

УДК 633.18:631.445.51:631.582

UDC 633.18:631.445.51:631.582

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР И РАЗЛИЧНЫХ ВОДНЫХ НАГРУЗОК НА СВОЙСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ

IMPACT OF GROWING CROPS AND DIFFERENT WATER LOADINGS ON THE FEATURES OF DARK CHESTNUT SOILS IN RICE ROTATIONS

Миронченко Максим Сергеевич
Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Россия

Mironchenko Maksim Sergeyeovich
Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russia

Содержащийся в статье материал дает общую оценку мелиоративного состояния земель на рисовых оросительных системах Ростовской области. Представлены показатели засоленности, щелочности, солонцеватости, наличие кальция в почвенном поглощающем комплексе темно-каштановых почв в различных севооборотах и при разных водных нагрузках

The article gives a general assessment for meliorative state of soils at the rice irrigation systems in the Rostov region. The indices of soil salinity, alkalinity, sodicity, calcium content in soil exchangeable complex of dark chestnut soils at different crop rotations and water loadings are afforded

Ключевые слова: РИС, РИСОВОДСТВО, МЕЛИОРАЦИЯ РИСОВЫХ ЧЕКОВ, ЗАСОЛЕНИЕ, ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Keywords: RICE, RICE GROWING, MELIORATION OF RICE PADDIES, SOIL SALINIZATION, SOIL FERTILITY

Оценка значения почвенных условий для выращивания риса по многочисленным публикациям показала, что приспособляемость этой культуры к различным факторам не имеет себе равных среди продовольственных растений. Рис может расти на тучных и бедных, кислых, нейтральных и щелочных, засоленных и незасоленных, солонцеватых и несолонцеватых почвах [1]. Исходя из этого, под рисосеяние отводятся самые неблагоприятные массивы.

Объектом наших исследований являются темно-каштановые почвы, которые осваиваются под рисосеяние более 30 лет.

С целью изучения мелиоративного состояния и почвенного плодородия темно-каштановых почв в рисовых севооборотах в 2008–2010 гг. на Манычской ОС (п. Белозерный Сальского района, ООО «Белозерный») были проведены исследования на ключевых участках:

- Ключевой участок 1 – рисовый севооборот 5 поле 4 карта 14 чек 1.
- Ключевой участок 2 – рисовый севооборот 5 поле 5 карта 21 чек 1.
- Ключевой участок 3 – залежь.
- Ключевой участок 4 – рисовый севооборот 1 поле 2 карта 9 чек 1.

– Ключевой участок 5 – рисовый севооборот 4 поле 3 карта 18 чек 5.

– Ключевой участок 6 – рисовый севооборот 4 поле 2 карта 13 чек 1.

Возделываемые культуры и их оросительные нормы представлены в таблице 1. Агротехника на ключевых участках – общепринятая для рисовых севооборотов Ростовской области.

Образцы почвы отбирались ежегодно весной и осенью на постоянных динамических площадях.

Для установления уровня грунтовых вод и их минерализации на ключевых участках были пробурены скважины (наблюдательные) до и ниже грунтовых вод.

В образцах почв сделаны следующие виды анализов согласно общепринятым методикам и рекомендованным ГОСТ:

– состав водной вытяжки почв и грунтовых вод;

– состав обменных оснований.

Результаты анализов просчитаны методами математической статистики. Расчетными методами получены данные по щелочности, солонцеватости.

Темно-каштановые почвы, расположенные в комплексе с солонцами, до освоения их в рисовых севооборотах, обладали в верхнем 0–40 см слое предельно-допустимыми параметрами (ПДП) по физико-химическим показателям [3]. Об этом свидетельствуют результаты анализа образцов почв, отобранных на залежи (см. табл. 1). Они показывают, что не засолены не только слой 0–40 см, но и весь метровый слой. Щелочность почв в октябре 2008 года характеризовалась как слабая по всему метровому слою. Это подтверждают данные определения реакции почв, которая в метровом слое не превысила рН 7,8. Солонцеватость в 0–40 см слое не обнаружена. Содержание обменного натрия всего составило 2 % от суммы почвенного поглощающего комплекса (ППК), в слое 40–60 см – 10 %.

