

УДК 631.6:631.42

Р. Е. Юркова, Л. М. Докучаева

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ С КОМПЛЕКСНЫМ ПОКРОВОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ И ДОЗАХ ВНЕСЕНИЯ ФОСФОГИПСА

Цель работы – изучение влияния способов и доз внесения фосфогипса на физико-химические свойства почв комплексного покрова. Исследования проводились в Сальском районе Ростовской области. Объект исследований – черноземы южные (зональные почвы) и солонцы мелкие, составляющие комплексный почвенный покров с участием солонцов более 35 %. Согласно схеме опыта изучалось влияние фосфогипса на свойства солонцов и зональных почв на фоне глубокого рыхления при применении принятой (сплошное внесение) и предлагаемой (выборочное внесение) технологий внесения на почвенный комплекс. В результате исследований выявлено, что в черноземах щелочность снижалась быстрее, чем в солонцах. Это связано с тем, что большее содержание обменного натрия в солонцах (на 28–30 %) сдерживало процессы расщелачивания. При этом на черноземах при дозе 5 т/га фосфогипса уменьшение щелочности наблюдалось и на пятый год последствия, а на солонцах к этому году происходит ее восстановление. Внесение 10 т/га фосфогипса на черноземах не ускоряет процесс ее снижения, а на солонцах с третьего года последствия при этой дозе почвы стали слабощелочными, при 5 т/га фосфогипса – среднещелочными (1,26 ммоль/100 г почвы), к осени пятого года последствия – нещелочными. Состав почвенного поглощающего комплекса (ППК) при контроле ни на черноземе, ни на солонце не претерпел никаких изменений. В мелиорируемых вариантах на черноземе количество Са к осени пятого года последствия приблизилось к оптимальным параметрам и составляло 74–78 % от суммы ППК, а содержание обменного Na – 2 %, что также соответствует оптимальным параметрам. Лучшие результаты мелиорирующего эффекта в последствии на солонце получены в вариантах с дозой мелиоранта 10 т/га фосфогипса. При сплошном внесении содержание кальция в ППК возросло почти на 41 %, а доля магния и натрия уменьшилась соответственно на 33 и 58 %. При выборочном внесении данные аналогичны. Установлено, что в целях экономии и недопущения дополнительной химической нагрузки на черноземы целесообразно применять выборочный способ внесения мелиорантов.

Ключевые слова: комплексный покров, химическая мелиорация, фосфогипс, щелочность, солонцеватость, почвенный поглощающий комплекс.

R. Ye. Yurkova, L. M. Dokuchayeva

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

CHANGES IN PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF INTEGRATED COVER SOILS WITH DIFFERENT METHODS AND RATES OF PHOSPHOGYPSUM APPLICATION

The aim of the paper is to study the effect of methods and rates of phosphogypsum application on physical-chemical properties of integrated soil cover. The studies were conducted in Salsk district of Rostov region. The object of research is black southern chernozems (zonal

soils) and alkali fine soils, which make up integrated soil cover with more than 35 % alkali. According to the scheme of the experiment, the effect of phosphogypsum on alkali and zonal soils properties at the background of deep tillage by application of accepted (overall application) and proposed (selective application) practices on soil complex has been studied. The studies revealed that the alkalinity decreased faster in chernozems than in alkali soils. This is due to the fact that a higher sodium absorption ratio in solonetz (by 28–30 %) restrained the alkalinity processes. At the same time the alkalinity decrease was observed on chernozems at a dose of 5 t/ha of phosphogypsum in the fifth year of aftereffect, and on solonetz soils the alkalinity restoration took place by the same year. 10 t/ha of phosphogypsum application on chernozems does not increase the process of its decline and solonetz soils became weakly alkaline at this dose by the third year, with 5 t/ha of phosphogypsum they became medium alkaline (1.26 mmol/100 g soil), by the fall of the fifth year they became non-alkaline. The composition of the soil absorption complex (SAC) under the control has not changed on chernozem and solonetz. In the reclaimed options on chernozem the amount of Ca approached the optimal parameters and was 74–78 % of the soil absorption complex, and the content of exchangeable Na was 2 %, that also corresponds to the optimal parameters by the fifth-year autumn. The best results of ameliorating aftereffect on solonetz were obtained in variants with ameliorant rates of phosphogypsum 10 t/ha. By the continuous application the calcium content in soil absorption complex increased by almost 41 %, while the proportion of magnesium and sodium decreased respectively by 33 and 58 %. The data is similar by the selective application. It has been proved that in order to save and avoid additional chemical load on the chernozem it is advisable to apply a selective way of ameliorant application.

Keywords: integrated cover soils, chemical reclamation, phosphogypsum, alkalinity, solonetzicity, soil absorption complex.

Введение. Комплексный почвенный покров представляет собой почвенные комбинации с регулярным чередованием мелких пятен (от одного до нескольких десятков метров) контрастно различающихся почв. Основные почвы комплекса – это почвы зонального ряда, обладающие благоприятными свойствами для возделывания сельскохозяйственных культур. Для пятен характерны солонцеватость, слитизация, уплотненность, переувлажнение и другие отрицательные признаки. Такие земли имеются в природе, например, каштановые почвы и южные черноземы, расположенные в комплексе с солонцами. Все чаще встречаются подобные комплексы и на орошаемых землях.

