива орошения: автореф. дисс канд.с.-х. наук: 06.01.03. - Алма-Ата, 1984. - 23 с.
- 10 Мамутов Ж.У. Щелочность почв оросительных вод рисовых полей Казахстана и способы ее регулирования: диссертация в форме научного доклада на соискание уч. степени доктора биол. наук. - Москва, 1993. - 48 с.
- 11 Байменова А.Т., Корниенко В.А., Мамутов Ж.У. К вопросу о природе щелочности в оросительных водах рисовых полей // В кн. Земельные ресурсы и повышение продуктивности почв Казахстана. - Алматы, 1978. - С. 173-183.

REFERENCES

- 1 Borovsky V.M. Formirovaniye zasolennykh pochv i galogeokhimicheskiye provintsii Kazakhstana. - Alma-Ata: Izd. «Nauka» KazSSR, 1982. - S. 62-76.
- 2 Gedroyts K.K. Izbrannyye nauchnyye trudy. - M.: Izd. «Nauka», 1975. - 638 s.
- 3 Kovda V.A. Proiskhozhdeniye i rezhim zasolennykh pochv - M., L., 1946-47. - T. 1-2.
- 4 Rodin L.E., Bazilevich N.I. Dinamika organicheskogo veshchestva i biologicheskyy krugovorot zolnykh elementov i azota v osnovnykh tipakh rastitelnosti zemnogo shara. - M.: Izd. «Nauka», 1965. - 264 s.

- 5 Vilyams V.R. Izbrannye sochineniya. - M.: Izd. «Selkhozgiz», 1949. - T.1. - 450 s.
- 6 Rozanov A.N. Serozemy Sredney Azii. - M.: Izd. AN SSSR, 1951. - 459 s.
- 7 Vorobyeva L.A., Zamana S.P. Priroda shchelochnosti pochv i metody eye opredeleniya // Pochvovedeniye. – 1984. - №5. - S. 134-139.
- 8 Ablakov E.B. Solevoy rezhim i protsessy zabolachivaniya v pochvakh risovykh poley nizovyev r. Syrdaryi: avtoref. kan.s-kh.nauk. - Alma-Ata, 1954. - 24 s.
- 9 Baymenova A.T. Priroda shchelochnosti pochv risovykh poley Akdalinskogo massiva orosheniya: avtoref. diss kand.s.-kh. nauk: 06.01.03. - Alma-Ata, 1984. - 23 s.
- 10 Mamutov Zh.U. Shchelochnost pochv orositelnykh vod risovykh poley Kazakhstana i sposoby eye regulirovaniya: dissertatsiya v forme nauchnogo doklada na soiskaniye uch. stepeni doktora biol. nauk. - Moskva, 1993. - 48 s.
- 11 Baymenova A.T., Korniyenko V.A, Mamutov Zh.U. K voprosu o prirode shchelochnosti v orositelnykh vodakh risovykh poley // V kn. Zemelnye resursy i povysheniye produktivnosti pochv Kazakhstana. - Almaty, 1978. - S. 173-183.

ТҮЙІН

^{1,2}Отаров А., ¹Еланцева Н.В., ¹Дуйсеков С.Н., ¹Молдабек Г.

КҮРІШТІ СУАРУЫНЫҢ ТҮРЛІ ӘДІСТЕРІНДЕГІ СІЛТІЛІГІНІҢ ДИНАМИКАСЫ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТАБИҒАТЫ

¹Ө.О. Успанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75, Қазақстан, e-mail azimbay@bk.ru

²Орта Азиялық экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы, 050060, Алматы қ., әл-Фараби даңғылы, 75, Қазақстан

Мақалада Ақдала суару массивінің күріш өрістерінің сілтілік қасиеттерін зерттеуге байланысты өзекті мәселелер қаралды. Карбонатты, боратты, органикалық сілтілік пен олардың динамикасын тамшылатып суару және суару кезінде тұрақты су тасу әдісімен күріш өсіру кезеңінде салыстыру жүргізілді.

Түйінді сөздер: тұздылық, карбонатты сілтілік, бораттың сілтілігі, органикалық сілтілік, динамика, тамшылатып суару, тұрақты су басу, потенциометрикалық.

SUMMARY

^{1,2}Otarov A., ¹Elantseva N.V., ¹Duisekov S. N., ¹Moldabek G.

DYNAMICS AND CHEMICAL NATURE OF ALKALINE IN DIFFERENT METHODS OF IRRIGATION OF RICE

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usmanov, 050060, Almaty, 75 V al- Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail azimbay@bk.ru

²Scientific-Research Center for Ecology and Environment of Central Asia, 050060, Almaty, 75 V al- Farabi avenue, Kazakhstan

In the paper, topical issues related to the study of the nature of the alkalinity of the rice fields of the Akdalinsky irrigation array are considered. Carbonate, borate, organic alkalinity and their dynamics during the growing season of rice during drip irrigation and irrigation by the method of constant flooding were analyzed.

Key words: salinity, carbonate alkalinity, borate alkalinity, organic alkalinity, dynamics, drip irrigation, permanent flooding, potentiometric.