Исследование водно-физических свойств орошаемых лугово-серых почв на опытном участке в условиях Азербайджана

Поступила 02.09.2019 г. / Принята к публикации 08.10.2019 г.

© Мустафаев Мустафа Гылман оглы¹ , Гагиева Парвана Чингиз кызы²

¹ Институт Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

² Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства, г. Баку, Азербайджан

Аннотация. Водно-физические свойства почвы не бывают постоянными, часто изменяются под влиянием естественных условий и агротехнических мероприятий. Исследования показывают, что водно-физические свойства непосредственно влияют на жизнь и рост растений. В связи с этим основными задачами являются изучение изменения показателей водно-физических свойств почвы под посевами различных культур на орошаемых массивах и разработка систем агроулучшающих мероприятий. В результате исследований были изучены водно-физические свойства орошаемых лугово-серых почв опытного участка Сальянской равнины: количество физической глины – 48,2...56,79%, плотность твердой фазы – 2,62...2,73 г/см³, плотность сухой почвы – 1,22...1,46 г/см³, полная влагоемкость – 31,86...43,80%, пористость – 46,52...53,44 %, CaCO₃ – 11,11...14,96%, pH 8,2...8,6; SO₄ в гипсе – 0,077...0,899%, сумма поглощенных оснований – 12,27...15,96 мг-экв. По K_t = 5,51...8,83 см/ч почвы обладают слабой и средней степенью водопроницаемости (по зависимости А.Н. Костякова).

Традиционные и современные способы орошения (бороздковый, дождевание, капельное и др., внесение удобрений (органических, минеральных и микроудобрений, местных удобрений, иловых осадков речных вод и др.) рекомендуются в качестве агротехнических мероприятий при условии предварительного определения уровня солей в почве.

Ключевые слова. Свойства почвы, проницаемость почвы, порозность почвы, плотность почвы, влажность почвы, анализ почвы, орошение.

Research of water-physical properties of irrigated meadow-gray soils (on experienced plot) under the conditions of Azerbaijan

Received on September 02, 2019 / Accepted on October 08, 2019

© Mustafayev Mustafa Gylman ogly¹ , Qaziyeva Parvana Chingiz kyzy²

¹ Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

² Azerbaijan University of Architecture and Construction, Baku, Azerbaijan

Abstract. Water-physical properties of the soil are not constant, they often are changed under the influence of natural conditions and agrotechnical measures. Studies show that water-physical properties directly affect the life and growth of plants. In this regard, the main tasks are to study the changes in water and physical properties of the soil under various crops in irrigated areas and to develop the systems of agromeliorative measures. As a result of researches the water-physical properties of irrigated meadow-gray soils of the experimental site at the Salyan plain were studied: physical clay – 48.2...56.79%, density of solid phase – 2.62...2.73 g/cm³, density of dry soil – 1.22...1.46 g/cm³, total moisture capacity – 31.86...43.80%, soil porosity – 46.52...53.44 %, CaCO₃ – 11.11...14.96%, pH – 8.2...8.6, SO₄ in gypsum – 0.077...0.899%, the ratio of absorbed bases – 12.27...15.96 milligram equivalents. Researched soils have a weak and medium degree of water permeability (K_t = 5.51...8.83 cm/h the Kostyakov equation). The traditional and modern methods of irrigation (furrowing, sprinkling, drip, etc.), application of fertilizers (organic, mineral and micro fertilizers, local fertilizers, silt deposits of river waters, etc.) are recommend as agrotechnical measures in accordance with preliminary study of ratio of salts in soil.

Keywords. Soil properties, soil permeability, soil porosity, soil density, soil water content, soil analysis, irrigation.

Введение. Водно-физические свойства почвы не бывают постоянными, часто изменяются под влиянием естественных условий и агротехнических мероприятий. Исследования показывают,

что водно-физические свойства непосредственно влияют на жизнь и рост растений. В связи с этим основными задачами являются изучение изменения показателей водно-физических свойств

почвы под посевами различных культур на орошаемых массивах и разработка систем агромелиоративных мероприятий.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились в 2015–2018 гг. Для изучения водно-физических свойств были выбраны две характерные (типичные) точки на орошаемом опытном участке лугово-серыми почвами, занятом зерновыми культурами и расположенном в Сальнянской степи. В Сальнянской степи с древних времен занимались земледелием. Орошаемые земли занимают 46 тыс. га и в основном освоены под хлопчатник, люцерну, зерновые и овощные культуры [9]. На опытном участке применялось поверхностное орошение (3 раза за сезон поливными нормами 1500, 125, 1250 м³/га).