Присутствие пятен солонцов существенно усложняет структуру почв и способствует развитию разнокачественных водно-физических, физико-химических и других свойств почв на массиве [1–4]. Вследствие разницы в свойствах почв происходит неравномерное развитие и созревание сельскохозяйственных культур, что значительно затрудняет уборку и снижает

урожай. Поэтому увеличение неоднородности почвенного покрова опасно как с точки зрения потери почвенного плодородия, так и с точки зрения своевременной обработки почв и проведения агротехнических приемов. Учет природной неоднородности почвенного покрова очень важен при разработке комплекса агромелиоративных мероприятий, так как при несовместимых структурах почвенного покрова необходимо применение абсолютно различных приемов [5, 6].

Для сглаживания разности в свойствах почв, составляющих комплекс, необходимо проведение химической мелиорации, которая является основным мелиоративным приемом для солонцовых почв, способствующей нормализации реакции почвенной среды и снижению солонцеватости в верхних горизонтах почвы [7], а осуществление глубоких обработок запускает процесс мелиорации в подпахотных слоях, ликвидируя переизбыток натрия [8–10]. При проведении химической мелиорации рекомендуется использовать один из наиболее перспективных и эффективных для интенсификации земледелия мелиорантов – фосфогипс нейтрализованный [11].

В условиях комплексности почвенного покрова вместе с учетом доз внесения мелиоранта требуется и установление технологии его внесения. Проведенные расчеты показали, что предпочтительнее применять технологию выборочной мелиорации почв солонцовых комплексов и целесообразно распространить данный способ и на комплексы с солонцами более 35 %, поскольку это будет способствовать как сокращению расходов на мелиорацию, так и сглаживанию неоднородности почвенного покрова [12]. Ранее рекомендовалось проводить выборочную технологию внесения мелиорантов только с присутствием пятен солонцов менее 35 % [13].

С учетом актуальности проведения исследований по устранению неоднородности почвенного покрова целью нашей работы являлось изучение влияния способов и доз внесения фосфогипса (Ф) на физико-химические свойства солонцов в комплексе с зональными почвами.

Материалы и методы. Исследования проводились в ООО «Фрунзе» Сальского района Ростовской области (бывшая Пролетарская оросительная система). Объект исследований – черноземы южные (зональные почвы) и солонцы мелкие, составляющие комплексный почвенный покров с участием солонцов более 35 %. Орошение проводилось ДМ «Фрегат» водой с минерализацией 1,8–2,0 г/дм³ сульфатно-натриевого состава. В полевом опыте изучалось влияние фосфогипса на свойства солонцов и зональных почв на фоне глубокого рыхления при применении принятой (сплошное внесение) и предлагаемой (выборочное внесение) технологий их внесения на почвенный комплекс.

Схема полевого опыта: 1) контроль; 2) сплошное внесение $D_{\text{Ф}} = D_{\text{З}} = 5$ т/га; 3) сплошное внесение $D_{\text{Ф}} = D_{\text{С}} = 10$ т/га; 4) выборочное внесение: на зональную почву $D_{\text{Ф}} = D_{\text{З}} = 5$ т/га; на солонцы $D_{\text{Ф}} = D_{\text{С}} = 10$ т/га ($D_{\text{Ф}}$ – доза фосфогипса; $D_{\text{З}}$ – доза фосфогипса для внесения на зональные почвы; $D_{\text{С}}$ – доза фосфогипса для внесения на солонцы).

Опыт заложен осенью 2009 г. Повторность опытов трехкратная. Размер делянок – 15×100 м = 1500 м². Фосфогипс вносили разбрасывателем МТТ-9. Глубокое рыхление производилось специальным орудием ПЧ-2,5 на глубину 45 см. До внесения фосфогипса и проведения глубокого рыхления в этом году на данном участке дважды возделывалась горчица с последующей запашкой. Согласно расчетам в черноземы поступило 24 т/га органики, а в солонцы – 10 т/га.

Агротехника общепринятая для Ростовской области [14]. Образцы почв отбирались по слоям 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100 см строго по динамическим площадкам по всем вариантам опыта осенью после уборки сельскохозяйственных культур. Отбор проб почв осуществлялся согласно ГОСТ 28168-89¹. Полевые наблюдения и исследования проводи-

¹ ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – Введ. 1990-04-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 6 с.

лись по общепринятым методикам:

- состав водной вытяжки (ГОСТ 26423-85–26428-85)²;

- состав обменных оснований: Са и Mg (ГОСТ 26487-85)³, Na (ГОСТ 26950-86)⁴.

Пробы проанализированы в эколого-аналитической лаборатории РосНИИПМ.