Таблица 1 – Изменение физико-химических свойств темно-каштановых почв в 0–40 см слое

Ключевые участки	Возделываемая культура	Оросительная норма, м ³ /га	Слой, см	∑ солей, %	Токсичные соли, %	Щелочность		∑ ППК, мг-экв./100 г	%, ∑ ППК			Грунтовые воды		
						рН	по Зимовцу, мг-экв./100 г		С а	М g	Н а	Глубина, см	Минерализация, г/дм ³	Химический состав
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Осень 2008 года, I декада сентября														
1	Рис	21000	0-40	0,127	0,082	8,2	0,77	25,37	52	35	13	140	6,1	SO ₄ -Na
			40-100	0,134	0,081	8,5	0,63	24,98	55	34	12			
2	Рис	21000	0-40	0,149	0,088	8,3	0,79	26,01	54	34	12	160	8,2	SO ₄ -Na
			40-100	0,156	0,095	8,5	0,61	22,32	57	32	11			
3	Залежь	0	0-40	0,101	0,042	7,7	нешел.	24,95	73	25	2	310	7,5	SO ₄ -Na
			40-100	0,112	0,061	7,8	нешел.	22,74	64	31	5			
4	Кукуруза на зерно	0	0-40	0,115	0,075	7,9	0,34	25,07	55	40	5	580	7,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,134	0,092	8,2	0,45	22,11	59	35	8			
5	Люцерна	0	0-40	0,110	0,071	7,8	0,41	25,10	61	35	4	540	6,3	SO ₄ -Na
			40-100	0,137	0,086	7,6	0,52	22,14	65	32	7			

6	Тритикале	0	0-40	0,113	0,063	8, 1	0,44	26,55	60	33	7	620	7,4	SO ₄ -Na
			40- 100	0,127	0,075	8, 0	0,62	23,51	60	30	10			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Весна 2009 года														
1			0-40	0,124	0,078	8,0	1,40	25,65	48	44	8	190	6,5	SO ₄ -Na
			40-100	0,093	0,057	8,4	1,34	25,49	53	38	9			
2			0-40	0,127	0,073	8,5	1,42	25,90	62	31	7	180	8,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,130	0,078	8,8	1,31	21,90	61	30	9			
3			0-40	0,093	0,044	7,7	0,48	24,70	72	27	1	330	7,3	SO ₄ -Na
			40-100	0,090	0,050	7,8	0,61	22,52	62	32	6			
4			0-40	0,103	0,052	8,4	0,62	24,73	58	38	4	620	5,8	SO ₄ -Na
			40-100	0,144	0,087	8,7	0,80	21,49	60	33	7			
5			0-40	0,101	0,065	8,2	0,69	24,50	60	37	3	530	5,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,134	0,083	8,9	0,86	21,56	67	27	6			
6			0-40	0,101	0,054	8,4	0,72	26,34	59	35	6	670	6,6	SO ₄ -Na
			40-100	0,113	0,069	8,9	0,97	23,22	59	32	9			
Осень 2009 года														
1	Рис	21000	0-40	0,164	0,128	7,3	0,28	28,09	51	38	12	170	7,2	SO ₄ -Na
			40-100	0,170	0,116	8,1	0,27	27,57	54	38	9			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	Рис	21000	0-40	0,172	0,117	8,2	0,10	28,87	56	32	12	195	8,4	SO ₄ -Na
			40-100	0,166	0,107	8,3	0,47	26,42	59	32	9			
3	Залежь	0	0-40	0,081	0,035	7,9	0,38	24,58	72	25	3	350	7,6	SO ₄ -Na
			40-100	0,087	0,042	8,4	0,36	22,44	61	34	5			
4	Подсол- нечник	0	0-40	0,141	0,094	7,4	0,52	26,16	57	38	6	590	8,1	SO ₄ -Na
			40-100	0,124	0,086	7,8	0,55	27,12	56	34	10			
5	Рис	21000	0-40	0,120	0,090	7,3	0,42	26,88	46	43	12	190	4,3	SO ₄ -Na
			40-100	0,124	0,087	7,8	0,23	25,52	53	37	10			
6	Рис	21000	0-40	0,159	0,110	7,8	0,52	26,15	50	38	13	230	4,5	SO ₄ -Na
			40-100	0,149	0,090	8,5	0,44	23,42	59	31	10			
Весна 2010 года														
1			0-40	0,108	0,069	8,4	0,60	27,6	62	29	10	220	6,7	SO ₄ -Na
			40-100	0,133	0,073	8,7	0,43	23,3	61	28	11			
2			0-40	0,105	0,076	8,5	нещел.	28,3	49	41	11	230	7,1	SO ₄ -Na
			40-100	0,168	0,088	8,2	нещел.	27,1	60	29	10			
3			0-40	0,071	0,029	8,1	нещел.	25,9	76	22	2	380	7,5	SO ₄ -Na
			40-100	0,088	0,029	8,3	нещел.	24,1	75	20	5			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4			0-40	0,129	0,063	8,5	нещел.	25,2	61	34	5	610	5,7	SO ₄ -Na
			40-100	0,165	0,099	8,6	нещел.	23,7	59	32	9			
5			0-40	0,146	0,079	8,3	нещел.	28,5	56	35	10	250	7,7	SO ₄ -Na
			40-100	0,141	0,080	8,8	нещел.	24,0	57	32	11			
6			0-40	0,128	0,096	8,4	0,60	27,5	54	37	9	310	6,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,164	0,081	8,6	0,27		58	39	10			
Осень 2010 года														
1	Ячмень	0	0-40	0,152	0,093	8,4	нещел.	27,4	62	33	6	480	7,4	SO ₄ -Na
			40-100	0,156	0,094	8,6	нещел.	25,3	47	41	12			
2	Ячмень	0	0-40	0,121	0,091	7,5	0,28	25,2	51	42	7	450	6,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,160	0,098	7,5	нещел.	27,8	51	38	12			
3	Залежь	0	0-40	0,107	0,043	7,5	нещел.	25,1	75	22	3	370	6,3	SO ₄ -Na
			40-100	0,117	0,064	8,2	нещел.	24,9	68	26	6			
4	Озимая пшеница	0	0-40	0,123	0,064	7,9	нещел.	23,16	62	32	6	630	5,9	SO ₄ -Na
			40-100	0,138	0,077	8,6	нещел.	24,75	60	30	10			
5	Ячмень	0	0-40	0,120	0,081	8,4	01,66	27,3	62	30	8	450		SO ₄ -Na
			40-100	0,123	0,069	8,5	0,44	25,4	64	25	10			
6	Агромели-оративное поле	0	0-40	0,131	0,079	7,9	0,26	27,1	56	37	7	570		SO ₄ -Na
			40-100	0,126	0,076	7,7	0,61	25,8	59	32	8			

