

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАТИВНО- ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Научная статья  
УДК 631.674.6

### Влияние капельного орошения плодовых садов на изменение свойств почвы

Сергей Артурович Селицкий<sup>1</sup>, Андрей Сергеевич Штанько<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,  
Российская Федерация

<sup>1</sup>ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

<sup>2</sup>shtanko.77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>

**Аннотация.** Цель: изучение влияния длительного орошения капельными системами садовых насаждений на водно-физические и физико-химические свойства почвы. **Материалы и методы.** Проведение полевых исследований предусмотрено на землях ООО СПК «Прогресс» Ростовской области на опытном участке плодоносящего яблоневого сада со схемой посадки 5,0 × 3,0 м в возрасте 12 лет, произрастающего без шпалерной системы. На опытном участке реализован двухниточный поливной модуль на двух рядах плодовых культур протяженностью 24 м каждый. Параметры поливного модуля научно обоснованы по ранее разработанной методике с учетом климатических, технологических и фенологических условий опытного участка. **Результаты.** Разработана программа проведения исследований, а также состав и планируемый объем полевых исследований на опытном участке. На первом этапе были проведены почвенные изыскания, предусмотренные программой проведения исследований. По содержанию ионов обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе почвы неорошаемого участка являются несолонцеватыми, а орошаемого классифицируются как слабосолонцеватые. Агрегатное состояние почвы характеризуется как хорошее. Если оценивать почвы по коэффициенту дисперсности, то они обладают удовлетворительной микрооструктуренностью, а по степени агрегатированности – низкой микроагрегатированностью. Содержание водопрочных агрегатов оценивается как недостаточно удовлетворительное. Содержание азота, подвижного фосфора и гумуса характеризуется как очень низкое. **Выводы.** В результате исследований на данном этапе значимого влияния длительного капельного орошения на степень засоления, рН водной вытяжки, содержание токсичной щелочности в зоне капельного увлажнения почвы не выявлено. Установлено, что почвы опытного участка находятся в удовлетворительном состоянии и подходят для реализации разработанной программы полевых исследований двухниточного поливного модуля системы капельного орошения плодовых садов.

**Ключевые слова:** капельное орошение, поливной модуль, плодовый сад, водно-физические характеристики, физико-химические характеристики, почвенные изыскания

**Апробация результатов исследования:** основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы мелиоративно-водохозяйственного комплекса и пути их решения» (г. Новочеркасск, 27 октября 2023 г.).

**Для цитирования:** Селицкий С. А., Штанько А. С. Влияние капельного орошения плодовых садов на изменение свойств почвы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 218–227.

## MODERN PROBLEMS OF LAND RECLAMATION AND WATER INDUSTRIAL COMPLEX AND WAYS TO SOLVE THEM

Original article

### The influence of drip irrigation of orchards on changes in soil properties

Sergey A. Selitskiy<sup>1</sup>, Andrey S. Shtanko<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,  
Russian Federation

<sup>2</sup>ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

<sup>1</sup>shtanko.77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>

**Abstract. Purpose:** to study the influence of long-term irrigation with drip systems of garden plantings on the hydro-physical and physical-chemical soil properties. **Materials and methods.** Field research is planned on the lands of LLC Orchard-Production Cooperative “Progress”, Rostov region, on a pilot plot of a fruit-bearing apple orchard with a planting pattern of 5.0 × 3.0 m at the age of 12 years, growing without a trellis system. On the experimental site, a two-line irrigation module was implemented on two rows of fruit crops, each 24 m long. The parameters of the irrigation module are scientifically substantiated using a previously developed methodology, taking into account the climatic, technological and phenological conditions of the experimental site. **Results.** A research program as well as the composition and planned volume of field research at the experimental site has been developed. At the first stage, soil surveys provided for in the research program were carried out. Based on the exchangeable sodium ion content in the soil absorption complex, the soils of the non-irrigated area are non-solonetzic, while those of the irrigated area are classified as slightly solonetzic. The aggregate state of soil is characterized as good. If soils are evaluated according to the dispersion ratio, then they have satisfactory microstructure, and according to the degree of aggregation, they have low microaggregation. The content of water-resistant aggregates is assessed as insufficiently satisfactory. The content of nitrogen, available phosphorus and humus is characterized as very low. **Conclusions.** As a result of studies at this stage, no significant effect of long-term drip irrigation on the degree of salinity, pH of the water extract, or the content of toxic alkalinity in the zone of soil drip moistening was revealed. It has been determined that the soils of the experimental plot are in satisfactory condition and are suitable for the implementation of the developed program of field research of a two-line irrigation module of a drip irrigation system for orchards.