Дозы фосфогипса устанавливались по формуле, рассчитанной на полное вытеснение натрия из почвенного поглощающего комплекса (ППК) солонцов [15]:

$$D_{\phi} = 0,086 \cdot h \cdot d \cdot Na \cdot K,$$

где D_{ϕ} – доза фосфогипса, т/га;

h – мощность мелиорируемого слоя, см;

d – плотность сложения почвы, т/м³;

Na – содержание обменного натрия, ммоль/100 г почвы;

K – коэффициент пересчета мелиоранта в чистый гипс, K = 1,05.

$$D_{\phi} = 0,086 \cdot 30 \text{ см} \cdot 1,33 \text{ т/м}^3 \cdot 2,78 \text{ ммоль/100 г} \cdot 1,05 = 10 \text{ т/га}.$$

Расчет доз фосфогипса на полное вытеснение натрия из ППК чернозема:

$$D_{\phi} = 0,086 \cdot 30 \text{ см} \cdot 1,29 \text{ т/м}^3 \cdot 1,43 \text{ ммоль/100 г} \cdot 1,05 = 5 \text{ т/га}.$$

Поливная норма рассчитывалась по формуле А. Н. Костякова. Расчетная норма полива обеспечивала промачивание слоя 0–60 см при поддержании влажности на уровне 75–80 % НВ и в зависимости от возделываемых культур составляла не более 500 м³/га. В 2010 г. выращивали горох на зерно, в 2011 г. – лук, в 2012 г. – озимую пшеницу + люцерну на сено,

² ГОСТ 26423-85–26428-85. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки: сб. документов. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 39 с.

³ ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. – Введ. 1986-07-01. – М. – 15 с.

⁴ ГОСТ 26950-86. Метод определения обменного натрия. – Введ. 1987-07-01. – М. – 6 с.

в 2013–2014 гг. – люцерну на сено.

При оценке почвенного плодородия применялись «Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании» [15], «Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» [16].

Осенью 2009 г. проводили внесение мелиорантов и глубокое рыхление почвы. До мелиорации осенью отбирались образцы почв отдельно на черноземе и на солонце. Исходная характеристика по слоям 0–40 и 0–100 см представлена в таблицах 1 и 2. Показатели свойств обеих почв свидетельствуют о наличии неблагоприятных процессов в них, а именно: присутствие щелочности в пределах от 1,40 ммоль/100 г в слое 0–40 см до 1,53 ммоль/100 г в среднем на черноземе в метровом слое и 1,43 и 1,73 ммоль/100 г соответственно на солонце. То есть почвы обладают средней щелочностью в верхних и сильной щелочностью в более глубоких слоях. По содержанию солей они относятся к категории незасоленных почв.

В результате длительного орошения (более 30 лет) произошло значительное выщелачивание кальция, поэтому по метровому слою его содержание оказалось меньше предельно-допустимых параметров (ПДП) как для черноземов, так и для солонцов.

По степени солонцеватости черноземы относятся к среднесолонцеватым, а солонцы – к сильносолонцеватым почвам. К тому же, особенно в солонцах, около 40 % в ППК занимает магний, который при недостатке кальция в почве оказывает, как и натрий, неблагоприятное воздействие на почвы комплексного покрова.

Результаты и обсуждения. За осенне-зимний период 2009–2010 гг. при контроле особых изменений выявлено не было, почвы остались щелочными и солонцеватыми, как видно из таблиц 1 и 2.

Таблица 1 – Изменение физико-химических свойств чернозема при комплексной мелиорации за осенне-зимний период

Вариант опыта	Слой, см	Сумма солей, %	Токсичные соли, %	Щелочность по Зимовцу, ммоль/100 г	рН водной суспензии	ППК, ммоль/100 г	% от Σ ППК		
							Ca	Mg	Na
Сентябрь 2009 г.									
До мелиорации	0–40	0,123	0,083	1,40	8,3	30,5	65	27	8
	0–100	0,140	0,092	1,53	8,4	29,8	60	31	9
Июнь 2010 г.									
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–40	0,133	0,092	1,37	8,4	29,2	62	29	9
	0–100	0,144	0,098	1,39	8,4	28,5	64	26	10
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–40	0,151	0,096	0,85	8,1	27,7	68	27	5
	0–100	0,156	0,106	0,97	8,3	26,8	68	27	5
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–40	0,126	0,092	0,88	8,0	28,7	63	31	6
	0–100	0,145	0,106	0,95	8,3	25,8	63	30	7
То же + выборочное внесение 5 т/га фосфогипса	0–40	0,127	0,095	0,90	8,0	27,2	64	30	6
	0–100	0,139	0,089	0,94	8,3	30,5	67	26	7

Таблица 2 – Изменение физико-химических свойств солонца при комплексной мелиорации за осенне-зимний период

Вариант опыта	Слой, см	Сумма солей, %	Токсичные соли, %	Щелочность по Зимовцу, ммоль/100 г	рН водной суспензии	ППК, ммоль/100 г	% от Σ ППК		
							Ca	Mg	Na
Сентябрь 2009 г.									
До мелиорации	0–40	0,117	0,086	1,43	8,4	29,0	48	41	11
	0–100	0,132	0,000	1,73	8,7	28,7	50	38	12
Июнь 2010 г.									
Контроль – сидерация и глубокое рыхление	0–40	0,125	0,097	1,40	8,7	30,7	50	38	12
	0–100	0,137	0,083	1,65	8,4	27,2	52	35	13
То же + сплошное внесение 10 т/га фосфогипса	0–40	0,229	0,146	1,38	7,7	29,5	63	28	9
	0–100	0,174	0,118	1,40	8,1	27,9	59	30	11
То же + сплошное внесение 5 т/га фосфогипса	0–40	0,320	0,089	1,41	8,4	29,9	56	34	10
	0–100	0,129	0,092	1,53	8,5	28,1	57	33	10
То же + выборочное внесение 10 т/га фосфогипса	0–40	0,195	0,097	1,39	7,6	28,9	61	31	8
	0–100	0,168	0,098	1,41	8,1	27,5	60	30	10

