

УДК 631.4: 630*114.445.2

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕВАНИЯ ЛУГОВЫХ СОЛОНЦОВ В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСЛЕДЕЙСТВИИ

Ю. И. Чевердин, Т. В. Титова, **И. Ф. Поротиков**, В. А. Беспалов, А. Н. Рябцев,
Л. В. Гармашова, Н. П. Рыбакова, Н. А. Шеншина

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной
полосы им. В. В. Докучаева*

397463, Воронежская область, Таловский район, пос. 2-го участка

Института им. Докучаева, квар. 5, д. 81.

E-mail: cheverdin62@mail.ru

Поступила в редакцию 19 февраля 2016 г., принята к публикации 31 августа 2016 г.

Изучение современного состояния луговых солонцов Черноземной Зоны имеет особую актуальность в связи с изменяющимися циклическими условиями увлажнения. Исследования проведены в НИИСХ ЦЧП на солонцовом стационаре № 5. Опыт заложен осенью 1971 г. с целью определения возможности коренного улучшения луговых солонцов посредством трансплантационного землевания (замены органогенного горизонта солонцов на органогенный горизонт чернозема). В результате исследований установлен высокий эффект мелиорации солонцов трансплантационным землеванием. Продемонстрирована возможность проведения мелиорации луговых солонцов без осуществления дренажных работ. Определено также, что солонцовый процесс почвообразования оказывает влияние на содержание и качественный состав гумуса, в том числе в верхнем насыпанном слое. Выявлено более низкое содержание гумуса на солонцах по сравнению с черноземом. Значения отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот наиболее широкие на мелиорированном и естественном солонце и наиболее узкие – на естественном и осолонцованном черноземе. Солонец характеризовался меньшим содержанием нерастворимого остатка по сравнению с естественным и осолонцованным черноземом.

Ключевые слова: луговые солонцы, чернозем, землевание, мелиорация, последствие, почвенный поглощающий комплекс, реакция среды, гумус.

EXPERIENCE OF EARTH FILLING ON MEADOW SOLONETZ IN THE PROLONGED AFTEREFFECT

Y. I. Cheverdin, T. V. Titova, **I. F. Porotikov**, V. A. Bepalov, A. N. Ryabtsev,
L. V. Garmashova, N. P. Rybakova, N. A. Shenshina

*Agricultural Research Institute of the Central black-earth region
named after V. V. Dokuchayev,*

*Stone Steppe, 81, qr. 5, the settlement of the 2nd plot of the Institute Dokuchaev, Talovaya district,
Voronezh region, 397463*

E-mail: cheverdin62@mail.ru

The study of the current state of meadow solonetz soils of Black Soil Region is particularly important in relation to changing cycles of soil moisture conditions. The project was conducted at the Agricultural Research Institute in the Central Black Soil Region on solonetz soils. The long-term field experiment was started in the autumn of 1971 in order to determine the possibility of a meadow solonetz soil improvement by topsoil translocation (replacement of a solonetz organic horizon for an organic horizon of black soil). The studies have shown high effect of the reclamation on the solonetz properties. The possibility of reclamation of the meadow solonetz without drainage was demonstrated. It was found that solonetz process of soil formation affected the soil humus content and the composition. A lower content of humus in the solonetz compared to the black soil was revealed. The values of ratio of the soil humic acids' carbon to fulvic acids' carbon were wider on the reclaimed and natural solonetz than on the natural black earth and the solonetz-covered black earth. The solonetz was characterized by lower content of insoluble organic residue as compared to the natural black soil and solonetz-covered black soil.

Key words: meadow solonetz, black soil, earth filling, reclamation, aftereffect, humus.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на незначительное распространение солонцовых и солончаковатых почв в Центрально-Черноземной полосе и других регионах, вопросы об их генезисе и мелиорации постоянно поднимаются в научной литературе. Солонцовые почвы отличаются низким естественным плодородием, что связано с неблагоприятными физико-химическими и физическими свойствами солонцового и подсолонцового горизонтов. Изучение современного состояния луговых солонцов Черноземной Зоны имеет особую актуальность в связи с цикличностью условий увлажнения.