В среднем в слое 40-100 см его величина составила 5 %, то есть в темно-каштановых почвах в исходном состоянии присутствует глубинная солонцеватость. Кроме этого в ППК прослеживается недонасыщенность почв кальцием. В слое 0–40 см его содержится 73 %, а при оптимальном параметре для этих почв это величина должна составлять более 80 %. С 60 см его количество уменьшается до 65 %, на глубине 80–100 см – до 40 %, а содержание обменного магния возрастает до 35 % от суммы ППК. Повышение минерализованных грунтовых вод ближе к поверхности будет способствовать развитию солонцеватости в слоях, расположенных глубже 40 см. Одновременно применение для полива слабоминерализованных вод сульфатно-натриевого состава, вероятно, увеличит содержание обменного натрия и магния в ППК и снизит содержание кальция.

Это наглядно подтвердили наши исследования, проведенные на ключевых участках рисового севооборота с разной водной нагрузкой, которая зависела от затопляемой культуры риса (см. табл. 1). За три года исследований (2008–2010 гг.) суммарная оросительная норма составила:

Участок 1 – 42000 м³/га;

Участок 2 – 42000 м³/га;

Участок 3 – 0 м³/га;

Участок 4 – 0 м³/га;

Участок 5 – 21000 м³/га;

Участок 6 – 21000 м³/га.

Считается, что на территории рисовой оросительной системы создается режим непрерывного рассоления даже при использовании слабоминерализованных вод.