Выбор опытных точки проводился с учетом основных свойства почв. Исследования были выполнены в полевых и лабораторных условиях по методике полевого опыта Б.А. Доспехова. Наименьшая влагоемкость, объемная масса и скорость впитывания воды в почву изучались в полевых и лабораторных исследованиях; гранулометрический состав, плотность (твердой фазы и почвы) – в лабораторных условиях из взятых с опытного участка образцов почвы, где проводились полевые исследования. Пористость почвы определялся по показателям объемной и удельной массы [1–3].

Результаты и обсуждение. На опытном участке для выявления степени водопроницаемости были определены скорости впитывания воды в почву. Исследования показали, что при орошении процесс впитывания имеет сложный характер, зависящий от внешних и внутренних параметров почвы. Особое значение в этом процессе имеет гранулометрический состав почвы, их структура и активная пористость.

Проведенные исследования показали, что в почвах с легким гранулометрическим составом и с улучшенной структурой водопроницаемость высокая, а в почвах с тяжелым гранулометрическим составом и структурой – низкая. Во время орошения под действием гравитации и капиллярных сил в первый интервал времени орошения вода в почву проникает быстрее, в после-

дующие интервалы времени и к концу орошения активная пористость почвы уменьшается, влажность увеличивается и происходит уплотнение почвы, что приводит к снижению водопроницаемости. На основании скорости впитывания воды в почву был установлен тип почвы по степени водопроницаемости. В характерных местах опытного участка была определена скорость впитывания воды в почву по расчетной формуле А.Н. Костякова [3]:

$$K_t = K_0/t^\alpha,$$

где K_t – коэффициент водопроницаемости данной почвы в первую единицу времени, мм/сек; K_0 – средняя скорость впитывания воды за время t в почву, мм/сек;

$$K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha},$$

где K_1 – средняя скорость впитывания воды в почву в конце первого интервала времени (t_1) или начальная скорость впитывания; мм/сек:

$$K_1 = K_d \cdot t_2^\alpha,$$

где K_d – установившаяся скорость впитывания воды, мм/сек; α – коэффициент, характеризующий замедления прохождения воды в почву, зависит от свойств почвы и исходной влажности, меняется в пределах 0,3...0,8:

$$\alpha = \frac{\lg K_1 - \lg K_d}{\lg t_2 - \lg t_1},$$

где t_1 – время начала периода инфильтрации, мин; t_2 – время от начала впитывания до установившейся скорости впитывания, мин.

Результаты расчета представлены в таблице 1. Известно, что при средней скорости впитывания воды менее 5,0 см/ч почвы имеют слабую водопроницаемость, при скорости в 5,0...15 см/ч – среднюю водопроницаемость, а при скорости больше 5,0 см/ч – высокую водопроницаемость. Анализ результатов позволяет считать, что на опытном участке почвы имеют среднюю водопроницаемость. Водно-физические показатели свойств почв опытного участка приведены в таблице 2.

Также были определены удельный и объемный веса, пористость, полная влагоемкость и гранулометрический состава почвы опытного участка. Исследования показали, что удельный вес почвы находится в пределе 2,4...2,8 г/см³. Плотность твердой фазы определялась пикнометрически с помощью формулы:

$$D_1 = \rho_b V / (A + V - S),$$

где D_1 – плотность твердой фазы почвы, г/см³; V – масса абсолютно сухой почвы, взятой для анализа; A – масса пикнометра с водой, S – масса воды, образца почвы и пикнометра; ρ_b – плотность воды.

Для определения плотности твердой фазы почв опытного участка использовались образцы с различной степенью засоления (слабо, средне и сильной степенью).

Установлено, что этот показатель различен для образцов с разным содер-

жанием солей. Так, при количестве солей 0,25...0,50% от массы почвы D_1 меняется в пределах 2,51...2,62 г/см³, при 1,00...2,00% – 2,70...2,88 г/см³. Как видно из таблицы 2 плотность твердой фазы увеличивается с глубиной.