По данным Н. Б. Хитрова с соавт. (2009), основная часть засоленных почв европейской территории России представлена солонцами и солонцеватыми почвами. Площадь собственно солонцов достигает 9,4 млн. га, площадь почв, характеризующихся солонцеватостью, – 15,5 млн. га (сюда входят также почвы, засоленные как в первом, так и во втором метрах почвенного профиля). В лесостепной и степной (черноземной) зоне отмечено 0,11 млн. га автоморфных, 0,18 млн. га полугидроморфных и 1,36 млн. га гидроморфных солонцов. Наибольшую площадь засоленные почвы занимают в Южном Федеральном округе.

Активное вовлечение солонцов в сельское хозяйство началось в 70–80 гг. прошлого века. В то же время приобрели актуальность вопросы оценки эффективности и последствий мелиорации и диагностики протекания современного солонцового процесса на мелиорированных солонцах (Любимова и др., 2014).

Одним из эффективных приемов мелиорации солонцов является землевание (Орловский, 1938, 1955, 1959). Теоретически мелиорирующее действие землевания заключается в выравнивании состава обменных оснований нанесенного черноземного слоя с осолонцованными горизонтами в результате контактного ионного обмена. По данным И. Н. Антипова-Каратаева и В. Н. Филиповой (1939),

скорость такого контактного обмена оказывается достаточно высокой. По результатам их опытов, уже через два месяца после проведения землевания при достаточной влажности почвы состав поглощенных оснований ППК выравнивался и был близок к составу почв несолонцового ряда.

Землевание солонцов материалом гумусового горизонта чернозема приводит к существенному снижению содержания обменного натрия (менее 0,7 ммоль экв. 100 г^{-1}) в поверхностном слое (0–20 см) почвы в течение 15–25 лет. В последующий период отмечается постепенное увеличение содержания обменного натрия до 4–8% от суммы обменных катионов, свидетельствующее о появлении физико-химических условий для развития солонцового процесса (Хитров и др., 2009).

Таким образом, вопросы коренного улучшения солонцовых почв остаются актуальными и в настоящее время. В первую очередь необходимо изучить влияние мелиоративных приемов на изменение свойств почв в течение длительного времени.

Цель данного исследования заключалась в том, чтобы оценить развитие солонцового процесса после применения трансплантационного землевания на луговых солонцах в длительном последствии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Солонцовый стационар № 5 расположен на землях межхозяйственного предприятия «Александровское» (в настоящее время – АОО «Новотроицкий») в Таловском районе Воронежской области (координаты в Google Earth: с. ш. $51^{\circ}10'06''$; в. д. $40^{\circ}42'40''$). Опыт был заложен осенью 1971 г. с целью мелиорации луговых солонцов без применения дренажа грунтовых вод, выявления эффективности мелиорации данных почв посредством трансплантационного землевания (взаимозамены почвенных масс солонца и чернозема), а также испытания трансплантационного землевания как средства ликвидации солонцовых пятен. В опыте органомный горизонт солонца

лугового коркового заменялся органомным горизонтом чернозема до глубины 40 см, а органомный горизонт чернозема заменялся органомным горизонтом солонца до глубины 10 см.

Состав обменных оснований в генетических горизонтах лугового коркового солонца перед закладкой опыта был следующим:

Горизонт A_1 (5–20 см). Общая щелочность в 1н NaCl (мг-экв 100 г^{-1} почвы) – 1,76; обменные основания (мг-экв 100 г^{-1} абс. сух. почвы) – Ca^{2+} – 11,99; Mg^{2+} – 7,73; Na^+ – 3,92; K^+ – 0,48.

Горизонт B_1 (27–37 см). Общая щелочность в 1н NaCl (мг-экв 100 г^{-1} почвы) – 2,40; обменные основания (мг-экв 100 г^{-1} абс. сух. почвы) – Ca^{2+} – 7,77; Mg^{2+} – 9,62; Na^+ – 9,13; K^+ – 0,65. (Каменная..., 1970).