Действительно, даже при таких водных нагрузках и при минерализации поливной воды до 3 г/л сульфатно-натриевого состава темно-каштановые почвы по всем ключевым участкам после трех лет исследований остались незасоленными. Однако, относительное количество суммы

солей в 0–40 см слое почв на ключевом участке 1 увеличилось на 20 %, на остальных - по порядку, соответственно, на 23, 5, 8, 12, 15 %. Аналогичные закономерности просматриваются и в слое 40–100 см. Таким образом, где выше были оросительные нормы, на тех участках просматривается большее содержание солей к концу третьего года исследований. По токсичным солям закономерности аналогичны, но их увеличение несколько ниже 7–14 % (см. табл. 1).

Однако, если легкоподвижные хлористые соли легко вымываются, то углекислые соединения удаляются во много раз медленнее. Результаты наших исследований показали, что в тех слоях, где уменьшается хлор, обязательно увеличивается HCO_3^- -ион (рис. 1, табл. 2). Это подтверждено полученной зависимостью между содержанием Cl -иона и HCO_3^- -иона. Коэффициент детерминации составил 52 %, то есть он подтвердил зависимость содержания HCO_3^- -иона от Cl -иона.

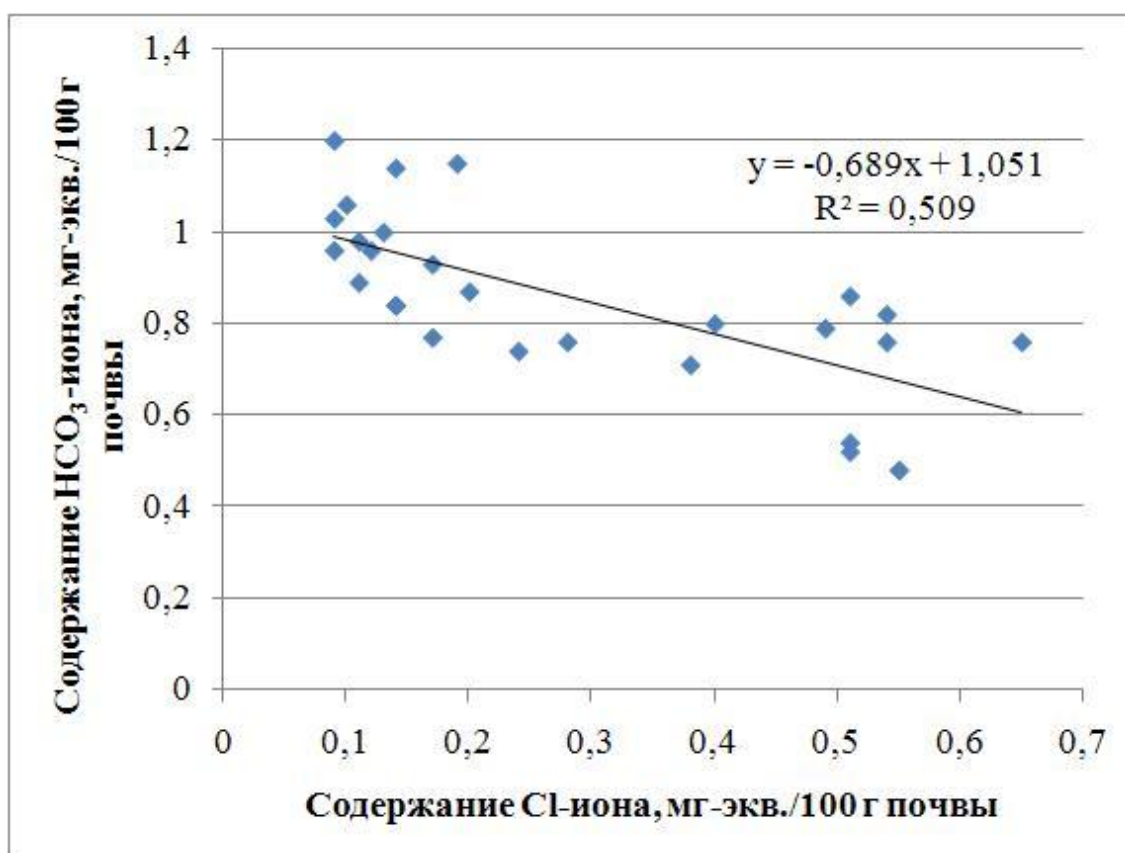


Рисунок 1. Зависимость содержания HCO_3^- -иона от содержания Cl -иона

Таблица 2 – Динамика содержания Cl-иона и HCO₃⁻-иона, мг-экв./100 г в темно-каштановых почвах, осваиваемых в рисовом севообороте