Таблица 1

Водопроницательная способность почв на территории исследований

№ участка	Повторности	t_1	t_2	K_1 , мм/мин	K_d , мм/мин	α	K_1 , мм/мин	K_o , мм/мин	K_t	
									мм/мин	см/ч
1	I	1	66	6,51	0,311	0,73	6,620	24,55	1,152	6,91
	II	1	66	5,90	0,298	0,73	5,830	20,12	1,028	6,17
	III	1	66	5,20	0,285	0,69	5,133	16,56	0,918	5,51
2	I	1	96	8,6	0,420	0,66	8,480	24,95	1,234	7,40
	II	1	95	9,2	0,520	0,64	9,219	25,60	1,389	8,83
	III	1	95	7,9	0,380	0,67	8,000	24,24	1,147	6,88

Таблица 2

Водопроницательная способность почв на территории исследований

№ участка	Горизонты, см	Наименьшая влагоемкость почвы, %	Плотность сухой почвы, г/см ³	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³	Пористость почвы, % по массе	Полная влагоемкость, % по массе	Количество физической глины, % по массе
1	0...10	25,36	1,22	2,62	53,44	43,80	48,20
	10...20	25,17	1,24	2,64	53,03	42,77	48,92
	20...30	25,47	1,25	2,65	52,83	42,26	50,42
	30...40	25,54	1,27	2,67	52,43	41,28	47,81
	40...50	25,81	1,28	2,67	52,06	40,67	48,20
	50...60	25,70	1,30	2,68	51,49	39,61	49,70
	60...70	25,67	1,33	2,70	50,74	38,15	51,28
	70...80	25,73	1,36	2,70	49,63	36,49	53,12
	80...90	25,78	1,36	2,71	49,81	36,63	54,58
	90...100	25,64	1,38	2,72	49,26	35,70	55,14
2	0...100	25,59	1,30	2,68	51,47	39,74	50,74
	0...10	25,48	1,28	2,60	50,77	39,66	50,18
	10...20	25,12	1,29	2,61	50,57	39,20	50,93
	20...30	26,10	1,31	2,63	50,19	38,31	51,27
	30...40	25,23	1,33	2,63	49,43	37,17	52,13
	40...50	25,19	1,35	2,65	49,06	36,34	52,88
	50...60	25,31	1,36	2,67	49,06	36,07	53,42
	60...70	25,37	1,38	2,68	48,51	35,15	54,17
	70...80	25,43	1,41	2,69	47,58	33,74	54,83
	80...90	25,47	1,43	2,71	47,23	33,03	55,37
	90...100	25,51	1,46	2,73	46,52	31,86	56,79
	0...100	25,42	1,36	2,66	48,89	36,05	53,20

Плотность сухой почвы определяется формулой:

$$D = [M/(V(100 + W))]100,$$

где D – плотность сухой почвы, г/см³; V – объем цилиндра (режущего кольца), см³; W – влажность образца почвы, в %; M – масса образца почвы естественной влажности, в %.

Этот показатель имеет важное значение при расчете запасов влаги в почве, количества питательных веществ и нормы внесения удобрения. Также этот показатель может характеризовать структуру почвы. Для определения плот-

ности сухой почвы с характерных мест опытного участка были взяты почвенные образцы с помощью металлического цилиндра (режущего кольца), объем которого заранее был известен. Расчеты ввелись в 3-х кратной повторности, результаты приведены в таблице 2. Этот показатель также зависит от содержания солей в почве. Так, в верхнем горизонте он находится в пределах 1,22...1,46 г/см³. В среднем на опытном участке в слабозасоленных образцах почвы плот-

ность меняется в пределах 1,22...1,36 г/см³ (0...100 см); в средnezасоленных – 1,38...1,50 г/см³, сильнозасоленных участках – 1,42...1,56 г/см³.

В глинистых и суглинистых почвах оптимальная плотность находится в пределах 1...1,25 г/см³. Однако на рассматриваемом участке плотность выше, что может вызвать снижение урожайности.

Чем структурнее почва, тем больше общая. Влияние природных факторов и плохая агротехника приводят к уменьшению пористости почвы. Расчеты пористости P ввелись по формуле Н.А. Качинского [2]:

$$P = (1 - D/D_1)100\%.$$

Для мелиоративных целей изучение пористости почвы имеет большое значение. Как видно из таблицы 2 показатель пористости уменьшается с глубиной от 53,44% до 46,52%. При увеличении количества солей в почве пористость также уменьшается. Так, в образцах слабозасоленных почвах P составляет 51...46%, в средне и сильнозасоленных – 48...43%. Это приводит к ухудшению структуры почвы.

При определении полной влагоемкости была использована формула:
 $W = P/D$.

