

# ВОДНЫЙ И СОЛЕВОЙ РЕЖИМЫ ПОСТИРРИГАЦИОННЫХ ПОЧВ ЮГО-ВОСТОКА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Девятова, д.б.н., Л.А. Яблонских, д.б.н., Л.А. Алаева, к.б.н., И.В. Румянцева, к.с.-х.н.,  
Воронежский ГАУ

Изучен водно-солевой режим постирригационных почв юго-востока Воронежской области. Показано влияние рельефа и гидрогеологических условий на степень и химизм их засоления. Проведена оценка качества поливных вод. Дан прогноз последствий орошения на экологическое состояние почв.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, водно-солевой режим, орошение, норма полива.

Обобщение данных почвенно-мелиоративных изысканий прошлых лет показало, что исследования подобного характера проводились в 1970-1990 гг. для большинства крупных агрокомплексов Центрально-Черноземной зоны. Результатом их было строительство оросительных систем, длительное использование которых предопределило развитие деградации почвенного покрова агроценозов вследствие процессов глубокой трансформации почвенно-гидрологических и гидрохимических условий.

Цель исследований – диагностика экологического состояния почв, поверхностных и подземных вод для обоснования возможности повторного внедрения в практику сельского хозяйства гидротехнических мелиораций, разработки новой тактики землепользования, построенной на целенаправленном регулировании почвенных режимов – водного, пищевого и солевого [1, 3].

**Методика.** Исследования проводили на ранее орошаемых землях хозяйств юго-восточных районов Воронежской области. В качестве ключевого участка было выбрано ООО «Правда» Бутурлиновского района. Плановой основой послужила топографическая карта масштаба 1:10000. Для характеристики почвенного покрова изучаемой территории в полевой период было заложено 11 полнопрофильных почвенных разрезов глубиной до 2,0 м. Для определения состава и свойств почв по почвенному профилю через каждые 10 см было отобрано 43 образца, химического состава воды – 3 пробы подземных вод из скважин и по 3 пробы поверхностных вод из прудов, находящихся в балках Макагонов Яр, Долгий Яр и Бражникова с глубин, соответственно, 0,5; 1,0 и 2,0 м. Почвенные образцы и пробы воды анализировали в аккредитованных лабораториях по общепринятым методикам [2].

**Результаты и их обсуждение.** Проектируемый участок площадью 872 га разделен на 15 зон – площадок радиусом от 300 до 700 м для целей ирригации дождевальными машинами типа «Фрегат». Фоновыми почвами на площадках № 1; 2; 12-15 являются черноземы выщелоченные и типичные, которые сформировались в плакорных условиях или на слабо наклонных поверхностях (крутизна склонов до 0,5-1,0°) на покровных лессовидных карбонатных глинах без признаков засоления и солонцеватости. Они представлены мощными и среднемощными средне- (6,0-6,9%) и малогумусными (5,4-5,7%) видами, тяжелосуглинистыми и глинистыми разновидностями. Содержание общего азота в пахотном горизонте рассматриваемых почв колеблется от 0,35 до 0,37%, подвижного фосфора – от 71 до 227 мг/кг, обменного калия – от 90 до 187 мг/кг почвы. Сумма обменных оснований от 28,5 до 31,7 мг-экв/100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса кальций (20,8-28,0 мг-экв/100 г почвы) преобладает над магнием (4,3 мг-экв/100 г почвы). Данные почвы несолонцеватые – содержание поглощенного натрия составляет 1,3-2,1% от суммы обменных оснований по всему профилю. Степень насыщенности почв основаниями повышенная и высокая (84-94%). Почвенный раствор в верхней части профиля черноземов выщелоченных имеет pH 5,1-5,9, черноземов типичных – pH 6,2-6,9. По величине сухого остатка почвы первого и второго подтипов относятся к

незасоленным, по соотношению анионов и катионов имеют, соответственно, хлоридно-сульфатный магниевый-кальциевый (реже кальциевый-натриевый и натриевый) и сульфатно-хлоридный (реже хлоридно-сульфатный) магниевый-кальциевый (реже кальциевый-натриевый) типы засоления (рис. А).