Замена солонцовой почвы черноземной проводилась при помощи скрепера Д-541А на тяге трактора Т-74 по следующей технологии. Солонцовая почва при нескольких проходах скрепера отбиралась на глубину до 40 см, вывозилась на смежный чернозем и рассыпалась полосой со слоем до 10 см по ширине захвата скрепера. Затем масса черноземной почвы снималась слоем до 10 см при проходе скрепера рядом с насыпанной на чернозем солонцовой почвой. Данной массой чернозема засыпалась выемка на солонцовом пятне. Солонцовая почва вывозилась из последующей выемки и высыпалась в выемку на черноземе. Насыпанная на нетронутый чернозем масса солонцовой почвы из первой выемки перемещалась скрепером в последнюю выемку на черноземе. После окончания перемещения почвенной массы участок был перепахан на глубину 20–22 см плугом ПН-4-35 на тяге трактора ДТ-75 (Поротиков, 1975).

Варианты опыта включают следующие: 1) солонец + чернозем (С + Ч); 2) солонец, контроль (С); 3) чернозем + солонец (Ч + С); 4) чернозем обыкновенный (Ч).

Почвенные образцы были отобраны в 1998 и 2004 гг. при втором повторении опыта посредством бурения в пятикратной

повторности по слоям 0–20, 20–40, 40–60 см по зяблевой вспашке.

Химические анализы проводились по следующим методикам: гумус – по методу И. В. Тюрина в модификации В. Н. Симакова (ГОСТ 26213-91); качественный состав гумуса – по методу Тюрина в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой (Орлов, 1969, 2007); рН солевой – в 1,0н вытяжке KCl, рН водный – в водной вытяжке потенциометрически (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-91); обменные кальций и магний – трилометрически (вытеснение обменных катионов кальция и магния хлористым натрием по методике Почвенного института (Агрохимические методы исследования почв, 1975); обменный натрий – методом ЦИНАО (М., 1977; ГОСТ 26950-86); обменный калий – по Ф. В. Чирикову с дальнейшим определением на пламенном фотометре (Агрохимические методы исследования почв, 1975).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из важных характеристик почвенных свойств является состав и соотношение обменных катионов в почвенно-поглощающем комплексе. Особое значение имеет изучение закономерностей изменения качественного состава почвенно-поглощающего комплекса на солонцовых почвах.

Наиболее высокое содержание обменного кальция было обнаружено в варианте с нанесением солонцовой почвы на чернозем и на контрольном участке чернозема обыкновенного. Количество обменного кальция в верхнем горизонте почв указанных вариантов было близким и составило в среднем за 1998 и 2004 гг. проведения исследований $25,0 \text{ смоль(экв)} \text{ кг}^{-1}$, или 59,4–68,5% от суммы обменных оснований (табл. 1). При этом в нижних горизонтах почвы наблюдалось постепенное снижение содержания обменного кальция как в абсолютных, так и в относительных величинах. На солонцовых секциях опыта (варианты «С» и «С + Ч») содержание обменного кальция было минимальным.

Таблица 1. Состав обменных катионов и реакция среды почвы по вариантам опыта трансплантационного землевания луговых солонцов (1998, 2004 гг.)