Полная влагоемкость (ПВ) зависит от пористости почвы, гранулометрического состава, структуры и количества гумуса. Показатель полной влагоемкости менялся в зависимости от показателя пористости. Значения ПВ уменьшались начиная с верхнего горизонта до нижнего: в слабозасоленных почвах от 43,8% до 35,7%-а, а в средне и сильнозасоленных местах менялся с 39,74% до 31,86%. Проведенные исследования показывает, что на исследуемой территории вышеуказанные показатели резко влияют на урожайность сельскохозяйственных растений, и если не будут проводиться соответствующие мероприятия, то это заметно скажется на почвенном плодородии.

Гранулометрический состав определялся методом Н.А. Исследования показывает, что на этих участках в горизонте 0...100 см количество физической глины (частицы <0,01 мм) в среднем находится в диапазоне 50,74...53,2%. На опытном участке гранулометрический состав различен. На 1ом исследуемом участке количество физической глины находится в

диапазоне 47,81...55,14 %, причем нет четко выраженной тенденции увеличения фракции физической глины с глубиной. На 2ом исследуемом участке количество физической глины находится в диапазоне 50,74...56,79%, причем с глубиной содержание физической глины увеличивается. Поэтому на этих почвах ведение сельскохозяйственного производства необходимо сочетать с агроулучшающими мероприятиями [4, 5]. Выявлено, что в местах с количеством солей до 0,5% почва по гранулометрическому составу в основном средне- и тяжелосуглинистая, при 0,5...1,00% – почва легкосуглинистая, при 1,0...2,0% – легко- и среднесуглинистая. Нужно отметить, что из-за ухудшения показателей гранулометрического состава, на этих участках другие свойства почвы также изменяются, в результате чего наблюдается относительное снижение урожайности сельскохозяйственных культур [6–8].

При изучении в составе почвы изменение значений содержания гипса, гумуса, карбонатов и поглощенного комплекса была выявлена связь этих показателей с другими свойствами почвы. Так, в слабозасоленных почвах содержание гумуса в слое 0...100 см было 2,45...0,65%, средnezасоленных – 2,39...0,61%, сильнозасоленных – 0,95...0,48%. Содержание гипса в слое 0...100 см в слабозасоленных изменялось в верхних слоях в пределах 0,55...0,73% и в нижних слоях в пределах 0,78...0,94%, средnezасоленных – 0,37...0,64% и 0,55...0,60%, сильнозасоленных – 0,28...0,48% и 0,67...0,76% соответственно. Содержание гипса в почвах опытного участка с верхнего до нижнего горизонтов возрастает (см. таблицу 3). При изучении в составе почвы изменение значений содержания гипса, гумуса, карбонатов и поглощенного комплекса была выявлена связь этих показателей с другими свойствами почвы. Так, в слабозасоленных почвах содержание гумуса в слое 0...100 см было 2,45...0,65%, средnezасоленных – 2,39...0,61%, сильнозасоленных – 0,95...0,48%. Содержание SO₄ в гипсе в слое 0...100 см в почвах находится в пределах 0,077...0,899%. Содержание гипса в почвах опытного участка с верхнего до нижнего горизонтов в основном возрастает.

тает (см. таблицу 3). Замечено, что содержание карбонатов в почве выше на тех участках, где выше содержание в

почве гипса и солей. Содержание CaCO_3 изменялось в пределах 11,11...14,96% (см. таблицу 3).

Таблица 3

Изменение показателей pH, гипса и карбонатности на исследуемой территории

№ участка	Глубина, см	pH	SO_4 , (общ, %)	SO_4 водорастворимый, %	SO_4 в гипсе, %	$\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CO_2	CaCO_3
1	0...20	8,2	0,230	0,084	0,146	0,261	5,64	12,82
	20...40	8,3	0,415	0,136	0,279	0,500	5,45	12,39
	40...60	8,4	0,506	0,148	0,358	0,641	6,39	14,53
	60...80	8,5	1,763	0,864	0,899	1,611	6,58	14,96
	80...100	8,4	0,485	0,181	0,304	0,544	5,83	13,25
2	0...20	8,4	0,164	0,062	0,102	0,183	6,20	14,10
	20...40	8,5	0,144	0,055	0,089	0,159	5,83	13,25
	40...60	8,6	0,169	0,060	0,109	0,195	6,58	14,96
	60...80	8,6	0,160	0,065	0,095	0,170	5,64	12,82
	80...100	8,5	0,127	0,050	0,077	0,138	4,89	11,11

Почвенная реакция – очень важный фактор в питании растений, который влияет на интенсивность биологических процессов, происходящих в почве, оказывая решающее влияние на скорость и направление химических и биологических процессов. Известно, что почвенная реакция (pH) меняется под воздействием химических, физических, физико-химических процессов и самих растений. Кислотность почвенной реакции зависит от содержания в почве водорастворимых органических и минеральных кислот и кислых солей в их составе.