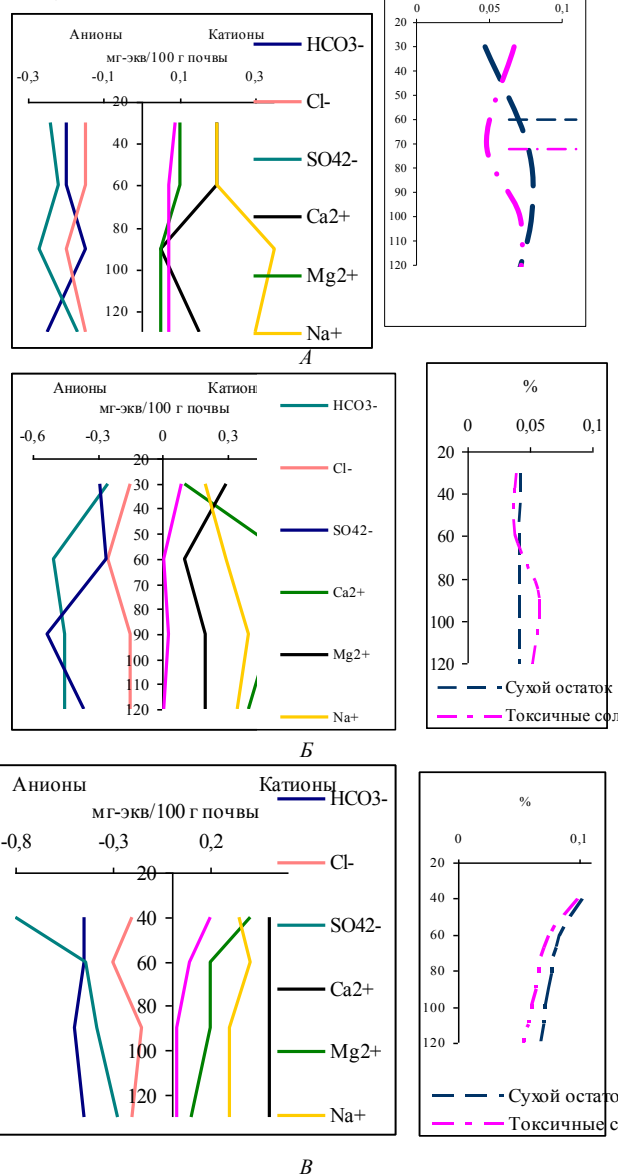


Рис. Солевой профиль:

А – черноземов выщелоченных среднегумусных мощных тяжелосуглинистых, Б – лугово-черноземных обычных мощных среднегумусных глинистых, В – черноземно-луговых мощных глееватых глинистых почв (по результатам анализа водной вытяжки)

По соотношению ионов натрия к ионам хлора черноземы выщелоченные имеют хлоридный, сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный типы засоления, черноземы типичные – хлоридный и хлоридно-сульфатный, по доле натрия оба подтипа почв относятся к незасоленным. В составе легкорастворимых солей черноземов выщелоченных постоянными являются соли Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, черноземов типичных – только соли Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, остальные соли взаимозаменяют друг друга в зависимости от наличия соответствующих анионов и катионов. По сумме токсичных

солей черноземы выщелоченные и типичные относятся к незасоленным почвам (0,038-0,058% от суммы всех солей).

Глубокое залегание (>5 м) слабоминерализованных (<1 г/л) сульфатно-гидрокарбонатных кальциево-натриевых грунтовых вод, не высокое прогнозируемое их повышение в ближайшие 10 лет (при оросительной норме 1000 м<sup>3</sup>/га в год на глубину 0,53-1,59 м в центре поливальных установок и на 0,36-0,77 м на краю площадок), тип и химизм засоления рассматриваемых подтипов почв обуславливают возможность активного управления их водным режимом путем орошения с применением зональной агротехники и комплекса органо-минеральных удобрений в условиях севооборотов. При нерациональном поливе возможны процессы натриевого осолонцевания (0,24-0,26 мг-экв/л) и содообразования (4,46-4,52 мг-экв/л) в почвах, не исключена возможность

магниевого осолонцевания (0,38-0,52 мг-экв/л), без угрозы неблагоприятного влияния на качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции и состав подземных вод. Опасность хлоридного засоления почв (0,56-0,72 мг-экв/л) отсутствует. Результаты химического анализа проб оросительных вод (№2) позволяют констатировать возможность безопасного ее применения для орошения на площадках № 12-15. Вероятность хлоридного засоления (0,77-0,83 мг-экв/л), магниевого (0,41 мг-экв/л), натриевого осолонцевания (0,73-0,86 мг-экв/л) и содообразования (<1,0 мг-экв/л) в почвах, неблагоприятного влияния на состав подземных вод и качество сельскохозяйственной продукции отсутствует (степень минерализации составляет 0,71 г/л) (табл.).