Вариант опыта	Глубина, см	Обменные основания					Сумма катионов	pH _{KCl}	pH _{H2O}
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	сумма			
		СМОЛЬ (ЭКВ) КГ ⁻¹ % от суммы							
«С + Ч»	0–20	<u>19,2*</u> 40,9	<u>24,9</u> 53,1	<u>0,50</u> 1,1	<u>2,29</u> 4,9	<u>46,9</u> 100	51,4	7,44	8,28
	20–40	<u>18,3</u> 46,1	<u>19,0</u> 47,9	<u>0,43</u> 1,1	<u>1,95</u> 4,9	<u>39,7</u> 100	41,9	7,58	8,45
	40–60	<u>13,8</u> 41,4	<u>15,1</u> 45,3	<u>0,40</u> 1,2	<u>4,0</u> 12,1	<u>33,3</u> 100	34,6	7,69	8,88
«С»	0–20	<u>13,1</u> 31,8	<u>20,5</u> 49,7	<u>0,54</u> 1,3	<u>7,1</u> 17,2	<u>41,2</u> 100	43,3	7,60	8,68
	20–40	<u>15,9</u> 30,1	<u>27,4</u> 51,9	<u>0,47</u> 0,9	<u>9,0</u> 17,1	<u>52,8</u> 100	54,3	7,75	8,74
	40–60	<u>12,0</u> 24,8	<u>24,5</u> 50,6	<u>0,47</u> 1,0	<u>11,4</u> 23,6	<u>48,4</u> 100	48,4	7,87	8,61
«Ч + С»	0–20	<u>25,0</u> 68,5	<u>9,0</u> 24,7	<u>0,62</u> 1,7	<u>1,9</u> 5,2	<u>36,5</u> 100	39,5	7,58	8,02
	20–40	<u>25,4</u> 67,2	<u>11,2</u> 29,6	<u>0,47</u> 1,2	<u>0,75</u> 2,0	<u>37,8</u> 100	41,4	7,55	8,18
	40–60	<u>18,6</u> 53,9	<u>14,8</u> 42,9	<u>0,46</u> 1,4	<u>0,60</u> 1,8	<u>34,5</u> 100	37,7	7,75	8,23
«Ч»	0–20	<u>25,0</u> 59,4	<u>16,0</u> 38,0	<u>0,50</u> 1,2	<u>0,55</u> 1,4	<u>42,1</u> 100	46,5	7,23	7,70
	20–40	<u>20,3</u> 50,6	<u>18,9</u> 47,2	<u>0,43</u> 1,1	<u>0,43</u> 1,1	<u>40,1</u> 100	43,1	7,15	7,71
	40–60	<u>20,3</u> 52,5	<u>17,5</u> 45,2	<u>0,49</u> 1,3	<u>0,37</u> 1,0	<u>38,7</u> 100	40,3	7,51	8,10

«С + Ч» – солонец + чернозем; «С» – солонец, контроль; «Ч + С» – чернозем + солонец; «Ч» – чернозем обыкновенный.

В исследуемом профиле почвы на солонце без мелиорации содержалось всего 12,0–13,1 смоль(экв) кг⁻¹ поглощенного кальция, его доля в составе ППК не превышала 24,8–31,8%. Мелиорации солонцовой секции посредством землевания улучшила качественный состав почвенно-поглощающего комплекса. Было отмечено повышение содержания обменного кальция до 18,3–19,2 смоль(экв) кг⁻¹ (40,9–46,1%) вследствие гомогенизации ежегодно обрабатываемого почвенного горизонта.

Почвенно-поглощающий комплекс характеризовался довольно высокими как абсолютными, так и относительными показателями содержания обменного магния по всем вариантам опыта. Максимальные

значения были отмечены на солонце. Нанесение на солонец черноземной массы уменьшало количество обменного магния, но в относительных единицах мелиорированный солонец по содержанию обменного магния был близок к немелиорированному солонцу. Наименьшее содержание обменного магния было отмечено на черноземных секциях (варианты «Ч» и «Ч + С»). При этом минимальным содержанием обменного магния как в абсолютных, так и в относительных единицах характеризовались почвы варианта «Ч + С». Чернозем несколько уступал по данному показателю, доля обменного магния в нем составляла 38,0–47,2%.

Одним из важных критериев эффективности мероприятий по мелиорации солонцовых почв является оценка изменения содержания обменного натрия. Наименьшее содержание обменного натрия в верхнем (0–20 см) слое было отмечено на черноземе, наибольшее – на солонце. Искусственно «осолонцованный» чернозем и мелиорированный солонец по содержанию обменного натрия были близки между собой – 1,9 смоль(экв) кг⁻¹ (5,2%) и 2,29 смоль(экв) кг⁻¹ (4,9%) соответственно. В целом это свидетельствует о том, что изменения почв, произошедшие в результате трансплантационного землевания, проявляются даже спустя более 30-ти лет после его проведения. При этом отличия от исходного солонца прослеживаются по всему обследуемому профилю варианта «С + Ч» (до глубины 60 см). В верхнем слое мелиорированного солонца содержание обменного натрия ниже в три раза, в слоях 20–40 см и 40–60 см – в 4,6 и 2,8 раза соответственно.