В варианте при сплошном внесении фосфогипса (Ф) по 10 т/га в слое 0–40 см щелочность чернозема снизилась до 0,85 ммоль/100 г почвы и солонца – до 1,38 ммоль/100 г почвы, а в варианте при сплошном внесении по 5 т/га Ф – соответственно до 0,88 и 1,41 ммоль/100 г, в варианте с внесением Ф выборочно (по 5 и 10 т/га) – соответственно до 0,90 и 1,39 ммоль/100 г, при контроле она уменьшилась на черноземе с 1,40 до 1,37 ммоль/100 г и на солонце – с 1,43 до 1,40 ммоль/100 г. Аналогичные результаты получены и в среднем по метровому слою, то есть внесенный в разных дозах и по различным технологиям Ф способствовал снижению щелочности за осенне-зимний период, но полностью к этому времени она устранена не была. При этом на черноземе при фосфогипсовании дозами 5 и 10 т/га почвы перешли в категорию слабощелочных, а на солонце процесс расщелачивания активнее проходил в варианте с внесением 10 т/га Ф.

Воздействие Ф уже сказалось на составе ППК, и выразилось оно в уменьшении обменного натрия на черноземах в слое 0–40 см: на 37 и 25 % (варианты внесения Ф сплошную по 10 и 5 т/га) и 25 % (внесение выборочно по 5 т/га Ф). При этом внесение на черноземы повышенной дозы Ф, то есть 10 т/га (по расчетам положено 5 т/га) незначительно улучшило состав ППК. На солонцах за осенне-зимний период по рассолонцеванию оказались лучшими варианты при сплошном внесении 10 т/га Ф и выборочном в количестве 10 т/га. В результате чего содержание Na в ППК солонца в слое 40 см по сравнению с исходными данными (до мелиорации) и контролем уменьшилось: при сплошном внесении – на 18–25 %, внесении 5 т/га – соответственно на 9–17 %, выборочном внесении – на 17–33 %, то есть половинной дозы Ф недостаточно для вытеснения натрия из ППК. В среднем в метровом слое также наблюдается снижение содержания натрия.

Однако следует отметить, что, несмотря на присутствие процесса рассолонцевания в черноземах, ни в одном из вариантов не наблюдается ни значительного накопления кальция, ни изменений в содержании магния.

В солонцах же отмечено насыщение ППК кальцием. Его увеличение по сравнению с контролем в варианте с внесением 10 т/га Ф составило 26–22 % и варианте с дозой 5 т/га Ф – 12 %. Наметилась, особенно в солонцах, тенденция и к снижению магния в ППК.

В последующие годы наблюдения велись осенью после уборки сельскохозяйственных культур только за щелочностью и составом ППК как наиболее значимыми показателями. Изменение щелочности в слое 0–40 см в последствии различных доз Ф представлено на рисунках 1 и 2.

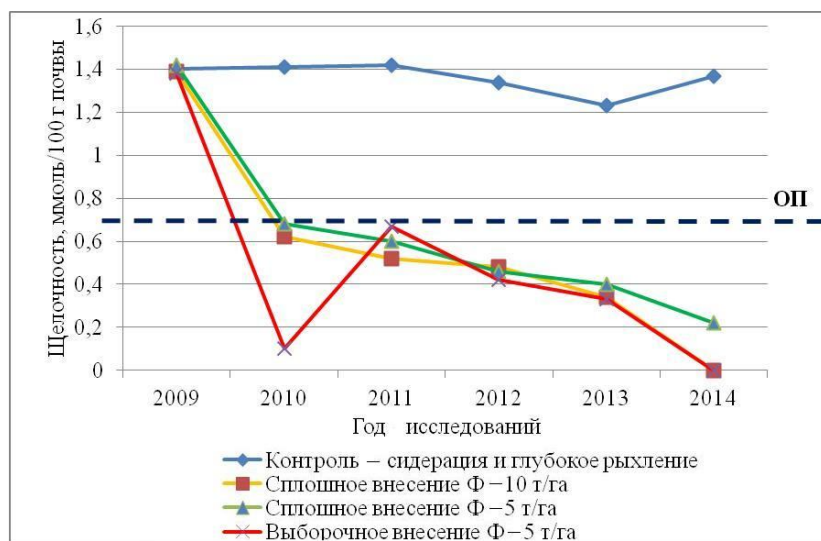


Рисунок 1 – Изменение щелочности в слое 0–40 см чернозема в последствии различных доз фосфогипса