Карбонаты натрия и калия, бикарбонаты определяют щелочность среды, нейтральная реакция почвенного раствора зависит от карбонатов кальция и магния. Изучение этих процессов имеет

большое агрономическое значение. Поэтому каждый год на территории исследования авторы определяли изменение показателя pH и проводили сравнение полученных результатов.

Исследования показали, что на исследуемых участках pH (водный) меняется в пределах 8,2...8,6, что соответствует слабощелочной и щелочной реакции.

Поглощенные основания играют ключевую роль в процессе засоления. Этот показатель может существенно изменяться, например, в том случае, если территория долгое время находился под мелиоративным воздействием (орошением), а также в результате внесения удобрений и проведения агротехнических мероприятий. Результаты определения суммы поглощенных оснований приведены в таблице 4.

Таблица 4

Изменение показателей поглощенных оснований опытного участка

№ участка	Глубина, см	Ca	Mg	Na	Сумма поглощ. основ.	Ca	Mg	Na
		в мг-экв				в %		
1	0...20	14,87	5,13	1,50	21,50	69,16	23,86	6,38
	20...40	17,12	6,25	1,70	25,07	68,29	24,93	6,78
	40...60	12,75	4,50	1,30	18,55	68,73	24,26	7,01
	60...80	12,87	4,00	1,50	18,37	70,06	21,78	8,16
	80...100	13,25	3,62	1,40	12,27	72,52	19,81	7,67
2	0...20	9,25	4,28	1,30	14,93	61,96	29,37	8,67
	20...40	8,13	4,12	1,20	13,45	60,45	30,63	8,92
	40...60	15,13	6,62	1,50	23,25	65,08	28,47	6,45
	60...80	12,25	5,63	1,40	19,28	63,54	29,20	7,26
	80...100	14,13	6,87	1,60	22,60	62,52	30,40	7,08

В зависимости от качества солей сумма поглощенных оснований изменялась в пределах 12,27...25,07 мг-экв.

Количество поглощенного Ca также зависит от количества солей и изменяется в пределах 8,13...17,12 мг-экв

(60,45...72,52% от общей суммы поглощенных оснований). На опытном участке в составе поглощенных оснований после Са, преобладает Mg (3,62...6,87 мг-экв, 19,81...30,63%). Количество Na изменялось в пределах 1,10...1,70 мг-экв (6,38...8,92%). Из анализа этих данных можно предположить, что на опытном участке в результате проведения агрономелиоративных мероприятий развивается процесс засоления, поэтому для контроля этого процесса требуется корректировка этих мероприятий.

Выводы

В результате исследований были изучены водно-физические свойства орошаемых лугово-серых почв опытного участка Сальянской равнины: количество физической глины – 48,2...56,79%, плотность твердой фазы – 2,62...2,73 г/см³, плотность сухой почвы – 1,22...1,46 г/см³, полная влагоемкость – 31,86...43,80%, пористость – 46,52...53,44 %, CaCO₃ – 11,11...14,96%, pH 8,2...8,6; SO₄ в гипсе – 0,077...0,899%, сумма поглощенных оснований – 12,27...15,96 мг-экв. По $K_t = 5,51...8,83$ см/ч почвы обладают слабой и средней степенью водопроницаемости.

Для проведения агротехнических мероприятий с использованием органических, минеральных и микроудобрений (местные удобрения, иловые осадки речных вод и др.) с учетом высокого содержания солей в почвах на аналогичных территориях возможно использование традиционных и современных способов орошения (бороздковый, дождевание, капельное и др.).

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.
2. Качинский Н.А. Физика почв. М.: Колос, 1965. С. 60-79.
3. Костяков А.Н. Основы мелиораций. М.: Изд. «Сельхозгиз», 1960. 621 с.
4. Азизов К.З. Водно-солевой баланс мелиорируемых почвогрунтов Кура-Аразской низменности и научный анализ его результатов. Баку: Изд. «Элм», 2006. 260 с.
5. Аверьянов С.Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР / В кн. «Оро-

шаемое земледелие в Европейской части СССР». М.: Изд. «Колос», 1965. С. 1-58.