Содержание обменного натрия в почве варианта «Ч + С» близко к его содержанию в естественном черноземе (при сохранении признаков остаточной солонцеватости), что свидетельствует об отсутствии существенного отрицательного влияния применяемого способа на физико-химическое состояние чернозема.

По содержанию обменного калия все исследованные почвы были близки между собой. Отмечаются довольно высокие значения гидролитической кислотности в черноземе с максимумом в верхнем слое почвы.

Наиболее высокие величины рН наблюдались на естественном солонце и в почве варианта «Ч + С», наиболее низкие – на естественном черноземе. Более показательны результаты определения водного рН. Реакция среды по водному рН во всех случаях сдвинута в щелочную сторону, но можно отметить более низкие величины рН_{H2O} на мелиорированном солонце по сравнению с немелиорированным солонцом на глубине 0–20 и 20–40 см на 0,4±0,09 и 0,29±0,08 ед. рН

соответственно. Это указывает на продолжение мелиорирующего эффекта даже по истечении 33-х лет.

По данным за 1971–1975 гг., в варианте «С + Ч» прибавка урожая составила 16,4 ц га⁻¹ при урожае на немелиорированном солонце 15,1 ц га⁻¹, на черноземе – 31,3 ц га⁻¹ и на черноземе с замещенным верхним слоем – 32,1 ц га⁻¹.

Одним из основных показателей плодородия является содержание гумуса в пахотном горизонте почвы. Максимальное содержание гумуса в опыте отмечено в слое 0–20 см исходного чернозема, минимальное – на солонце. Искусственно осолонцованный чернозем и мелиорированный солонец по содержанию валового гумуса в пахотном горизонте различались на 2,21%. С глубиной содержание гумуса снижалось, но оставалось на довольно высоком уровне и составляло в слое 40–60 см 3,93, 3,36, 2,30 и 2,08% по вариантам «Ч», «Ч + С», «С» и «С + Ч» соответственно. Проведенные исследования показали, что мелиорированный солонец содержал на 0,96% больше гумуса, чем немелиорированный солонец (табл. 2).

Для состава гумуса на солонцовых почвах характерно существенное преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами как в гумусово-эллювиальном, так и в гумусово-иллювиальном горизонтах. Так, на солонце их доля в структуре общего углерода составляла 60,7–67,1% в верхних горизонтах, тогда как в черноземе – 59–61,8%. На осолонцованном черноземе отмечена наименьшая доля гуминовых кислот от общего углерода, а мелиорированный солонец занимал промежуточное положение, доля гуминовых кислот от общего углерода в нем составила 56,5–53,5%. Вниз по профилю содержание гуминовых кислот в почве снижалось по всем вариантам опыта.

Доля фульвокислот от общего углерода в верхних горизонтах солонца составляла 7,9–10,2%, а на мелиорированном солонце – 5,6–12,2%. Осолонцованный чернозем в верхнем слое содержал всего 10,5% фульвокислот от общего углерода.

Таблица 2. Содержание и состав гумуса почв в опыте трансплантационного землевания луговых солонцов (1998, 2004 гг.)