**Keywords:** drip irrigation, irrigation module, orchard, hydro-physical characteristics, physical-chemical characteristics, soil surveys

**Evaluation of the research results:** the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “Modern problems of land reclamation and water industrial complex and ways to solve them” (Novocherkassk, October 27, 2023).

**For citation:** Selitskiy S. A., Shtanko A. S. The influence of drip irrigation of orchards on changes in soil properties. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2023;91(3):218–227. (In Russ.).

**Введение.** Плодово-ягодная продукция является источником витаминов и незаменимой частью сбалансированного рациона людей. По данным Федеральной службы государственной статистики РФ, за 30-летний период, начиная с 1990 г., площади насаждений садов сократились в сельскохозяй-

ственных организациях с 866,4 тыс. га до 463,3 тыс. га в 2021 г. [1]. Следует отметить, что стабилизация снижения площадей садов наблюдается с 2013 г., при этом валовое производство фруктов выросло с 3348,9 тыс. т в 2014 г. до 4737,5 тыс. т в 2021 г. Объем производства семечковых культур удовлетворил требованиям Доктрины продовольственной безопасности по уровню самообеспечения и составил 76 % при целевом уровне 60 %. При этом уровень потребления на душу населения составил 23,6 кг, или 40,7 % [2].

Увеличение объема производства плодов и их урожайности связано с обновлением насаждений, раскорчевкой старых плодовых садов и закладкой вместо них новых садов интенсивного типа [3, 4].

Технология возделывания садов по интенсивному типу предусматривает помимо схемы посадки, использования высокоурожайных сортов, специальной техники и других инновационных решений применение капельного орошения.

Научными сотрудниками ФГБНУ «РосНИИПМ» [5] разработана система капельного орошения с использованием двухниточного поливного модуля, позволяющего более равномерно распределять влагу по контуру вокруг штамба дерева. Однако длительное орошение одного участка создает условия для ухудшения водно-физических и физико-химических свойств почвы [6]. В связи с этим целью исследований являлось изучение влияния длительного орошения капельными системами садовых насаждений на водно-физические и физико-химические свойства почвы.

**Материалы и методы.** Проведение полевых исследований предусмотрено на землях ООО СПК «Прогресс» на опытном участке плодоносящего яблоневого сада со схемой посадки  $5,0 \times 3,0$  м в возрасте 12 лет. Почвенный покров исследуемого сада представлен черноземом обыкновенным. На данном участке устроен усовершенствованный двухниточный поливной модуль капельного орошения, параметры которого разработаны

с учетом климатических, технологических и фенологических условий опытных участков, а общий вид представлен на рисунке 1. Две нитки поливных линий расположены на высоте 70–80 см от поверхности земли на расстоянии 55–65 см от оси ряда растений. Расстояние между поливными линиями составляет 115–125 см. В качестве поливных линий использованы многолетние капельные трубки диаметром 16 мм с расстоянием между встроенными компенсирующими давление капельницами 75 см.



**Рисунок 1 – Двухниточный поливной модуль, реализованный на опытном участке яблоневого сада (фото А. С. Штанько)**

**Figure 1 – Two-line irrigation module, implemented at the experimental plot of the apple orchard (photo by A. S. Shtanko)**

В рамках изучения влияния многолетнего капельного полива на водно-физические и агрохимические свойства увлажняемой почвы для получения исходных данных был проведен отбор почвенных проб на опытном участке орошаемого более 10 лет плодового сада. В процессе отбора в 3-кратной повторности были взяты образцы почвы из неувлажняемого междурядного почвенного пространства, а также в трех повторностях в местах установки капельниц. Пробы отбирались с использованием бура на глубину 1 м послойно через 0,2 м. Отбор образцов почвы проводился по общепринятым методикам полевого опыта.

В процессе лабораторных исследований, проведенных эколого-аналитической лабораторией ФГБНУ «РосНИИППМ», установлены значения рН, количество магния, кальция, ионов сульфата, ионов хлорида, гидрокарбонатов, натрия, калия и ионов бикарбоната в водной вытяжке, сухой остаток, гранулометрический состав, микроагрегатный состав, агрегатный состав, содержание гумуса, азота нитратного, азота аммонийного, фосфора, калия, обменного натрия, обменного кальция и магния.

Оценка почвенных характеристик осуществлялась на основании «Руководства по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель» [7].