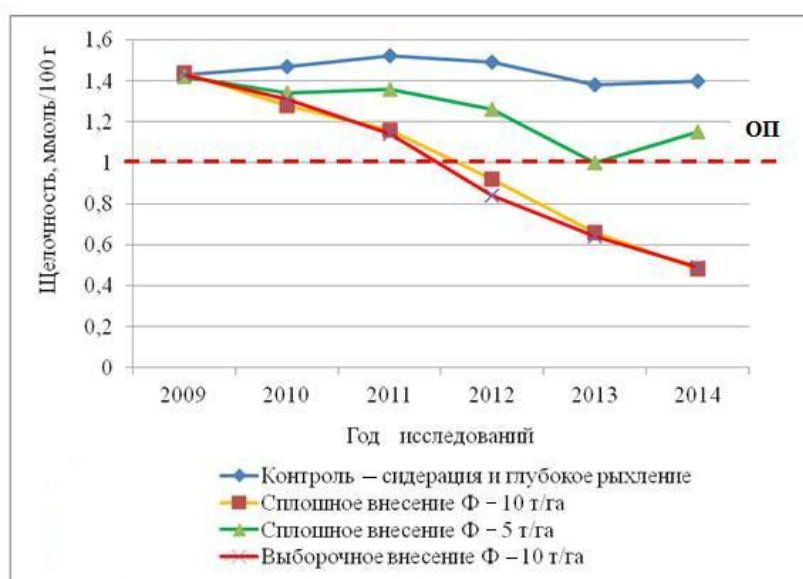


Рисунок 2 – Изменение щелочности в слое 0–40 см солонца в последствии различных доз фосфогипса

Из рисунка 1 видно, что на черноземах щелочность была устранена к осени 2010 г. (первого года последствия Ф) как при дозе внесения 5 т/га, так и 10 т/га. Она достигла величин оптимальных параметров (ОП) (менее 0,7 ммоль/100 г), то есть почва стала нещелочной. В последующие годы она не восстанавливалась, а к осени 2014 г. (пятый год последствия) кальций водорастворимый превысил содержание HCO_3^- в водной вытяжке.

На солонцах в первый год последствия щелочность в мелиорируемых вариантах снизилась с 1,47 ммоль/100 г при контроле до 1,28 и 1,31 ммоль/100 г с внесением 10 т/га Ф и до 1,34 ммоль/100 г с внесением 5 т/га Ф. Но почвы оставались в категории среднешелочных. В варианте с внесением 5 т/га Ф солонцы до конца 2014 г. продолжали относиться к этой категории. Возможно внесение 5 т/га Ф для мелиорации почв, обладающих средней щелочностью, недостаточно. Другая ситуация складывалась при внесении 10 т/га Ф. С третьего года последствия щелочность в варианте со сплошным внесением этой дозы уже составила 0,92 ммоль/100 г, а при выборочном внесении – 0,84 ммоль/100 г почвы, то есть эти почвы по щелочным свойствам перешли в категорию слабощелочных, что для солонцов соответствует ОП [15]. На четвертый и пятый годы последствия Ф они стали нещелочными. Способ внесения на этот показатель не оказывал влияния. Основным воздействующим фактором была доза мелиоранта.

Результаты по изменению состава ППК при различных способах и дозах внесения Ф представлены на рисунках 3 и 4.

Следует отметить, что при контроле ни на черноземах, ни на солонцах изменений в составе ППК в течение пятилетних исследований не произошло. Состав ППК мелиорируемых почв значительно трансформировался. Если при контроле отношение $\text{Ca} : \text{Mg} : \text{Na}$ составляло к осени 2010 г. на черноземах 63 : 29 : 8, то при внесении 5 т/га Ф сплошным способом оно равнялось 70 : 26 : 4, при выборочном – 69 : 26 : 5, а при 10 т/га – 69 : 27 : 4. Отсюда следует, что технология внесения мелиоранта не сказыв-

валась на составе ППК, а доза 5 т/га Ф была достаточна для перестройки ППК в сторону увеличения кальция на 10 % и уменьшения магния и натрия соответственно на 10–50 %.