6. Волобуев В.Р. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку. Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1965. 246 с.

7. Мустафаев М.Г. Мелиоративное состояние орошаемых засоленных почв Мугано-Сальянского массива Кура-Араксинской низменности // Вестник Государственной сельскохозяйственной Академии. 2014. №1. С. 127-131.

8. Мустафаев М.Г., Джебраилова Г.Г., Мустафаев Ф.М. Оценка глубины опреснения почво-грунтов на мелиорируемых землях Кура-Араксинской низменности // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. Вып. 9. Рязань: ВО РГАТУ, 2011. С. 141-148.

9. Мустафаев М.Г., Ахундова А.Б. Тяжелые металлы в засоленных почвах Сальянской степи Азербайджана // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2013. № 3(19). С. 33-35.

References in roman script

1. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. M.: MGU, 1970. 488 s.
2. Kachinskij N.A. Fizika pochv. M.:Kolos, 1965. S. 60-79.
3. Kostyakov A.N. Osnovy melioracij. M: Izd. «Sel'hozgiz», 1960. 621 s.
4. Azizov K.Z. Vodno-solevoj balans melioriruemyh pochvogruntov Kura-Arazskoj nizmennosti i nauchnyj analiz ego rezul'tatov. Baku: Izd. «Elm», 2006. 260 s.
5. Aver'yanov S.F. Nekotorye voprosy preduprezhdeniya zasoleniya oroshaemyh zemel' i mery bor'by s nim v Evropejskoj chasti SSSR / V kn. «Oroshaemoe zemledelie v Evropejskoj chasti SSSR». M.: Izd. «Kolos», 1965, S. 1-58.
6. Volobuev V.R. Geneticheskie formy zasoleniya pochv Kura-Araksinskoj nizmennosti. Baku. Baku: Izd. AN Azerb. SSR, 1965. 246 s.
7. Mustafayev M.G. Meliorativnoe sostoyanie oroshaemyh zasolennyh pochv Mugano-Sal'yanskogo massiva Kura-Araksinskoj nizmennosti // Vestnik Gosudarstvennoj Sel'skohozyajstvennoj Akademii. 2014. №1. S. 127-131.

8. Mustafayev M.G., Dzhebrailova G.G., Mustafayev F.M. Ocenka glubiny opresneniya pochvo-gruntov na melioriruemykh zemlyakh Kura-Araksinskoj nizmennosti // Sovremennye energo- i resursosberegayushchie ekologicheski ustojchivye tekhnologii i sistemy sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: sb.

nauch. tr. Vyp. 9. Ryazan': VO RGATU, 2011. S. 141-148.

9. Mustafayev M.G., Ahundova A.B. Tyazhelye metally v zasolennykh pochvakh Sal'yanskoj stepi Azerbajdzhana // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2013. № 3(19). S. 33-35.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Мустафаев Мустафа Гылман оглы, доктор аграрных наук (азер., doctor of agricultural sciences), член-корреспондент Российской Академии Естествознания; Институт Почвоведения и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана; AZ1073, Азербайджанская Республика, Баку, ул. М. Рагима, 5; e-mail: meliorasiya58@mail.ru.

Газијева Парвана Чингиз кызы, ассистент кафедры; Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства; г. Баку, улица Айна Султанова, 11, Az 1073; e-mail: pervane.qaziyeva@mail.ru.

В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Мустафаев М.Г., Газијева П.Ч. Исследование водно-физических свойств орошаемых лугово-серых почв на опытном участке в условиях Азербайджана // Экология и строительство. 2019. № 3. С. 49–54. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-007](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-007).

Additional Information

Information about the authors:

Mustafayev Mustafa Gylman ogly, doctor of agricultural sciences, corresponding member of Russian Academy of Natural Science; Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan; 5, M. Rahim str., Baku, AZ10073, Azerbaijan Republic; e-mail: meliorasiya58@mail.ru.

Qaziyeva Parvana CHingiz kyzy, assistant of the department; Azerbaijan University of Architecture and Construction; 11, Ajna Sultanova street, Baku, Azerbaijan, AZ1073; e-mail: pervane.qaziyeva@mail.ru.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Mustafayev M.G., Qaziyeva P.CH. Research of water-physical properties of irrigated meadow-gray soils (on experienced plot) under the conditions of Azerbaijan // Ekologiya i stroitelstvo. 2019. № 3. P. 49–54. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-007](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-007).