**Результаты определения значений уточненного SAR\* по пробам оросительной воды**

№ пробы	Глубина отбора, м	Результаты химического анализа воды					по пробам биохимической воды				
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pK2-pKc	p(Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> )	pAlk	pHC	SAR*
		мг-экв/л									
Пруд на балке Бражникова (№1)											
1	0,5	3,44	2,39	4,02		5,25	2,27	2,54	2,28	7,09	5,4
2	1,0	3,39	2,39	4,04	-	5,27	2,27	2,53	2,28	7,08	5,5
3	2,0	3,29	2,30	4,51	-	5,35	2,28	2,57	2,27	7,12	6,2
Пруд на балке Долгий Яр (№2)											
1	0,5	1,60	1,00	6,07	-	7,26	2,26	2,89	2,16	7,31	11,1
2	1,0	1,60	1,61	6,39	-	7,67	2,27	2,79	2,12	7,18	11,2
3	2,0	1,55	1,66	6,57		7,73	2,27	2,79	2,11	7,17	11,6
Пруд на балке Макагонов Яр (№3)											
1	0,5	1,40	0,80	3,96	-	3,17	2,23	2,93	2,49	7,65	6,6
2	1,0	1,80	1,41	5,63	-	4,87	2,27	2,78	2,32	7,37	9,0
3	2,0	1,71	1,15	5,73	-	4,33	2,26	2,87	2,37	7,50	9,1

\*SAR – натриевое адсорбционное отношение.

Лугово-черноземные выщелоченные и обычные среднесиловые и мощные мало- (4,0-5,9%) и среднегумусные (4,8-7,2%) глинистые и тяжелосуглинистые почвы хозяйства сформировались на слабооглеенных покровных лессовидных карбонатных глинах и суглинках. Они занимают основную поверхность очень пологих склонов крутизной до 0,5°, доминируют в границах исследуемой территории и приурочены к участкам орошения № 6, 7, 9, 11. Содержание общего азота в пахотных горизонтах колеблется в интервале 0,37-0,39%, подвижного фосфора и обменного калия – 85-130 и 120-177 мг/кг соответственно. Лугово-черноземные почвы имеют нейтральную (pH<sub>KCl</sub> 6,1-7,1) реакцию среды в верхней части гумусового горизонта, их выщелоченные аналоги – близкую к нейтральной (pH<sub>KCl</sub> 5,8-6,0). Почвенный поглощающий комплекс рассматриваемых почв насыщен кальцием (22,0-28,0) и магнием (4,7), в меньшей степени натрием (0,45-0,70 мг-экв/100 г почвы) – не солонцеватые почвы. Лугово-черноземные почвы по величине сухого остатка относятся к незасоленным, по соотношению ионов натрия к ионам хлора имеют хлоридный (1,0-1,3), хлоридно-сульфатный (2,0-2,7) и сульфатно-хлоридный (1,8) типы засоления, анионов и катионов – хлоридно-сульфатный магниевый-кальциевый, (рис. Б).

Плотный остаток легкорастворимых солей лугово-черноземных почв представлен пятисолевыми ассоциациями. Постоянными компонентами являются три соли: Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. По сумме токсичных солей (34-81%) и по общей сумме солей (0,083-0,151% от общей суммы) почвы не засолены по всему профилю.

Лугово-черноземные почвы приурочены к южной части территории хозяйства, сформировались в условиях повышенного поверхностного и грунтового увлажнения при залегании слабоминерализованных (0,8-0,9 г/л) сульфатно-гидрокарбонатных кальциево-натриевых грунтовых вод на глубине 3-5 м. Нижняя часть почвенного профиля и глубокие слои материнской породы нередко переувлажняются, что приводит к появлению в них восстановительных процессов, образованию пятен раскисления и железо-марганцевых зерен. Но эти процессы не получают интенсивного развития в обычных условиях. Учет последних приобретает актуальность при орошении лугово-черноземных почв. При не

нормированном поливе почв оросительными водами (№1) с учетом хорошей водопроницаемости (2,02 м/сут) почвенно-растительного слоя возможны подъем уровня грунтовых вод в центральной части участков на 1,25-1,70 м, на их окраинах – на 0,69-0,79 м, развитие процессов оглеения и натриевого осолонцевания. Почвы рассмотренных участков рекомендуется использовать в зернопропашных севооборотах с применением зональной агротехники и комплекса органо-минеральных удобрений (см. табл.).