Вариант опыта	Глуб., см	Качественный состав гумуса							С _{неорг.ост.} , %	Степень гумификац. орг. в-ва, %	С _{ГК} :С _{ФК}
		Гумус валов.	С _{общ.}	С _{орг.}	С _{ГК} ,%	С _{ФК} ,%	С _{неорг.ост.} , %	Степень гумификац. орг. в-ва, %			
					доля от С _{общ.} , %	доля от С _{общ.} , %					
	0–20	4,51	2,62	1,79	$\frac{1,48}{56,5}$	$\frac{0,32}{12,2}$	0,83	56,5	4,63		
«С + Ч»	20–40	3,41	1,98	1,17	$\frac{1,06}{53,5}$	$\frac{0,11}{5,6}$	0,81	53,5	9,63		
	40–60	2,08	1,21	0,84	$\frac{0,74}{61,2}$	$\frac{0,11}{9,1}$	0,37	61,2	6,73		
	0–20	3,55	2,06	1,46	$\frac{1,25}{60,7}$	$\frac{0,21}{10,2}$	0,60	60,7	5,95		
«С»	20–40	2,41	1,40	1,05	$\frac{0,94}{67,1}$	$\frac{0,11}{7,9}$	0,35	67,1	8,55		
	40–60	2,30	1,33	0,42	$\frac{0,32}{24,1}$	$\frac{0,11}{8,3}$	0,91	24,1	2,91		
	0–20	6,72	3,90	2,55	$\frac{2,14}{54,9}$	$\frac{0,41}{10,5}$	1,26	54,9	5,22		
«Ч + С»	20–40	5,33	3,09	2,01	$\frac{1,59}{51,5}$	$\frac{0,42}{13,6}$	1,08	51,5	3,79		
	40–60	3,36	1,95	1,06	$\frac{0,85}{43,6}$	$\frac{0,21}{10,8}$	0,89	43,6	2,93		
	0–20	7,44	4,32	3,14	$\frac{2,55}{59,0}$	$\frac{0,59}{13,7}$	1,18	59,0	4,33		
«Ч»	20–40	5,46	3,17	2,26	$\frac{1,96}{61,8}$	$\frac{0,30}{9,5}$	0,91	61,8	6,53		
	40–60	3,93	2,28	1,66	$\frac{1,37}{60,1}$	$\frac{0,29}{12,7}$	0,62	60,1	4,72		

«С + Ч» – солонец + чернозем; «С» – солонец, контроль; «Ч + С» – чернозем + солонец; «Ч» – чернозем обыкновенный.

На солонцовых почвах было отмечено более низкое содержание нерастворимого остатка органического вещества. Содержания нерастворимого остатка на естественном солонце составляло 0,6–0,35% (29,1–25% от общего углерода), тогда как на естественном черноземе – 1,18–0,91% (27,3–28,7% от общего углерода). Мелиорированный солонец содержал 0,83–0,81% нерастворимого остатка (31,7–40,9% от общего углерода). Наибольшее количество нерастворимого остатка содержал осолонцованный чернозем: на глубине 40–60 см его содержание составляло до 45,6% от общего углерода. Это, скорее

всего, можно объяснить более интенсивным разрушением гумусовых веществ солевыми растворами.

По данным настоящего исследования, соотношение С_{ГК}:С_{ФК} было выше в почве варианта «С + Ч» и варьировало в верхнем гумусовом горизонте в пределах 4,63–9,63. На естественном солонце данное соотношение было ниже и составляло 8,55 в слое 20–40 см.

Степень гумификации органического вещества по всем исследованным вариантам опыта может быть охарактеризована как очень высокая по шкале показателей гумусного состояния почв (Гришина, Орлов,

1978), за исключением слоя 40–60 см естественного солонца, где она может характеризоваться как средняя.

Таким образом, солонцовый процесс почвообразования в варианте «С + Ч» оказал влияние на содержание и качественный состав гумуса, причем изменения затронули также верхний насыпанный слой черноземной почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проявление мелиоративного эффекта от трансплантационного землевания остается