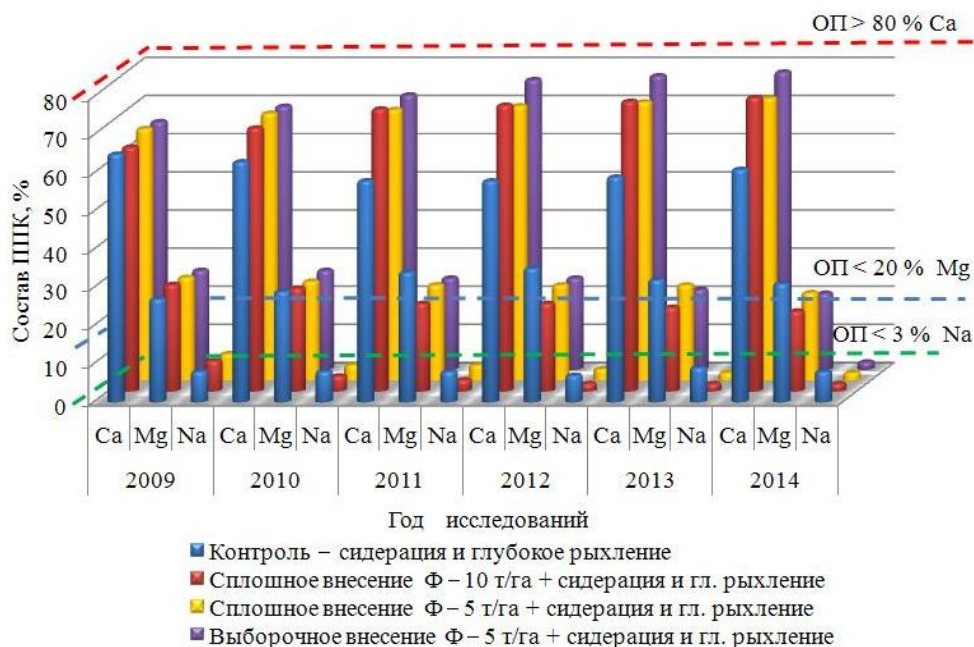


Рисунок 3 – Изменение состава ППК в черноземе при неоднородном покрове

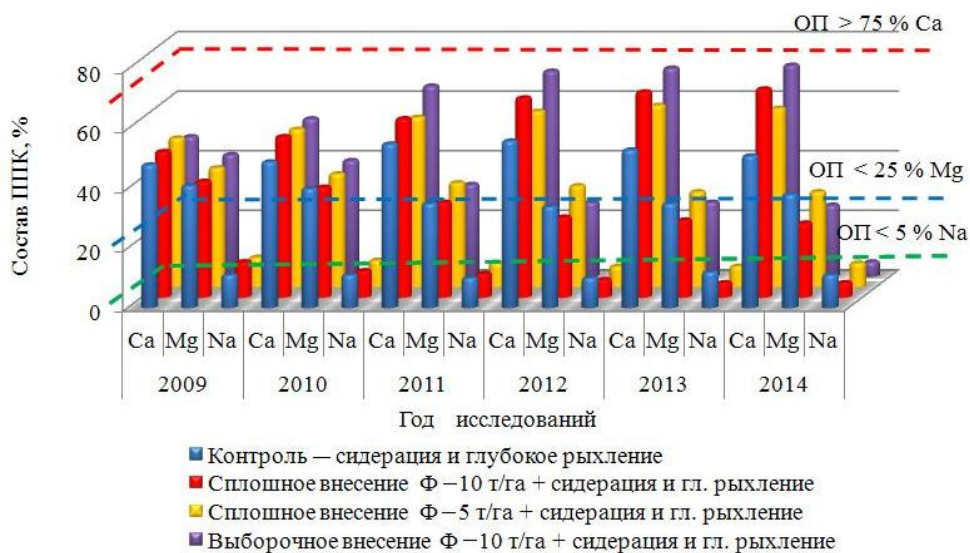


Рисунок 4 – Изменение состава ППК в солонце при неоднородном покрове

При внесении 10 т/га Ф это увеличение и уменьшение катионов было аналогично изменениям при внесении Ф дозой 5 т/га. В последующие годы последствия эти закономерности на черноземе сохранились. Количество

Са к осени пятого года последействия приблизилось к ОП и составляло 74–78 % от Σ ППК, а содержание обменного Na – 2 %, что также соответствует ОП.

Рассолонцевание на солонцах, как и расщелачивание, происходило более медленными темпами. Так, к осени 2010 г. при сплошном и выборочном внесении 10 т/га Ф содержание обменного натрия уменьшилось соответственно на 25–33 % по сравнению с контролем. В то же время увеличение доли кальция и сокращение доли натрия были незначительными и составляли в пределах 10–5 %. При внесении 5 т/га Ф солонцеватость снизилась в первый год последействия всего на 10 %. Это свидетельствует о том, что половинной расчетной дозы Ф недостаточно не только для устранения щелочности, но и для уменьшения солонцеватости.

В последующие годы последействия Ф на солонцах, как и на черноземах, происходила постепенная перестройка ППК. Лучшие результаты мелиорирующего эффекта в последействии получены в вариантах с дозой мелиоранта 10 т/га Ф. К четвертому году исследований соотношение Са : Mg : Na при сплошном внесении составляло 69 : 26 : 5, при выборочном внесении – 70 : 25 : 5, на этапе контроля при сплошном внесении содержание кальция не превышало 49 %, магния – 39 %, натрия – 12 %. То есть содержание кальция в ППК возросло почти на 41 %, а доля магния и натрия уменьшилась соответственно на 33 и 58 %. При выборочном внесении данные этого года аналогичны. К пятому году исследований это соотношение обменных катионов практически сохранилось.

Внесение 5 т/га Ф способствовало рассолонцеванию в последующие годы, и к четвертому году последействия количество обменного натрия составляло уже 7 % от суммы ППК при его содержании 12 % на этапе контроля. На пятый год исследований наметилась тенденция к его восстановлению при незначительном изменении Са и Mg. Это подтверждено урожайностью возделываемых культур. В целом на почвах комплексного покрова

наибольший урожай получен при выборочным внесении Ф и составил 5,45 т к. ед./га (или 63 %) по сравнению с контролем, в то время как при сплошном внесении 10 т/га Ф – всего 4,97 к. ед./га и 5 т/га – 5,04 т к. ед./га.

Выводы

1 Наиболее выраженными негативными процессами на почвах с комплексным покровом являются их ощелачивание и развитие солонцеватости. Выявлено, что на черноземах щелочность снижалась быстрее, чем на солонцах. Это возможно связано с тем, что большее содержание обменного натрия в солонцах (на 28–30 %) сдерживало процессы расщелачивания. При этом на черноземах при дозе 5 т/га Ф уменьшение щелочности наблюдалось и на пятый год последствий, а на солонцах к этому году происходило ее восстановление. Внесение 10 т/га Ф на черноземах не ускоряет процесс ее снижения, на солонцах с третьего года последствий при этой дозе почвы стали слабощелочными, а при 5 т/га Ф – среднещелочными (1,26 ммоль/100 г почвы), к осени 2014 г. – нещелочными.