**Результаты и обсуждение.** Результаты аналитической обработки полученных данных по определению физико-химических свойств почв представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Физико-химические свойства почв на опытном участке яблоневого сада в ООО СПК «Прогресс»**  
**Table 1 – Physical-chemical properties of soils at the experimental plot of the apple orchard at LLC OPC “Progress”**

Показатель	Значение показателя	
	Длительно орошаемые земли (под капельницей)	Неорошаемые земли (междурядье)
Слой, м	0–1,0	0–1,0
$\frac{Cl}{SO_4}$	0,34	0,42
Химизм засоления	Хлоридно-сульфатный	Хлоридно-сульфатный
Σ солей, %	0,14	0,09
Степень засоления	Незасоленные	Незасоленные
рН водной вытяжки	7,94	7,94
Токсичная щелочность, $(HCO_3^- - Ca^{2+}) + Na^+ + Mg^{2+}$ , мг-экв/100 г	Ca > HCO <sub>3</sub> , нещелочные	Ca > HCO <sub>3</sub> , нещелочные
% от Σ ППК:		
Ca <sup>2+</sup>	78	88
Mg <sup>2+</sup>	14	10
Na <sup>+</sup>	8	2

Анализируя показатели физико-химических свойств почв опытных участков, расположенных в ООО СПК «Прогресс», можно отметить, что

по всему профилю в слое 1,0 м отношение ионов хлорида к ионам сульфата в водной вытяжке находится в пределах 0,2–1,0, это свидетельствует о хлоридно-сульфатном химизме засоления, согласно данным В. Н. Щедрина и др. [7]. Процентное содержание суммы солей для староорошаемого и неорошаемого участков плодового сада составляет соответственно 0,14 и 0,09 %, что характеризует метровый профиль почвы как незасоленный. Следовательно, значимого влияния длительного капельного орошения на степень засоления на исследуемом участке не установлено.

Реакция почвенной среды по показателям рН водной вытяжки на староорошаемом и неорошаемом участках плодового сада составляет 7,94 и характеризуется как слабощелочная. По токсичной щелочности почвы исследуемых участков являются нещелочными.

На неорошаемом участке яблоневого сада процентное содержание ионов обменного натрия от суммы ППК составляет 1–2 %, что свидетельствует об отсутствии солонцеватости, т. е. почвы несолонцеваты. На длительно орошаемом участке почвы можно классифицировать как слабосолонцеватые, так как процентное содержание натрия составляет 8 % от  $\Sigma$  ППК.

Результаты аналитической обработки полученных значений физических показателей свойств почв на староорошаемом и неорошаемом участках плодового сада представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Оценка физических показателей свойств почв**

**Table 2 – Assessment of physical indicators of soil properties**

Участок сада	Слой почвы, см	Содержание физической глины, % МСП	Название почвы по гранулометрическому составу	Плотность сложения, т/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Староорошаемый	0–20	52,4	Суглинок тяжелый	1,20
	20–40	53,2	Суглинок тяжелый	1,39
	40–60	51,2	Суглинок тяжелый	1,27
	60–80	41,5	Суглинок средний	1,34
	80–100	38,9	Суглинок средний	1,28
	0–100	47,44	Суглинок тяжелый	1,30

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5
Неороша- емый	0–20	47,7	Суглинок тяжелый	1,20
	20–40	43,6	Суглинок средний	1,37
	40–60	35,0	Суглинок средний	1,22
	60–80	45,2	Суглинок средний	1,26
	80–100	40,2	Суглинок средний	1,26
	0–100	42,34	Суглинок средний	1,26

Почвенный профиль метрового слоя по гранулометрическому составу представлен суглинками. Почвы неорошаемого участка классифицируются как средний суглинок, здесь только верхний слой почвы (0–20 см) представлен суглинком тяжелым. На староорошаемом участке метровый слой почвы характеризуется суглинком тяжелым, здесь только в слоях 60–80 и 80–100 см залегают суглинки средние.

Показатели плотности сложения почвы в метровом слое на староорошаемом и неорошаемом участках составляют 1,30 и 1,26 т/м<sup>3</sup>, что соответствует характеристике уплотненной почвы. В подпахотном горизонте наблюдается усиление уплотнения почвы до 1,39 и 1,37 т/м<sup>3</sup> на обоих участках сада.