заметным спустя 33 года после применения данного способа мелиорации солонцов. В настоящее время оно также сохраняется. В результате исследований установлен высокий эффект трансплантационного землевания и выявлена возможность мелиорации луговых солонцов без применения дренажа при максимальном уровне грунтовых вод весной (порядка 0,7 м).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антипов-Каратаев И. Н., Филипова В. Н. 1939. О скорости выравнивания состава обменных катионов при перемешивании различных горизонтов почвы // Почвоведение. № 2. С. 42–50.
- Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. 1953. О развитии солонцовых процессов в почвах Каменной Степи // Вопросы травопольной системы земледелия. М.: АН СССР. Т. 2. С. 514–568.
- Антипов-Каратаев И. Н., Юрин И. А., Кадер Г. М. и др. 1960. Сравнительные испытания новых комплексных агролесомелиоративных и агротехнических методов освоения содовосульфатных солонцов Центрально-Черноземной полосы (ЦЧП) // Мелиорация солонцов в черноземной зоне Европейской части СССР. М.: АН СССР. С. 5–219.
- Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. 1964. Содовые солонцы и способы их мелиорации // Агрохимия. № 1. С. 53–62.
- Антипов-Каратаев И. Н., Пак К. Н., Шматкин В. Ф. 1966. Опыты по мелиорации солонцов в условиях богары на Ергенях // Земледельческое освоение полупустынных земель. М.: Наука. С. 7–21.
- Базовые шкалы свойств морфологических элементов почв. Методическое руководство по описанию почв в поле. М., 1982. 55 с.
- Бреслер Э., Макнил Б. Л., Картер Д. Л. 1987. Солонцы и солончаки. Л. 286 с.
- Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации / Под общ. ред. П. М. Сапожникова, С. И. Носова. М.: ООО «НИПКЦ Восход – А», 2012. С. 88–89.
- Гришина Л. А., Орлов Д. С. 1992. Система показателей гумусного состояния почв // Химия почв. М.: Изд-во Моск. ун-та. С. 293.
- Дегтярева Е. Т., Панкова А. Д. 1988. Динамика состава поглощенных оснований в мелиорированных почвах солонцовых комплексов // Физико-химия почв и их плодородие: научн. тр. Почв. Ин-та им. В. В. Докучаева. М. С. 111–124.
- Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2014. 482 с.
- Каменная Степь. Заключительный отчет НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева за 1966–1970 гг. 1970. 298 с.
- Котова Д. Л., Девятова Т. А., Крысанова Т. А., Бабенко Н. К., Крысанов В. А., Лопатовская О. Г., Сугаченко А. А. 2010. Мелиорация почв. Засоленные почвы. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та. 123 с.
- Любимова И. Н. 2002. Агрогенная эволюция почв солонцовых комплексов // Почвоведение. № 7. С. 892–903.
- Любимова И. Н., Хан В. В., Салпагарова И. А. 2014. Диагностика солонцового процесса в целинных и агрогенно-измененных почвах разных регионов // Почвоведение. № 9. С. 1046–1055.
- Любимова И. Н., Горобец А. В., Аксенов А. В., Хан В. В. 2012. К оценке рисков вторичного осолонцевания и реставрации солонцового процесса в распаханых и мелиорированных почвах солонцовых комплексов // Почвоведение. № 5. С. 594–600.
- Методы контроля качества почвы: учебно-методическое пособие. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. 106 с.
- Орловский Н. В. 1938. Улучшение солонцов методом планировки // Химизация социалистического земледелия. № 10. С. 23–28.
- Орловский Н. В. 1955. Основные приемы окультуривания солонцов в Западной Сибири (в неполивных условиях) // Почвоведение. № 3. С. 1–6.
- Орловский Н. В. 1959. Основные приемы освоения и окультуривания засоленных почв в Западной Сибири и Казахстане // Материалы совещания по освоению и окультуриванию солонцов. Новосибирск. С. 23–25.
- Отчет по законченным в 1975 г. научным исследованиям (земледелие). Том 4. Каменная Степь, 1975. С. 38. Фонды научной библиотеки ФГБНУ НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева (№ 1308).
- Поротиков И. Ф., Чевердин Ю. И., Шеншина Н. А. 2003. Мелиорация и использование солонцовых и кислых черноземных почв // Эффективность сельскохозяйственного пр-ва на черноземах Каменной Степи (К 110-летию Особой экспедиции В. В. Докучаева). Каменная Степь. СПб. С. 53–66.