№ ключевых участков	Слой, см	2008 г. осень	2009 г.		2010 г.	
			весна	осень	весна	осень
Cl-ион, мг-экв./100 г						
1	0-40	0,38	0,19	0,55	0,27	0,43
	40-100	0,53	0,20	0,52	0,28	0,53
2	0-40	0,44	0,11	0,40	0,26	0,38
	40-100	0,55	0,17	0,54	0,25	0,44
3	0-40	0,28	0,17	0,24	0,26	0,26
	40-100	0,24	0,14	0,28	0,24	0,30
4	0-40	0,34	0,14	0,51	0,24	0,23
	40-100	0,27	0,09	0,38	0,30	0,20
5	0-40	0,20	0,11	0,51	0,33	0,28
	40-100	0,19	0,13	0,45	0,30	0,29
6	0-40	0,24	0,09	0,65	0,33	0,24
	40-100	0,21	0,10	0,54	0,27	0,23
HCO ₃ ⁻ -ион, мг-экв./100 г						
1	0-40	0,45	1,06	0,48	0,87	0,69
	40-100	0,68	0,87	0,79	0,92	0,74
2	0-40	0,57	0,89	0,80	0,77	0,59
	40-100	0,62	0,93	0,82	0,83	0,51
3	0-40	0,69	0,77	0,74	0,76	0,71
	40-100	0,73	0,84	0,76	0,71	0,73
4	0-40	0,61	1,14	0,54	0,89	0,88
	40-100	0,71	1,03	0,71	0,91	1,01
5	0-40	0,79	0,98	0,86	0,86	0,80
	40-100	0,81	1,00	0,52	0,31	0,84
6	0-40	0,73	0,96	0,76	0,90	0,78
	40-100	0,76	1,06	0,76	0,83	0,87

В данных таблицы 2 также наглядно представлено, что осенью, особенно после возделывание риса, увеличивается содержание хлора за счет поступления больших объемов воды, в которой его содержится более 15 %, а HCO_3^- -иона одновременно при этом уменьшается. Например, на ключевом участке 1 осенью 2008 года после возделывания риса содержание Cl -иона в 0–40 см слое составило 0,38 мг-экв./100 г, а HCO_3^- -иона – 0,45 мг-экв./100 г. Весной 2009 года на этом же участке содержание HCO_3^- -иона увеличилось до 1,06 мг-экв./100 г.

При возделывании пропашных культур, например подсолнечника и кукурузы или ячменя, весной также наблюдается увеличение хлористых солей. На наш взгляд, это объясняется подтягиванием их из нижних горизонтов в верхний 0–40 см слой. После осенне-зимних осадков хлористые соли, в основном, промываются, а углекислые соли остаются в тех же слоях, но за счет уменьшения Cl -иона, содержание HCO_3^- -иона увеличивается. Необходимо отдать должное использованию для поливов слабоминерализованных вод, которые сдерживают в данных рисовых почвах проявление щелочности. Она характерна для затопляемых почв, где создаются анаэробные условия. Однако, по нашим данным, щелочность практически не появилась ни в один из сроков отбора образцов почв, то есть темно-каштановые почвы на всех ключевых участках, согласно классификации Б. А. Зимовца, оставались нещелочными. Кроме весны 2009 года, когда на участках 1 и 2 после возделывания риса в 2008 году щелочность возросла до величин, характеризующих почвы как слабощелочные, а затем за счет вымывания осенне-зимними осадками хлористых солей она увеличилась почти вдвое, и темно-каштановые почвы стали характеризоваться как среднешелочные, в последующие периоды исследований увеличение щелочности нами не прослеживалось.

Наиболее неблагоприятным явлением в темно-каштановых почвах при возделывании риса явился процесс осолонцевания [2]. Он обусловливается поступлением натрия из почвенного раствора в почвенный поглощающий комплекс и оценивается содержанием в нем обменного натрия.