2 При контроле ни на черноземах, ни на солонцах изменений в составе ППК в течение пятилетних исследований выявлено не было. Состав ППК мелиорируемых почв стал совершенно другим. Если при контроле отношение Са : Mg : Na составляло к осени 2010 г. на черноземах 63 : 29 : 8, то при сплошном внесении 5 т/га Ф оно равнялось 70 : 26 : 4, при выборочном – 69 : 26 : 5, а при дозе 10 т/га – 69 : 27 : 4. В последующие годы последствия эти закономерности на черноземе сохранились. Количество Са к осени пятого года последствий приблизилось к ОП и стало составлять 74–78 % от Σ ППК, а содержание обменного Na – уже 2 %, что также соответствует ОП.

3 Рассолонцевание на солонцах, как и расщелачивание, происходило более медленными темпами. Так, к осени 2010 г. при сплошном и выборочном внесении 10 т/га Ф содержание обменного натрия уменьшилось соответственно на 25–33 % по сравнению с контролем. В то же время увеличение кальция и уменьшение натрия были незначительными и составля-

ли в пределах 10–5 %. При внесении 5 т/га Ф солонцеватость снизилась в первый год последствия всего на 10 %. Лучшие результаты мелиорирующего эффекта в последствии получены в вариантах с дозой мелиоранта 10 т/га Ф. К четвертому году исследований соотношение Са : Mg : Na при сплошном внесении составляло 69 : 26 : 5, при выборочном внесении – 70 : 25 : 5, на этапе контроля при сплошном внесении содержание кальция не превышало 49 %, магния – 39 %, натрия – 12 %. То есть содержание кальция в ППК возросло почти на 41 %, а доля магния и натрия уменьшилась соответственно на 33 и 58 %. При выборочном внесении данные этого года аналогичны. К пятому году исследований это соотношение обменных катионов практически сохранилось.

4 Технология внесения мелиоранта не повлияла не только на изменение щелочности, но и на состав ППК. Доза 5 т/га Ф на черноземы является достаточной для устранения щелочности и оптимизации ППК. Для мелиорации солонцов требуется доза Ф не менее 10 т/га. Отсюда следует, что в целях экономии и недопущения дополнительной химической нагрузки на черноземы целесообразно применять выборочный способ внесения мелиорантов.

5 После 5 лет последствия Ф тенденция к восстановлению щелочности и солонцеватости не проявилась, поэтому повторная мелиорация пока не требуется.

Список использованных источников

1 Годельман, Я. М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель / Я. М. Годельман. – М.: Наука, 1981. – 200 с.

2 Калиниченко, В. П. Природные антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова / В. П. Калиниченко. – М.: Изд-во МСХА, 2003. – 376 с.

3 Вуколов, Н. Г. Трансформация почв при длительном орошении в условиях юга Западной Сибири / Н. Г. Вуколов, А. В. Шуравилин // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 34–35.

4 Любимова, И. Н. Диагностика солонцового процесса в целинных и агрогенно-измененных почвах разных регионов / И. Н. Любимова, В. В. Хан, И. А. Салпагарова // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1046–1055.

5 Булгаков, Д. С. Об оценке территории землепользования с неоднородным поч-

венным покровом / Д. С. Булгаков, Н. П. Сорокина, И. И. Карманов // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение. – Минск: Изд-во Центр БГУ, 2012. – С. 41–43.

6 Жуков, З. С. Почвенно-экологическая оценка полей с неоднородным почвенным покровом [Электронный ресурс] / З. С. Жуков. – Режим доступа: <http://kgau.ru/new/institut/iaet/04/content/ecolog.pdf>, 2016.

7 Кремзин, Н. М. Химическая мелиорация солонцовых почв рисовых систем Кубани [Электронный ресурс] / Н. М. Кремзин, И. Е. Белоусов. – Режим доступа: <http://dsh.krasnodar.ru/activities/s8>, 2012.

8 Мелиорация солонцовых почв в условиях орошения / Н. С. Скуратов [и др.]. – Новочеркасск: НОК, 2005. – 180 с.

9 Генезис и мелиорация солонцовых комплексов / Н. П. Панов [и др.]; под ред. Н. П. Панова. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 316 с.

10 Гусейнов, А. М. Физико-химическая сущность солонцеобразования в условиях Азербайджанской Республики / А. М. Гусейнов, Н. В. Гусейнов, А. К. Гусейнова // Плодородие. – 2014. – № 3. – С. 31–33.

11 Аканова, Н. И. Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия / Н. И. Аканова // Плодородие. – 2013. – № 1. – С. 2–7.

12 Докучаева, Л. М. К обоснованию способа внесения мелиорантов на почвы с комплексным покровом / Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова // Современные проблемы использования мелиорированных земель и повышения их плодородия: материалы междунар. науч.-практ. конф. ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, 27–28 июня 2013 г. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2013. – С. 244–248.

13 Скуратов, Н. С. Рекомендации по оптимизации мелиоративного состояния орошаемых почв солонцовых комплексов / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, Г. С. Кулинич. – Новочеркасск, 1990. – 82 с.

14 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. – Ростов н/Д., 2013. – Ч. I. – 248 с.

15 Скуратов, Н. С. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, О. Ю. Шалашова. – Новочеркасск, 2000. – 85 с.

16 Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев [и др.]; под ред. Л. М. Державина, Д. С. Булгакова. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.