Почвенный покров центральной части исследуемой территории представлен *черноземно-луговыми* выщелоченными и обычными среднесиловыми и мощными мало- и среднегумусными (6,2-6,4%) глубокооглееными и глееватыми средне- и тяжелосуглинистыми почвами, подстилаемыми оглеенными покровными лессовидными карбонатными суглинками в ложинах и седловинах, и лугово-черноземными мощными и среднесиловыми средне- и малогумусными глинистыми почвами, подстилаемыми покровными лессовидными карбонатными суглинками. В пахотном горизонте рассматриваемых почв содержание общего азота составляет 0,34%, количество подвижного фосфора варьирует от 76 до 166 мг/кг, обменного калия – от 120 до 224 мг/кг, обменных оснований – от 28,2 до 31,5 мг-экв/100 г почвы (доля натрия в почвенном поглощающем комплексе – 0,5 мг-экв/100 г – не солонцеватые почвы), реакция среды нейтральная (pH<sub>KCl</sub> 6,5-6,8).

Черноземно-луговые почвы по величине сухого остатка относятся к незасоленным. По анионному составу почвы имеют хлоридно-сульфатный, реже сульфатно-хлоридный и хлоридный типы засоления, по катионному составу – магниевый-кальциевый. По содержанию натрия почвы относятся к незасоленным (<1 мг-экв.). Соотношение ионов натрия и хлора меняется от 1,0-1,3 (хлоридный) до 1,5-1,8 (сульфатно-хлоридный) и 2,0 (хлоридно-сульфатный тип засоления). Плотный остаток легкорастворимых солей черноземно-луговых почв представлен четырех- и пятисолевыми ассоциациями. Постоянными компонентами являются соли Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. По общей сумме солей (0,131-0,178%) и по сумме токсичных солей (39-55% от общей суммы) почвы не засолены по всему профилю (рис. В).

Черноземно-луговые и лугово-черноземные почвы характеризуются сочетанием периодического поверхностного увлажнения с грунтовыми слабоминерализованными (<1 г/л) сульфатно-карбонатными кальциево-натриевыми водами (1,5-3,0 м) при максимально возможном прогнозируемом уровне их подъема на 2,2 м в центре поливальных установок и на 0,66 м на окраинах участка. Несмотря на слабую степень минерализации (0,45-0,63 г/л) поливных вод (№3) и невысокое содержание в них ионов хлора (0,76-1,0 мг-экв/л), магния (0,36-0,44 мг-экв/л) и натрия (0,30-0,32 мг-экв/л), присутствует большая вероятность возникновения процесса содообразования (0,97-1,66 мг-экв/л) в почвах. Для оптимизации водно-солевого режима почв центральной части территории хозяйства в пределах участков орошения № 3-5; 8; 10 необходимо предусмотреть строительство дренажа, исключающего смыкание поливных вод с капиллярной каймой грунтовых вод. Почвы рекомендуется использовать для выращивания кормовых и овощных культур с применением комплекса органо-минеральных удобрений (табл.).

**Заключение.** Предложенное функционально-целевое зонирование земель с учетом пестроты почвенного покрова, внутрипольного варьирования показателей плодородия почв, их водно-солевого режима, гидрологических условий позволит достичь максимальной эффективности орошения сельскохозяйственных культур на данных территориях. Необходимым условием поддержания оптимального состояния агроценоза должно быть систематическое проведение мониторинга и контроля за мелиоративным состоянием участка орошения и прилегающих земель.

#### *Литература*

1. *Антропогенная эволюция черноземов* / А.Б. Беляев [и др.] ; Под ред. А.П. Щербакова и И.И. Васенева. – Воронеж, 2000. - 411с.
2. *Арифушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. - М. : Изд-во МГУ, 1970. - 489 с.
3. *Девятова Т.А.* Агрогенная динамика физико-химических и агрохимических свойств черноземов // Плодородие. - 2007. - № 1. - С. 6-7.

## **WATER AND SALT REGIMES OF POST-IRRIGATIONAL SOILS IN THE SOUTHEAST REGION OF VORONEZH OBLAST**

*T.A. Devyatova, L.A. Yablonskikh, L.A. Alayeva, I.V. Rumyantseva*

*Voronezh State University, Universitetskaya pl. 1, Voronezh, 394006 Russia, E-mail:riw86@rambler.ru*

*The water–salt regime of post-irrigational soils in the southeast region of Voronezh oblast has been studied. Effect of relief and hydrogeological conditions on the degree and chemistry of soil salinization has been shown. The quality of irrigation water has been assessed. Consequences of irrigation for the ecological conditions of soils have been predicted.*

*Keywords: soil cover structure, water–salt regime, irrigation, watering rate.*