В верхних слоях темно-каштановых почв этот процесс связан с поступлением с оросительной водой слабоминерализованных вод сульфатно-

натриевого состава. Особенно большие оросительные нормы используются при возделывании риса. Чем выше оросительные нормы, тем больше содержится обменного Na в ППК темно-каштановых почв. Коэффициент детерминации составил 0,72 (рис. 2). Трехлетние исследования показали, что на тех участках, где чаще возделывался рис и использовались оросительные нормы 21000 м³/га, содержание обменного натрия увеличивалось до 12 % и более. На участках, где преобладали пропашные культуры, его количество составляло от 2 до 8 %, но проявлялась тенденция к его накоплению. Наличие солонцеватости глубже 40 см в темно-каштановых почвах обосновано близким залеганием среднеминерализованных солоноватых и сильносолоноватых грунтовых вод [4].

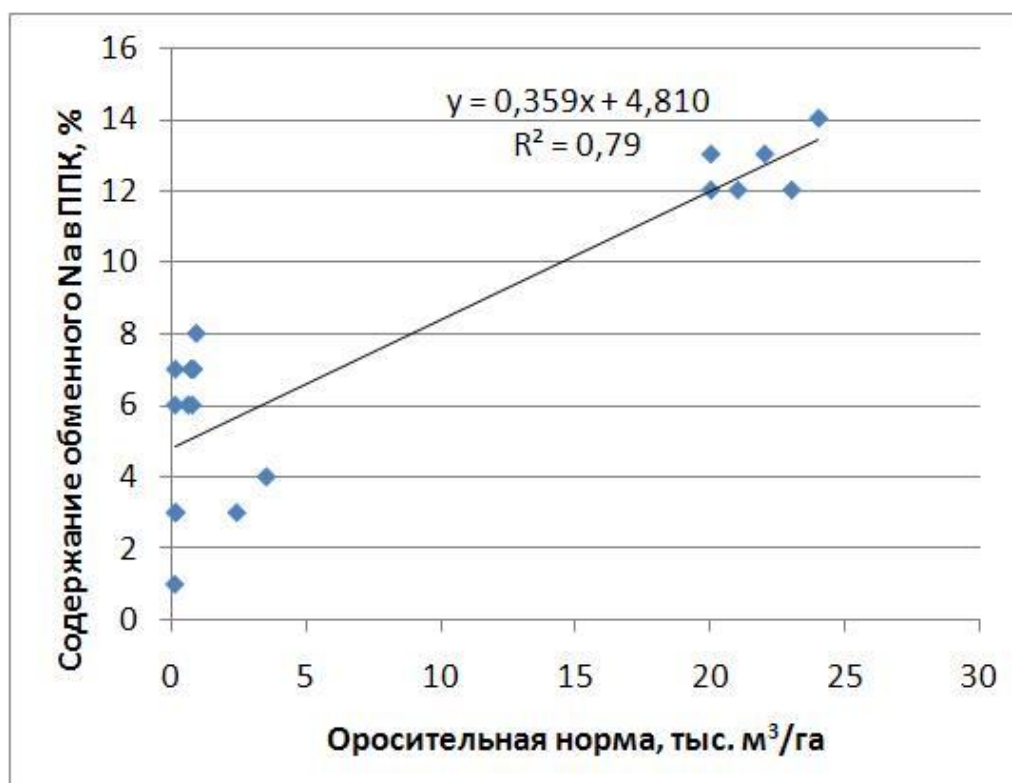


Рисунок 2. Зависимость содержания обменного Na в ППК 0-40 см слоя темно-каштановых почв от оросительных норм

Содержание обменного Na в 0–40 см слое темно-каштановых почв по годам в зависимости от возделываемой культуры представлено на рисунке 3, согласно которому, на тех ключевых участках, где чаще возделыв-

вался рис (ключевой участок 1 и 2), количество обменного Na достигает 12–14 %.

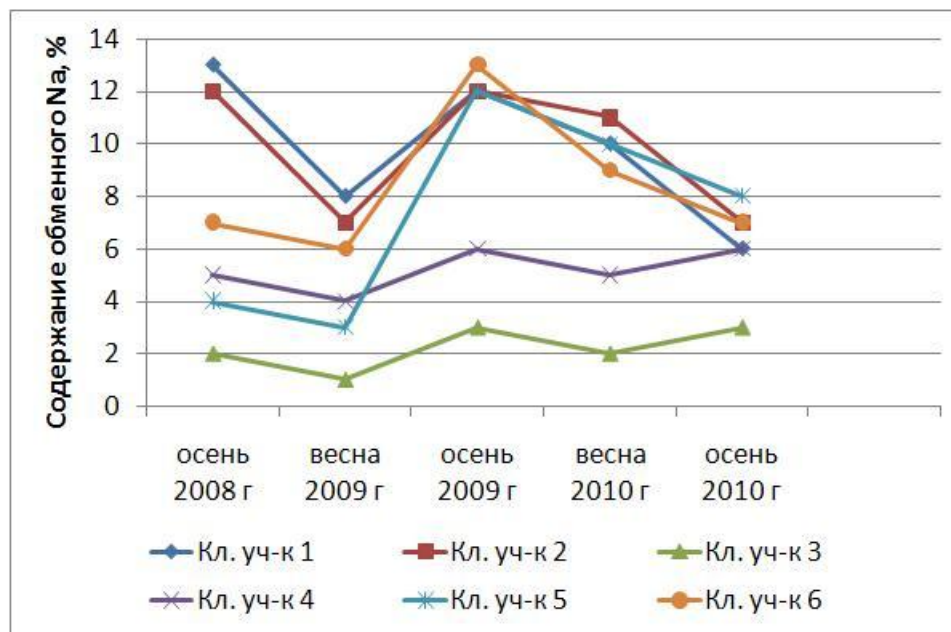


Рисунок 3. Динамика обменного натрия в 0–40 см слое темно-каштановых почв, осваиваемых в рисовых севооборотах

К сентябрю 2010 года наименьшее содержание Na прослеживается на ключевом участке 3 (залежь) и на ключевом участке 4, на котором в течение трех лет рис не возделывался. Там, где наблюдалось в почвах больше Na и Mg, уменьшалось содержание обменного Ca. Практически на всех ключевых участках, где возделывался рис, содержание обменного Ca в темно-каштановых почвах через три года исследований не превышало 62 % в 0–40 см слое. Несколько возросло его количество, по сравнению с осенью 2008 года, на ключевом участке 5, где в севообороте присутствовала люцерна, и на ключевом участке 4, где в течение трех лет возделывались пропашные культуры. На залежи в 0–40 см слое почв особых изменений ни по обменному Na, ни по обменному Ca не произошло.

В слое почвы 40–100 см процессы осолонцевания зависели от расположения уровня грунтовых вод (УГВ) (рис. 4, 5).

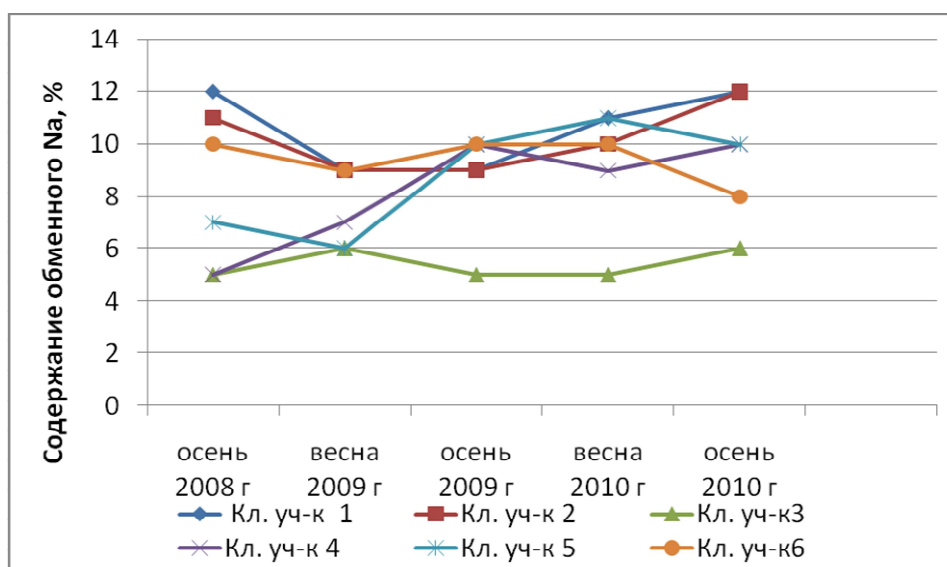


Рисунок 4. Динамика обменного натрия в слое 40–100 см темно-каштановых почв, осваиваемых в рисовых севооборотах

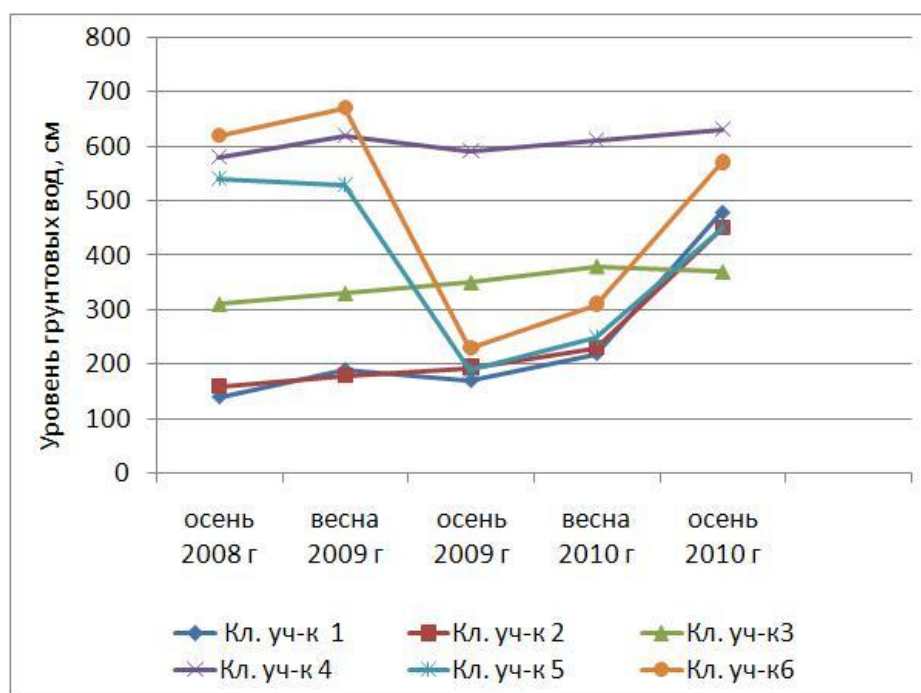


Рисунок 5. Уровень грунтовых вод на ключевых участках

На рисунках 4–5 показано, что чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды (ключевые участки 1 и 2), тем больше в слое 40–100 см содержится обменного Na и меньше – Ca. На залежи (ключевой участок 3) во все годы исследований УГВ располагались чуть глубже 3 м, поэтому и содержание обменных оснований оставалось стабильным. На ключевом

участке 4 после возделывания пропашных культур УГВ опустились на глубину 6 м, поэтому содержание обменного Na не превысило 10 %. Аналогичная ситуация складывалась на 5 ключевом участке, где возделывалась люцерна.

Содержание земель в условиях агромелиоративного поля, где проводилась только культивация, способствовало также понижению УГВ (глубже 5 м) и снижению солонцеватости в слое 40–100 см.

Таким образом, исследования физико-химических свойств темно-каштановых почв показали, что в них, несмотря на затопления риса слабо-минерализованными водами сульфатно-натриевого состава, вторичного засоления почв не происходит. Благодаря наличию в поливной воде 15 % хлора, щелочность не проявляется. Однако из-за плохого качества поливной воды в 0–40 см слое темно-каштановых почв, несмотря на соблюдение рисовых севооборотов, прогрессируют процессы осолонцевания, выражающиеся в накоплении обменных натрия и магния в почвенном поглощающем комплексе и в недонасыщенности его обменным кальцием. В слое 40–100 см этих же почв также проявляются эти негативные явления, но они связаны с наличием капиллярной каймы в этом слое из-за периодического поднятия к поверхности уровня грунтовых среднеминерализованных соленоватых и сильносоленоватых вод, особенно при возделывании риса.

Список литературы

- 1 Базилевич Н.И. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв. – М.: Изд-во «Колос», 1970. – 112 с.
- 2 Борешевская О.А. Восстановление плодородия почвы при мелиорации засоленных почв на рисовых оросительных системах Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. – 2011. – № 2(14) – С. 49–53.
- 3 Костылев П.И. Северный рис. – Ростов н/Д: Книга, 2004. – 576 с.
- 4 Руководство по контролю регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, О.Ю. Шалашова [и др.]. – Новочеркасск, 2000. – 85 с.