References

1 Godelman Ya.M. 1981. *Neodnorodnost pochvennogo pokrova i ispolzovanie zemel* [Soil Cover Heterogeneity and Land Use]. Moscow, Nauka Publ., 200 p. (In Russian).

2 Kalinichenko V.P. 2003. *Prirodnye antropogennye faktory proiskhozhdeniya i evolyutsii struktury pochvennogo pokrova* [Natural Anthropogenic Factors of Origin and Evolution of Soil Cover Structure]. Moscow, Moscow Agrarian University Publ., 376 p. (In Russian).

3 Vukolov N.G., Shuravilin A.V. 2008. *Transformatsiya pochv pri dlitel'nom oroshenii v usloviyakh yuga Zapadnoy Sibiri* [Soil transformation during sustainable irrigation in the south of Western Siberia]. *Plodorodie* [Soil Fertility]. no. 6, pp. 34-35. (In Russian).

4 Lyubimova I.N., Khan V.V., Salpagarova I.A. 2014. *Diagnostika soloncovogo protsessa v tselinnykh i agrogenno izmenennykh pochvakh raznykh regionov* [Diagnosis of solonchic process in virgin and agrogenically transformed soils of different regions]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. no. 9, pp. 1046-1055. (In Russian).

5 Bulgakov D.S., Sorokina N.P., Karmanov I.I. 2012. *Ob otsenke territorii zemlepolzovaniya s neodnorodnym pochvennym pokrovom* [Assessment of land-use areas

with a non-uniform soil cover]. *Pochvenno-zemelnye resursy: otsenka, ustoychivoe ispolzovanie, geoinformatsionnoe obespechenie* [Soil and Land Resources: Assessment, Sustainable Use, Geoinformation Support]. Minsk, BSU Center Publ., pp. 41-43. (In Russian).

6 Zhukov Z.S. 2016. *Pochvenno-ecologicheskaya otsenka poley s neodnorodnym pochvennym pokrytiem* [Soil and environmental assessment of fields with heterogeneous soil cover]. Available: <http://kgau.ru/new/institut/iaet/04/content/ecolog.pdf>. (In Russian).

7 Kremzin N.M., Belousov I.Ye. 2012. *Khimicheskaya melioratsiya solonzozykh pochv risovykh sistem Kubani* [Chemical amelioration of alkaline soils of the Kuban rice systems]. Available: <http://dsh.krasnodar.ru/activities/s8>. (In Russian).

8 Skuratov N.S. 2005. *Melioratsiya solonzozykh pochv v usloviyakh orosheniya* [Reclamation of Alkaline Soils under Irrigation]. Novocherkassk, NOK Publ., 180 p. (In Russian).

9 Panov N.P. 2008. *Genezis i meliotatsiya solonzozykh kompleksov* [Genesis and Reclamation of Alkaline Complexes]. Moscow, RAAS Publ., 316 p. (In Russian).

10 Guseynov A.M., Guseynov N.V., Guseynova A.K. 2014. *Fiziko-khimicheskaya sushchnost solontseobrazovaniya v usloviyakh Azerbaydzhanskoj respubliky* [Physical-chemical nature of alkali formation in the Republic of Azerbaijan]. *Plodorodie* [Fertility]. no. 3, pp. 31-33. (In Russian).

11 Akanova N.I. 2013. *Fosfogips neytralizirovannyj – perspektivnoe agrokhimicheskoe sredstvo intensivatsii zemledeliya* [Neutralized phosphogypsum – a promising agrochemical means of agricultural intensification]. *Plodorodie* [Fertility]. no. 1, pp. 2-7. (In Russian).

12 Dokuchaeva L.M., Jurkova R.Ye. 2013. *K obosnovaniyu sposoba vneseniya meliorantov na pochvy s kompleksnym pokrytiem* [On the justification of the method of inserting ameliorants application on soils with complex cover]. *Sovremennye problemy ispolzovaniya meliorirovannykh zemel i povysheniya ikh plodorodiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Problems of Reclaimed Lands Use and Increasing their Fertility: Proceedings of the intern. scientific-practical. conf. Tver, June 27–28, 2013]. GNU VNIIMZ RAA, Tver, TSU Publ., pp. 244-248. (In Russian).

13 Skuratov N.S., Dokuchaeva L.M., Kulinich G.S. 1990. *Rekommendatsii po optimizatsii meliorativnogo sostoyaniya oroshaemykh pochv solonzozykh kompleksov* [Recommendations for Irrigated Soils of Alkaline Complexes Optimization]. Novocherkassk, 82 p. (In Russian).

14 *Zonalnye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2013–2020* [Zonal Agricultural Systems of Rostov Region for 2013–2020]. Rostov n/D, 2013, part I, 248. (In Russian).

15 Skuratov N.S., Dokuchaeva L.M., Shalashova O.Yu. 2000. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel pri ikh ispolzovanii* [Guidelines for Control and Regulation of Irrigated Lands Soil Fertility in their Use]. Novocherkassk, 85 p. (In Russian).

16 Sychev V.G., Derzhavin D.S. Bulgakov L.M. 2003. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya* [Guidelines for the integrated monitoring of soil fertility of agricultural land]. Moscow, Rosinformagroteh Publ., 240 p. (In Russian).

Юркова Рита Евгеньевна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Yurkova Rita Yevgenyevna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Докучаева Лидия Михайловна

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Dokuchayeva Lidiya Mikhaylovna

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru