

2. Deev N.G., Morkovkin G.G., Demin V.A. Agrarnaya nauka na Altae v period osvoeniya tselinnykh i zaleznykh zemel. – Barnaul, 2009. – 58 s.
3. Maltsev T.S. Voprosy zemledeliya. – M.: Kolos, 1971. – 392 s.
4. Astafev V.L. Priemy i tekhnika vlagosberegayushchego zemledeliya v Severnom Kazakhstane // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Kurgan, 27-28 aprelya 2016 g.). – Kurgan: Izd-vo Kurganskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii im. T.S. Maltseva, 2016. – S. 407-412.
5. Astafev V.L., Kurach A.A., Semibalamut A.V. K voprosu o prikatyvaniy pochvy // Agrarnyy sektor. – 2017. – No. 1 (31). – S. 18-26.
6. Korchagin V.A., Shevchenko S.N., Zudin S.N., Goryanin O.I. Innovatsionnye tekhnologii vozdeliyvaniya polevykh kultur v APK Samarskoy oblasti: uchebnoe posobie. – Kinel: RITs SGSKhA, 2014. – 192 s.
7. Shcherbina P.A. Novye agrotekhnologii s primeneniem solomennoy mulchi – osoznannaya neobkhodimost // Zashchita rasteniy. – 2008. – No. 5. – S. 1-3.
8. Stepanykh N.V., Zargaryan A.M., Zhukova O.A. Proektirovanie tekhnologiy vyrashchivaniya selskokhozyaystvennykh kultur // Nivy Rossii. – 2017. – No. 10 (154). – S. 66-68.
9. Nikiticheva N.G. Vozdeystvie mulchirovaniya pochvy chernogo para i vidov mulchi na nekotorye tipy segetalnoy rastitelnosti // Modeli i tekhnologii optimizatsii zemledeliya: sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (9-11 sentyabrya 2003 g.). – Kursk, 2003. – S. 372.
10. Prutskov F.M. Povyshenie urozhaynosti zernovykh kultur. – M.: Rosselkhozizdat, 1982. – S. 144.
11. Tarasov P.A., Baksheeva Ye.O., Ivanov V.A. Issledovanie vliyaniya mulchirovaniya sploshnoy vyrubki na temperaturu pochvy // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 8. – S. 75-80.
12. Bolotov A.G., Makarychev S.V., Bekhovykh Yu.V., Sizov Ye.G. Elektronnyy izmeritel temperatury pochvy // Problemy prirodopolzovaniya na Altai: sb. nauch. tr. – Barnaul: OOO «Print-Info», 2001. – S. 55-57.
13. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.



УДК 631.415.8:631.432.3:631.67(571.15)

**Н.Ю. Боронина, П.А. Мягкий,
В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев
N.Yu. Boronina, P.A. Myagkiy,
V.L. Tatarintsev, L.M. Tatarintsev**

СОЛЕНАКОПЛЕНИЕ В ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ АЛТАЙСКОЙ КУЛУНДЫ (НА ПРИМЕРЕ НОВОТРОИЦКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ)

SALT ACCUMULATION IN IRRIGATED LANDS OF THE ALTAI REGION'S KULUNDA (CASE STUDY OF THE NOVOTROITSK IRRIGATED LAND AREA)

Ключевые слова: соленакопление, орошаемые земли, Алтайская Кулунда, легкорастворимые соли, профильное распределение солей, сельскохозяйственные культуры.

Значительная часть территории Алтайского края по климатическим условиям является зоной неустойчивого земледелия с дефицитом осадков в течение вегетационного периода. Агротехническими приёмами существенно не удастся улучшить влагообеспеченность сельскохозяй-

ственных культур. Поэтому одним из важных факторов повышения устойчивости урожаев кормовых и овощных культур является орошение. Сегодня уже известно, что практически нигде не достигается расчётная, предусмотренная проектом, эффективность оросительной мелиорации. В то же время земли (почвы) теряют своё естественное плодородие, приобретая ряд негативных свойств. В работе представлены результаты исследований по влиянию орошения обской водой на процессы соленакопления и солевой состав земель в Алтайской Кулунде на примере

Новотроицкого массива орошения. Выяснилось, что при орошении в результате потерь воды через дно канала на участках с близким залеганием грунтовых вод наблюдается их подъём. В орошаемых землях на фоне уменьшения общего запаса солей возрастает количество токсичных солей, особенно хлоридов. При этом количество хлора достигло порога токсичности (более 0,01%, или 0,3 мг-экв/100 г почвы) для среднесолеустойчивых культур. При орошении гидрокарбонатно-кальциевой водой с минерализацией менее 0,3 г/л развиваются процессы осолодения-выщелачивания. Под воздействием воды гумус преобразуется в подвижные формы и мигрирует вглубь почвенного профиля. На фоне этого почвенно-физические условия становятся менее благоприятными для сельскохозяйственных культур: увеличивается количество микроагрегатов, водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм и повышается их водопрочность, возрастает плотность почвы, уменьшается общая порозность и воздухоёмкость, возрастает общий запас влаги (НВ) и запас продуктивной влаги, снижается водопроницаемость, указывающая на появление деградационных процессов в орошаемых землях (почвах).

Keywords: *salt accumulation, irrigated lands, Altai Kulunda, readily soluble salts, profile distribution of salts, agricultural crops.*

A significant part of the territory of the Altai Region in terms of climatic conditions is a zone of unsustainable agriculture with a deficit of precipitation during the growing season. Agronomic practices essentially fail to improve moisture

supply of crops. Therefore, irrigation is one of the important factors for increasing the sustainability of crops of fodder and vegetable crops. Today it is already known that almost practically the calculated and envisaged by the project efficiency of irrigation reclamation is not achieved. At the same time, lands (soils) lose their natural fertility, acquiring a number of negative properties. This paper presents the research findings on the effect of irrigation by the Ob River water on the processes of salt accumulation and salt composition of the lands in the Altai Region's Kulunda by using the case of the Novotroitsk irrigated land area. It has been found that during irrigation as a result of water losses through the bottom of the canal in areas with a close occurrence of groundwater, groundwater surge is observed. In irrigated lands, against the background of decreased total salt content, toxic salt content, particularly chlorides, increases. The amount of chlorine has reached the toxicity threshold (more than 0.01% or 0.3 mg-eq per 100 g of soil) for medium salt tolerant crops. When irrigating with hydrocarbonate-calcium water with a salinity of less than 0.3 g L, the processes of solodization and leaching develop. Under the influence of water, humus is converted into mobile forms and migrates deep into the soil profile. With this background, the soil-physical conditions become less favorable for crops: the number of micro-aggregates and water-resistant aggregates larger than 0.25 mm increases, and their mechanical and water resistance increases, soil density increases, overall porosity and air capacity decrease, the total moisture reserve and a available moisture increases, water permeability decreases which is indicative of degradation processes in irrigated lands (soils).

Боронина Наталья Юрьевна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kafzem@bk.ru.

Мягкий Пётр Александрович, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kafzem@bk.ru.

Татаринцев Владимир Леонидович, д.с.-х.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kafzem@bk.ru.

Татаринцев Леонид Михайлович, д.б.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kafzem@bk.ru.

Boronina Natalya Yuryevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kafzem@bk.ru.

Myagkiy Petr Aleksandrovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kafzem@bk.ru.

Tatarintsev Vladimir Leonidovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kafzem@bk.ru.

Tatarintsev Leonid Mikhaylovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kafzem@bk.ru.

Введение

Главная задача мелиораций – создание оптимального для выращивания растений водно-воздушного, солевого, температурного режима земель. Влияние мелиораций, прежде всего, распространяется на поверхности, почвенный покров, ближайшие почвообразующие и подстилающие породы. Влияние мелиораций сказывается и на грунтовых водах, а также на вмещающих их породах. Таким образом, при мелиоративном

освоении земель, особенно на больших площадях, коренным образом изменяется естественная обстановка, нарушаются существовавшие внутриландшафтные связи и формируются новые. Мелиоративные мероприятия оказывают глубокое и всестороннее влияние на все природные процессы, усиливая или замедляя их [1, 2].

Целью работы стало изучение динамики накопления солей в профилях орошаемых почв сельскохозяйственных угодий в Алтайской Кулун-

де на примере Новотроицкого массива. Для достижения поставленной цели следовало решить следующие задачи: изучить соленакопление в орошаемых пахотных землях Алтайской Кулунды; показать профильное распределение солей до орошения и на орошаемых землях.

Объекты и методы исследования

Весь массив орошения в целом характеризуется распространением типа каштановых, в частности, двух подтипов: тёмно-каштановых и каштановых почв. Полевые исследования и химические анализы проводились по общепринятым методикам. При обобщении материалов широко применялся системный подход, использованы сравнительно-аналитический, сравнительно-географический методы, а также методы вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Не вдаваясь в описание степени засоления, состава солей конкретных разрезов, остановимся на рассмотрении общих закономерностей солепроявления в орошаемых почвах.

Среднее содержание солей в профиле каштановых почв в слое 0-200 см составляет 0,040-

0,049% (табл. 1). В каштановых глубокозасоленных почвах сумма солей в этой толще изменяется от 0,042 до 0,405%. Содержание солей на глубине 120-200 см равно 0,155-0,405%. В глубокосолончаковых почвах заметное накопление солей отмечается с глубины 60-70 см. Количество солей от пахотного слоя до материнской породы изменяется от 0,053 до 0,584%. В солончаковых почвах увеличение солей происходит уже на глубине 30-50 см. При этом содержание солей в 2-метровой толще изменяется в границах 0,067-0,667%. Причем максимум солей приходится на переходный горизонт (ВСК) [3, 4].

В орошаемых глубоковскипающих почвах после 13 лет орошения количество солей увеличилось в 1,5-2,0 раза по всей 2-метровой толще. При орошении глубокозасоленных, глубокосолончаковых и солончаковых почв в горизонтах, расположенных выше зоны аккумуляции солей, отмечается некоторое (в 1,2-1,4 раза) увеличение суммы солей. В то же время в зоне соленакопления наблюдается уменьшение суммарного количества солей, что свидетельствует о наличии ирригационно-промывного водного режима и выносе солей за пределы 2-метровой толщи.