- Поротиков И. Ф., Чевердин Ю. И. 2007. Мелиорация и использование солонцовых почв Центрально-Черноземной полосы // Каменная Степь: проблемы изучения почвенного покрова. Научные труды Почвенного института им. В. В. Докучаева. С. 201–208.
- Рымарь В. Т., Чевердин Ю. И., Поротиков И. Ф., Титова Т. В. 2008. Сохранение плодородия и рациональное использование сезонно переувлажненных почв: рекомендации. Воронеж: Истоки. С. 10–11.
- Семендяева Н. В. 1998. Химическая мелиорация гидроморфных солонцов Западной Сибири // Почвоведение. № 8. С. 974–979.
- Тюрин К. Д. 1966. К вопросу об освоении черноземно-луговых солончаковатых почв и солодей ЦЧО в связи с их химическим составом // Науч. основы рационального использования почв Черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия (краткие сообщения и рефераты докладов на межвуз. науч. конф.). Воронеж, Изд-во Воронежского университета. С. 67–70.
- Тюрин К. Д. 1966. Солонцы подзоны лесостепи ЦЧО // Науч. основы рационального использования почв Черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия (краткие сообщения и рефераты докладов на межвуз. науч. конф.). Воронеж: Изд-во Воронежского университета. С. 161–163.
- Тюрин К. Д. 1968. Сравнительная характеристика солонцового ряда почв ЦЧО в связи с особенностями строения их профиля // Тр. Воронеж. гос. ун-та. Воронеж. Т. 65. Вып. 1. С. 52–58.
- Тюрин К. Д. 1970. О проявлении содового и содово-смешанного засоления почв в условиях ЦЧО // Труды ВГУ. Т. 80. С. 80–87.
- Хитров Н. Б. 1995. Физико-химические условия развития солонцового процесса в почвах // Почвоведение. № 3. С. 298–307.
- Хитров Н. Б., Рухович Д. И., Калинина Н. В., Новикова А. Ф., Панкова Е. И., Черноусенко Г. И. 2009. Оценка площадей засоленных почв на территории Европейской части России: по электронной версии карты засоления почв масштаба 1:2.5 млн // Почвоведение. № 6. С. 627–637.
- Хитров Н. Б., Чевердин Ю. И., Поротиков И. Ф. 2009. Солонцовый процесс в постагрогенных и постмелиоративных условиях Каменной Степи // Почвоведение. № 11. С. 1183–1192.
- Юрин И. А., Поротиков И. Ф. 1966. Мелиорация солонцов в условиях Центрально-Черноземной полосы // Научные основы рационального использования почв черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия: сб. науч. работ. Воронеж: Изд-во Воронежского университета. Вып. 2. С. 166–168.
- Юрин И. А., Поротиков И. Ф. 1968. Распространение засоленных почв в Центрально-Черноземной зоне, методы их мелиорации и рационального использования // Тез. докл. на зональной науч.-метод. конф. работ. научно-исслед. учрежд. ЦЧЗ. Каменная степь. Вып. 1. Земледелие и растениеводство. С. 49–52.
- Юрин И. А., Поротиков И. Ф. 1970. Мелиорация солонцов // Преобразование природы в Каменной Степи. М.: Россельхозиздат. С. 184–197.
- Юрин И. А., Поротиков И. Ф. 1970. Народнохозяйственное значение мелиорации солонцов Воронежской области // Материалы зональной научно-практ. конф. работников с-х научно-исслед. учрежд. ЦЧП (24–27 июня 1969 г.). Каменная степь. С. 3–8.
- Юрин И. А., Поротиков И. Ф. 1972. Мелиорация солонцов Каменной Степи других районов Воронежской области // Сбор. науч. труд. М. Т. 5. С. 19–41.
- Development of pedotransfer functions in soil hydrology (under general editorship Pachepsky Ya., Rawls W.J.). Publishing house: Elsevier, 2004. 517 p.
- Szabolcs I. 1989. Salt affected soils. Florida: CRC Press Inc. 274 p.
- Tan K. H. 1998. Principles of soil chemistry. Publishing house: Dekker. 556 p.