Таблица 1

Σ солей (%) в каштановых среднесуглинистых почвах (средние величины)

Горизонт	Глубина образца, см	Наименование почвы			
		глубоко-вскипающие	глубоко-засоленные	глубоко-солончаковые	солончаковые
An	0-21	0,08	0,042	0,053	0,067
		0,08	0,071	0,069	0,08
B1	21-37	0,043	0,044	0,056	0,078
		0,077	0,08	0,064	0,078
B2	37-61	0,045	0,054	0,062	0,232
		0,079	0,078	0,078	0,096
B2K	61-87	0,044	0,062	0,205	0,456
		0,082	0,076	0,113	0,419
BCK	87-116	0,046	0,092	0,406	0,667
		0,082	0,098	0,297	0,298
CK	116-150	0,047	0,055	0,526	0,623
		0,072	0,098	0,344	0,306
CK	150-200	0,049	0,405	0,594	0,584
		0,076	0,276	0,45	0,526

Примечание. Числитель – неорошаемые, знаменатель – орошаемые почвы.

Послойные запасы легкорастворимых солей, представленные на рисунках 1 и 2, подтверждают описанную тенденцию, обнаруженную для орошаемых земель. При орошении каштановых легкосуглинистых почв количество солей в слое 0-50 см увеличилось на 0,6 т/га, в слое 50-150 см произошло уменьшение запасов солей на 0,8 т/га и в слое 150-200 см также обнаружено увеличение солей на 0,5 т/га. В целом для слоя 0-200 см прирост солей составил 0,3 т/га. В орошаемых глубоководных легкосуглинистых почвах запасы солей в 2-метровой толще выросли на 1,5 т/га. За 13 лет орошения при оросительной норме 3500 м³/га в почву поступило около 12 т/га солей. Дефицит солей в 2-метровой толще указывает на ирригационно-промывной режим почв и перерасход поливной воды.

В каштановых среднесуглинистых глубоководных почвах увеличение запасов солей наблюдается по всей 2-метровой толще, в глубоководных – в слое 0-100 см, в глубоководных – в слое 0-50 см и в солончаковых – только в пахотном слое (0-20 см). В других слоях отмечается снижение запасов солей, что также указывает на господствующий в почвах вынос легкорастворимых солей. Как в неорошаемых, так и в орошаемых глубоководных, глубоководных и глубоководных почвах соли сосредоточены в слое 150-200 см. В солончаковых неорошаемых максимальное количество солей наблюдается в слое 100-150 см, а орошаемых – в слое 150-200 см.

Состав водной вытяжки каштановых почв массива покажем на примере рода глубоководных (табл. 2).

Из данных таблицы 2 следует, что до орошения состав солей был сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым. После 13 лет орошения состав солей изменился на хлоридно-гидрокарбонатный по анионам и магниевый-кальциевый по катионам. Смена солевого состава произошла за счет выноса гидрокарбоната Ca и Na и привноса с поливной водой сульфата и хлорида магния. Профильное изменение катионов и анионов водной вытяжки изображено на рисунке 3. Кривые показывают, что содержание анионов и катионов изменяется во времени даже при отсутствии орошения.

Например, в 1972 г. в каштановых почвах наблюдается более высокое, чем спустя 20 лет, содержание гидрокарбонат-иона и катиона Na, но меньше Cl-иона, сульфат-иона и катиона Mg. Содержание Ca-иона в слое 20-50 см выше, в остальных слоях ниже, чем в 2000 г. Характер кривых существенно различается для различных анионов и катионов. Профильное распределение гидрокарбонат-иона практически аналогично в лаге времени. Распределение Cl-иона в 1972 г. равномерное по всей исследуемой толще, в 2000 г. на профильной кривой выражены два максимума содержания хлор-иона: на глубине 60-100 см и в слое 150-200 см. Причем его количество в 5-10 раз больше по сравнению с 1972 г. В каштановых почвах (1972 г.) сульфат-ион распределялся равномерно по всему профилю с очень незначительным увеличением в слое 0-40 см. Распределение сульфат-иона в профиле имеет ярко выраженные максимумы (слои 0-20 и 120-200 см) и минимум (слой 40-100 см).

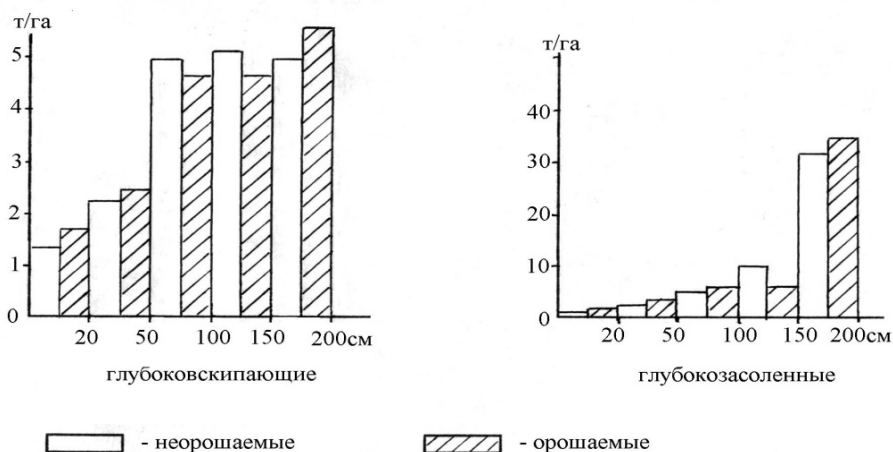


Рис. 1. Послойные запасы легкорастворимых солей в каштановых легкосуглинистых почвах

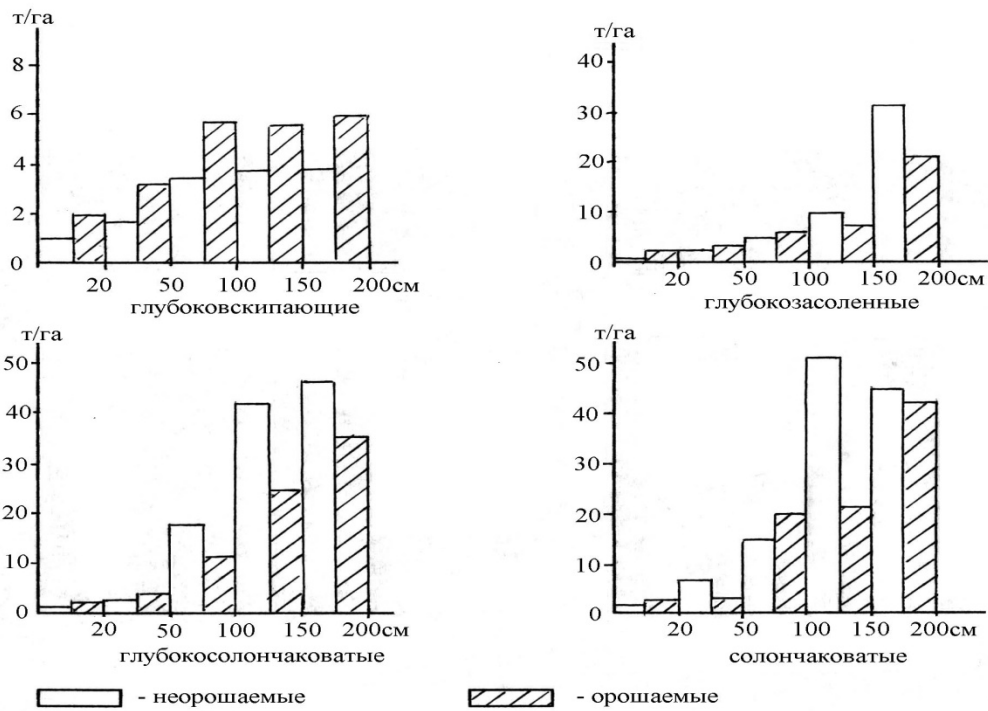


Рис. 2. Послойные запасы легкорастворимых солей в каштановых среднесуглинистых почвах

Таблица 2

Состав водной вытяжки каштановых неорошаемых (числитель) и орошаемых (знаменатель) почв

Гори-зонт	Глубина образца, см	мг-экв на 100 г почвы					Сумма солей, %	
			Cl ⁻	SO ²⁻ 4	Ca ²⁺	Mg ²⁺		Na ⁺
An	0-20	0,6 *	0,04	0,13	0,38	0,16	0,23	0,04
		0,29	0,17	0,3	0,38	0,19	0,15	0,08
B1	20-37	0,06	0,02	0,12	0,06	0,08	0,04	0,043
		0,63	0,04	0,16	0,52	0,15	0,19	0,077
B2	37-61	0,28	0,21	0,2	0,37	0,2	0,12	0,045
		0,08	0,04	0,09	0,06	0,06	0,02	0,079
B2K	61-87	0,65	0,05	0,15	0,51	0,19	0,12	0,041
		0,4	0,24	0,23	0,46	0,33	0,12	0,082
BCK	87-116	0,07	0,04	0,06	0,05	0,03	0,04	0,046
		0,72	0,03	0,13	0,47	0,2	0,18	0,082
CK	116-200	0,43	0,31	0,22	0,55	0,29	0,11	0,046
		0,06	0,12	0,06	0,04	0,07	0,12	0,074
	HCP05	0,63	0,03	0,13	0,46	0,26	0,19	0,048
		0,45	0,33	0,25	0,45	0,45	0,15	0,074
	HCP05	0,07	0,05	0,08	0,03	0,06	0,06	0,048
		0,66	0,05	0,15	0,33	0,3	0,29	0,074
	HCP05	0,5	0,42	0,32	0,51	0,4	0,3	0,074
		0,16	0,1	0,06	0,1	0,1	0,06	0,074

Содержание водорастворимого Ca и Na по профилю весьма изменчиво по глубине и во времени. Максимальное содержание Ca-иона в 1972 г. наблюдалось в слое 20-50 см, тогда как в 2000 г. – в слоях почвы, лежащих глубже 60 см. Характер распределения водорастворимого маг-

ния одинаков по всему профилю при большем абсолютном содержании катиона магния в 2000 г. Изменение содержания катиона натрия по профилю в 1972 и 2000 гг. идентичное, но более контрастное в 2000 г.

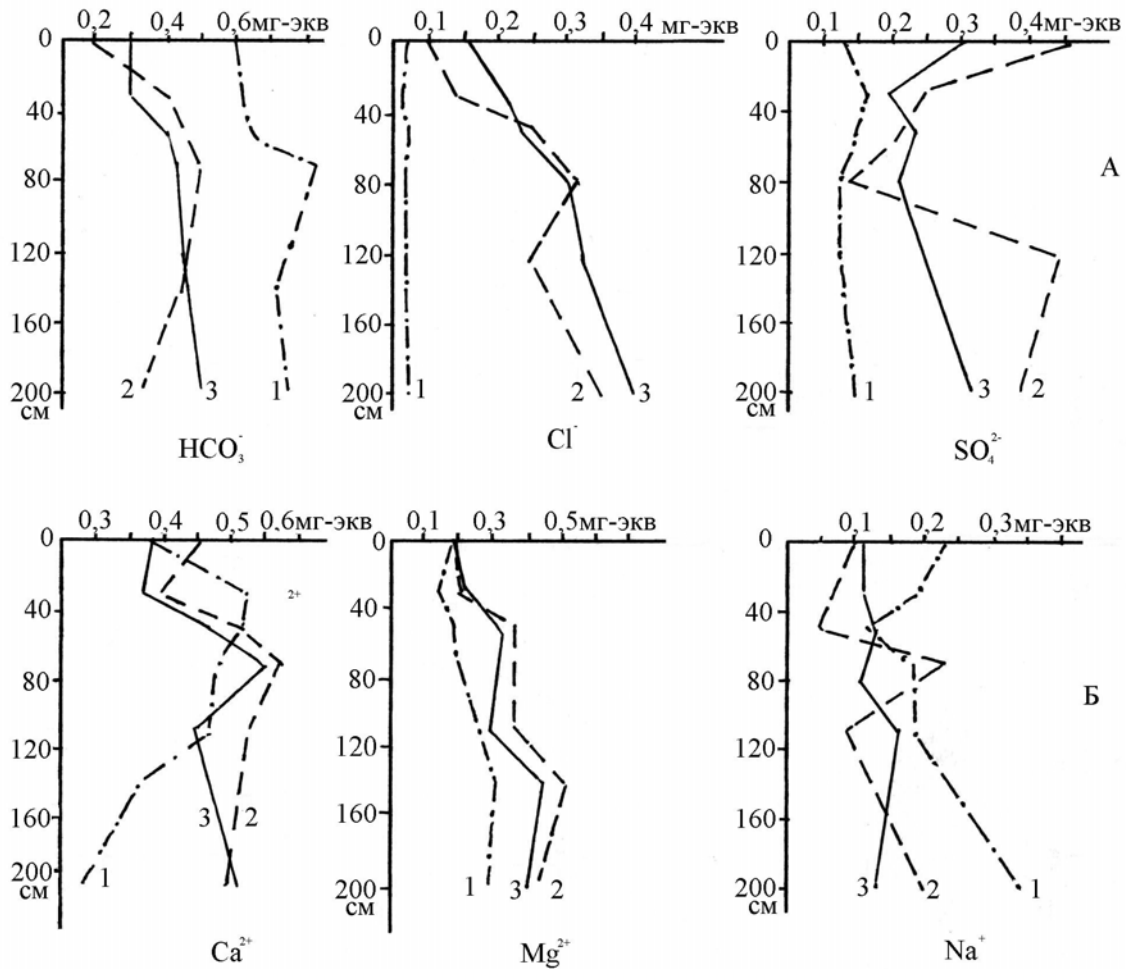


Рис. 3. Профильное распределение анионов (А) и катионов (Б) водной вытяжки каштановых неорошаемых (1 – 1972 г., 2 – 2000 г.) и орошаемых (3) почв

При орошении содержание гидрокарбонат-, хлор- и сульфат-ионов постепенно возрастает вниз по профилю [5-7]. Ступенчато нарастающий характер профильных кривых распределения катионов Ca, Mg и Na свидетельствует о многократном промачивании почв на разную глубину с последующим закреплением одних катионов (например, Mg) и выносом других (Ca и Na). Перераспределение солей в профиле почв происходит под воздействием атмосферных осадков и поливной воды.

До начала орошения среднее содержание токсичных солей составляло 0,66 мг-экв на 100 г почвы. В орошаемых каштановых почвах суммарное количество токсичных солей выросло на 0,24 мг-экв. Солевой профиль по токсичным ионам отчетливо дифференцирован (рис. 4). До глубины 50 см преобладают сульфатно-хлоридный, хлоридный и хлоридно-сульфатный.

Глубже 50 см обычно встречаются хлоридно-сульфатный и сульфатный, хлоридный исчезает. По всему профилю до орошения существенную роль играл сульфатно-содовый тип засоления. По катионам распространены два типа: магниенатриевый и натрий-магниевый.

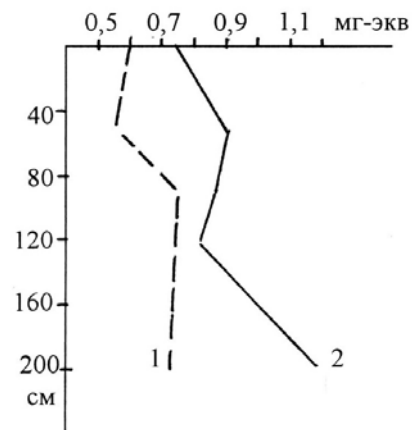


Рис. 4. Профильное распределение суммы токсичных солей в каштановых неорошаемых (1) и орошаемых (2) почвах

Магний-натриевый состав катионов, господствующий до орошения, стал занимать подчиненное положение и сохранился только в верхней толще. Натрий-магниевый состав, занимавший подчиненное положение до орошения, оказался господствующим в орошаемых почвах.

Хлоридный тип засоления до орошения был преобладающим только в слое 0-50 см, после 13 лет орошения он оказался господствующим по всему профилю. Вторым по значимости типом засоления стал сульфатно-хлоридный. Сульфатный, сульфатно-содовый типы, имевшие существенное значение в неорошаемых землях, в орошаемых исчезли совсем. Хлоридно-сульфатный, занимавший до орошения второе по значимости место, после орошения стал встречаться в 3-4 раза реже.

В составе токсичных солей до орошения были распространены $Mg(HCO_3)_2$, $NaHCO_3$, Na_2SO_4 , $NaCl$. Исключительно редко встречались $MgSO_4$ и $MgCl_2$. В орошаемых почвах среди токсичных солей господствующее положение заняли хлориды ($NaCl$, $MgCl_2$) и сульфат магния. В целом состав токсичных солей при орошении изменился с содово-хлоридно-сульфатного на сульфатно-хлоридный по анионам, с магний-натриевого на натрий-магниевый по катионам. Это полностью соответствует составу токсичных солей поливной воды, используемой для орошения.

Практический интерес представляет анализ процессов соленакопления в орошаемых каштановых почвах, расположенных в разных частях массива. Прежде, чем обсудить материалы водной вытяжки, дадим краткую справку о специфике массива. Массив орошения включает два орошаемых участка: первый размещен в северо-восточной части ГПЗ «Родинский», второй – в юго-западной части. Первый участок занимает самые высокие геоморфологические элементы и включает три севооборота (№ 1-3). Поле под третьим севооборотом имеет наклон в северо-западном направлении. Участки под вторым и первым севооборотами расположены на склоне южной экспозиции. Второй орошаемый участок, на котором размещены севообороты № 4-7, имеет наклон в юго-западном направлении (от сево-

оборота № 7 к севообороту № 4). Четвертый и часть пятого севооборота приурочены к пониженному займищу, испытывающему повышенное увлажнение, по сравнению с другими земельными участками.

На полях с севооборотами № 1-3 распространены каштановые, темно-каштановые и лугово-каштановые среднесуглинистые почвы с пониженным залеганием карбонатного горизонта. На участке севооборота № 7 господствуют темно-каштановые почвы с небольшими пятнами лугово-каштановых среднесуглинистых почв, отмытых от карбонатов. На поле шестого севооборота темно-каштановые и каштановые почвы образуют сплошной фон и только в юго-восточной части севооборота встречаются пятна солонцов лугово-каштановых средних и глубоких, что указывает на влияние минерализованных грунтовых вод. На пятом и четвертом севооборотах пятна солонцов замещаются пятнами солодей, лугово-каштановых осолоделых и солонцеватых, а также лугово-болотных осолоделых почв преимущественно среднесуглинистой группы. Это указывает на преобладание процессов солевыноса при близком залегании грунтовых вод.

Специфика почвообразования на массиве определяет особенности соленакопления. При этом закономерность, выявленная до орошения, отчетливо прослеживается и в орошаемых почвах. Закономерности солепроявления рассмотрим по севооборотам. Профильное распределение суммы солей приведено на рисунке 5.

Из рисунка 5 видно, что на участке, занятом севооборотами № 1-3, самое высокое количество солей наблюдается в почвах севооборота № 1. Причем максимум солей приурочен к слою 150-200 см. На втором севообороте такой максимум солей приурочен к средней части профиля (70-120 см). На севообороте № 3 в почвах прослеживаются два максимума солей: первый – в слое 50-100 см, второй – в слое 150-200 см.

На участке с севооборотами 4-7 кривые профильного распределения солей одинаковы. Их отличает только абсолютное содержание солей. Еще нагляднее отличие процессов соленакопле-

ния демонстрирует расчет запасов солей по слоям (табл. 3).

Запас солей до орошения был выше, чем в орошаемых почвах. В то же время по севооборотам запасы солей по слоям заметно различаются. Как до орошения, так и после 13 лет орошения сумма солей в 2-метровой толще почвы севооборота № 1 выше, чем в почвах севооборотов № 2 и 3. В 2-метровой толще почвы (севооборот № 1) после 13 лет орошения запас солей вырос на 2,6 т/га, во втором метре запас солей уменьшился на 11,45 т/га. С поливной водой за 13 лет орошения было привнесено 13,45 т/га. Несмотря на привнос солей в 2-метровой толще орошаемой почвы наблюдается отрицательный баланс. Дефицит составил 4,6 т/га. В почвах второго и третьего севооборотов в первом метре увеличился на 0,8 т/га, во втором метре запас солей не изме-

нился. Дефицит, соответственно, для 2-метровой толщи составил 12,65 т/га. Таким образом, из солей, привнесённых с поливной водой, в почве задержалось около 10%. В седьмом севообороте после 8 лет орошения в орошаемых почвах запас солей уменьшился на 0,98 т/га по сравнению с неорошаемыми. Почвы севооборота № 4 до орошения в 2-метровой толще содержали 61,56 т/га солей. После 11 лет орошения этот запас уменьшился на 27,16 т/га. При этом в верхнем метре запас солей вырос на 2 т/га. Таким образом, практически по всем севооборотам наблюдается некоторое повышение запаса солей в верхнем метре почвы и большое уменьшение во втором метре и во всей 2-метровой толще. Эти расчёты запасов солей по конкретным участкам целиком подтверждают тенденцию, выведенную по усреднённым величинам.

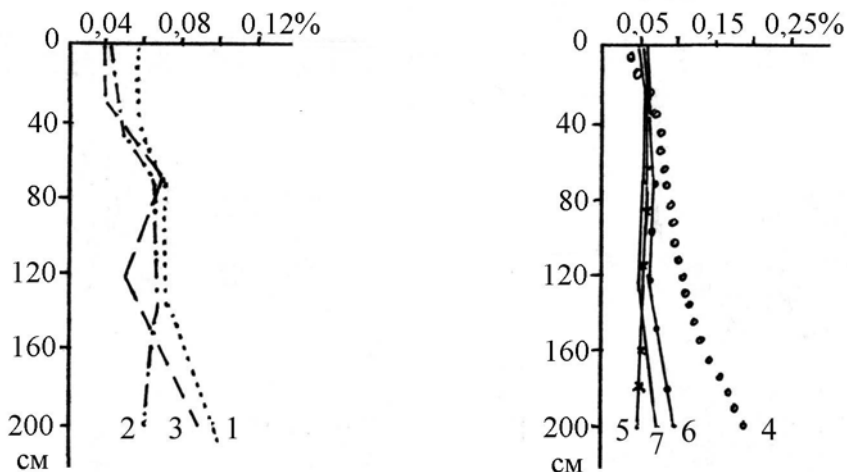


Рис. 5. Профильное распределение суммы солей в каштановых среднесуглинистых почвах (севообороты орошаемые). Нумерация на рисунке соответствует номерам севооборотов

Таблица 3

Запасы солей в каштановых почвах в различных севооборотах, т/га

Слой почвы, см	Номер севооборота						
	1-й	2-й	3-й	7-й	6-й	5-й	4-й
0-20	1,61	1,16	1,11	1,29	1,52	1,65	1,31
20-50	2,71	2,48	2,01	2,31	2,65	2,48	фев.87
0-50	4,32	3,64	3,12	3,6	4,17	4,13	4,19
50-100	5,89	5,40	5,53	4,43	5,68	4,91	5,88
0-100	10,21	9,04	8,65	8,03	9,85	9,04	10,07
100-150	6,88	6,65	4,13	3,95	5,92	5,86	8,75
150-200	7,91	4,07	7,31	5,51	8,79	4,45	15,58
0-200	25	19,76	20,09	17,49	24,56	19,35	34,4

Также следует отметить, что в орошаемых почвах на фоне уменьшения общего запаса солей возрастает содержание токсичных солей, особенно хлоридов. При этом накопление хлора достигает порога токсичности (более 0,01%, или 0,3 мг-экв/100 г почвы) для среднесолеустойчивых сельскохозяйственных культур.

Заключение

При орошении гидрокарбонатно-кальциевой водой с минерализацией менее 0,3 г/л развиваются процессы осолодения-выщелачивания. Под воздействием воды гумус преобразуется в подвижные формы и мигрирует вглубь почвенного профиля. В свою очередь, почвенно-физические условия становятся менее благоприятными для сельскохозяйственных культур: увеличивается количество микроагрегатов, водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм и повышается их механическая и водопрочность, возрастает плотность почвы, уменьшается общая порозность и воздухоёмкость, возрастает общий запас влаги (НВ) и запас продуктивной влаги, снижается водопроницаемость, указывающая на появление деградационных процессов в орошаемых землях.

Библиографический список

1. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Пушкарёва Т.И. Каштановые почвы Кулундинской степи и их изменение при орошении: монография. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2002. – 117 с.
2. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Каблова Н.Ю. Структуры гранулометрического состава и их влияние на засоление почв Алтайской Кулунды: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 123 с.
3. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л. Закономерности почвенного соленакопления в Кулунде // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – Кн. 2. – С. 382-384.
4. Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Соленакопление в почвах Алтайской Кулунды в зависимости от структуры гранулометрического состава // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (136). – С. 50-58.

5. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Пушкарёва Т.И. Изменение водно-физических свойств почв Новотроицкого массива орошения при длительном орошении // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3. – С. 244-246.

6. Татаринцев В.Л. Влияние орошения на физико-химические свойства каштановых почв Новотроицкого массива орошения // Современные проблемы и достижения аграрной науки в животноводстве и растениеводстве: сб. ст. юбилейной Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – С. 154-157.

7. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Пушкарёва Т.И. Изменение мелиоративного состояния каштановых почв сухой степи при орошении // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 9 (95). – С. 25-29.

References

1. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Pushkareva T.I. Kashtanovye pochvy Kulundinskoy stepi i ikh izmenenie pri oroshenii: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGU, 2002. – 117 s.
2. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Kablova N.Yu. Struktury granulometricheskogo sostava i ikh vliyanie na zasolenie pochv Altayskoy Kulundy: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2003. – 123 s.
3. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L. Zakonomernosti pochvennogo solenakopleniya v Kulunde // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sb. statey Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3-kh kn. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2013. – Kn. 2. – S. 382-384.
4. Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Solenakoplenie v pochvakh Altayskoy Kulundy v zavisimosti ot struktury granulometricheskogo sostava // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 2 (136). – S. 50-58.
5. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Pushkareva T.I. Izmenenie vodno-fizicheskikh svoystv pochv Novotroitskogo massiva orosheniya pri dlitelnom oroshenii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 3. – S. 244-246.
6. Tatarintsev V.L. Vliyanie orosheniya na fiziko-khimicheskie svoystva kashtanovykh pochv Novo-

troitskogo massiva orosheniya. Sovremennye problemy i dostizheniya agrarnoy nauki v zhivotnovodstve i rasteniyevodstve: sb. statey yubileynoy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2003. – S. 154-157.

7. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Pushkareva T.I. Izmenenie meliorativnogo sostoyaniya kashtanovykh pochv sukhoy stepi pri oroshenii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 9 (95). – S. 25-29.



УДК 631.4:631.37(571.150)

Е.Г. Ещенко, С.И. Ещенко, В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев
Ye.G. Yeshchenko, S.I. Yeshchenko, V.L. Tatarintsev, L.M. Tatarintsev

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ

THE INFLUENCE OF IRRIGATION ON PHYSICAL AND HYDRO-PHYSICAL PROPERTIES OF AGRICULTURAL SOILS

Ключевые слова: орошение, физические свойства агропочв, водно-физические свойства агропочв, Новотроицкий массив орошения, объём почвенных пор, дифференциальная порозность, влажность завядания, наименьшая влагоёмкость, максимальная гигроскопичность.

Влияние орошения на физические (особенно плотность и порозность) и водно-физические свойства агропочв вызывает особый интерес у исследователей, так как они определяют режим полива и скорость подачи поливной воды. Наши исследования в Алтайской Кулунде на Новотроицком массиве орошения показали, что плотность почвы в результате орошения увеличилась как в верхних горизонтах каштановых почв, так и по всему профилю. Тогда как плотность твёрдой фазы осталась неизменной в результате полива обскими водами. Общая порозность в пахотном слое легкосуглинистых почв в среднем уменьшилась на 6,8% объёма почвы. В подпахотном (20-40 см) слое общая порозность уменьшилась всего на 3,5%. В нижней части почвенного профиля уменьшение объёма пор не превышает 2%. Наиболее сильное изменение общей порозности наблюдается до глубины 50-60 см. В среднесуглинистых почвах орошение приводит к меньшему, по сравнению с легкосуглинистыми почвами, изменению общей порозности. В результате проведённых исследований во всех орошаемых почвах, по сравнению с неорошаемыми, отмечается повышение показателей водно-физических свойств. Несущественные изменения характерны для величин максимальной гигроскопической влаги (МГ) и влажности завядания (ВЗ). Существенное изменение под влиянием орошения претерпевают величины влажности разрыва капиллярной связи (ВПК), наименьшей влагоёмкости (НВ) и диапазона активной влаги (ДАВ). Отметим, что более глубокие изменения вододержания наблюдаются в легкосуглинистых агропочвах орошаемого массива. В

среднесуглинистых почвах повышение ВПК и НВ статистически не доказано. Однако диапазон активной влаги в некоторых горизонтах среднесуглинистых почв существенно выше, чем в неорошаемых. В других горизонтах наблюдается тенденция к увеличению ДАВ.

Keywords: irrigation, physical properties of agricultural soils, hydro-physical properties of agricultural soils, Novotroitsk irrigated land area, soil pore volume, differential porosity, wilting point, minimum moisture capacity, maximum hygroscopic moisture.

The influence of irrigation on physical (especially density and porosity) and hydro-physical properties of agricultural soils is of particular interest since they determine the irrigation regime and the irrigation water supply rate. The investigations in the Altai Kulunda in the Novotroitsk irrigated land area showed that the soil density as a result of irrigation increased both in the upper horizons of chestnut soils and throughout the profile. While the density of the solid phase remained unchanged as a result of irrigation by the Ob River water. The total porosity in the arable layer of light loamy soils decreased on average by 6.8% of the soil volume. In the sub-plow layer (20-40 cm), the total porosity decreased by only 3.5%. At the bottom of the soil profile, the volume of pores does not exceed 2%. The strongest change in total porosity is observed to a depth of 50-60 cm. In medium loamy soils, irrigation leads to a change in the overall porosity as compared to light loamy soils. The conducted studies have found in all irrigated soils, as compared to non-irrigated soils, increased indices of hydro-physical properties. Minor changes are typical for the values of maximum hygroscopic moisture and wilting point moisture. Significant changes under the influence of irrigation are found in the moisture values of capillary rupture, the lowest moisture capacity and the range of active moisture. It should be noted that deeper changes in water retention are observed in light loamy agri-