Результаты аналитической обработки полученных значений агрохимических показателей свойств почв на староорошаемом и неорошаемом участках исследуемого сада представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Агрохимические показатели почвы опытного участка**

**Table 3 – Agrochemical indicators of soil at the experimental plot**

Слой, см	Староорошаемый участок				Неорошаемый участок			
	Азот, мг/кг	Подвиж- ный фос- фор, мг/кг	Обмен- ный ка- лий, мг/кг	Гу- мус, %	Азот, мг/кг	Подвиж- ный фос- фор, мг/кг	Обмен- ный ка- лий, мг/кг	Гу- мус, %
0–20	12,17	18,0	384,0	3,1	9,94	25,1	363,6	3,1
20–40	12,78	13,1	339,6	2,4	9,87	9,77	232,8	2,5
40–60	7,72	7,25	198,0	2,5	13,49	8,28	228,0	2,3
60–80	8,98	11,6	249,6	2,2	7,50	6,23	198,0	1,7
80–100	7,92	8,56	186,0	1,9	10,36	6,23	224,4	1,6
0–100	9,91	11,70	271,44	2,42	10,23	11,12	249,36	2,24

По агрохимическим показателям на обоих участках сада в метровом слое почвы содержание азота и подвижного фосфора очень низкое, а обеспеченность калием – повышенная. Общее содержание гумуса в метровом профиле почвы составляет на опытных участках 2,42 и 2,24 % соответственно и характеризуется как низкое. Наблюдается снижение количества органического вещества вглубь по профилю почвы.

В дальнейшем будут продолжены наблюдения за динамикой водно-физических и физико-химических свойств почвы по профилю промачивания, в результате которых можно будет рекомендовать мелиоративные мероприятия по сохранению и улучшению мелиоративного состояния длительно орошаемых плодовых садов.

**Выводы.** В результате исследований на данном этапе значимого влияния длительного капельного орошения на степень засоления, рН водной вытяжки, токсичную щелочность в зоне капельного увлажнения почвы не выявлено. Установлено, что почвы опытного участка находятся в удовлетворительном состоянии и подходят для реализации разработанной программы полевых исследований двухниточного поливного модуля системы капельного орошения плодовых садов.

### Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 23.08.2023).
2. Дубовицкий А. А., Климентова Э. А., Григорьева Л. В. Анализ современного состояния отрасли садоводства в России и перспективы развития на основе реализации рыночного потенциала // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 4(75). С. 124–138. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_124.
3. Белова И. В. Государственная поддержка развития садоводства и питомниководства в Российской Федерации // Садоводство и виноградарство. 2018. № 2. С. 13–20.
4. Влияние орошения на гранулометрию агропочв / Н. Ю. Боронина, П. А. Мягкий, В. Л. Татаринцев, Л. М. Татаринцев // Вестник АГАУ. 2018. № 8(166). С. 52–58.
5. Пат. 2787055 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> А 01 G 25/02, СПК<sup>22</sup> А 01 G 25/02. Способ капельного полива плодового сада и устройство для его реализации / Штанько А. С., Шкура В. Н.; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. № 2022108948; заявл. 05.04.22; опублик. 28.12.22, Бюл. № 1. 11 с.
6. Бабичев А. Н., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Особенности изменения мелиоративного состояния и почвенного плодородия при регулярном орошении и в постме-



лиоративный период земель юга России // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. 2023. Т. 13, № 2. С. 168–185. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1361> (дата обращения: 23.08.2023). DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-168-185.

7. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова, Г. И. Табала; под ред. В. Н. Щедрина. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. 137 с.

## References

1. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service], available: <https://rosstat.gov.ru/> [accessed 23.08.2023]. (In Russian).

2. Dubovitsky A.A., Klimentova E.A., Grigorieva L.V., 2022. *Analiz sovremennogo sostoyaniya otrasli sadovodstva v Rossii i perspektivy razvitiya na osnove realizatsii rynochnogo potentsiala* [Analysis of the current state of the horticulture industry in Russia and prospects for further development due to market potential implementation]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Voronezh State Agrarian University], vol. 15, no. 4(75), pp. 124-138, DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_124. (In Russian).

3. Belova I.V., 2018. *Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya sadovodstva i pitomnikovodstva v Rossiyskoy Federatsii* [State support for the development of horticulture and nursery management in the Russian Federation]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and Viticulture], no. 2, pp. 13-20. (In Russian).

4. Boronina N.Yu., Myagkiy P.A., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M., 2018. *Vliyanie orosheniya na granulometriyu agropochv* [The influence of irrigation on particle-size of agricultural soils]. *Vestnik AGAU* [Vestnik AGAU], no. 8(166), pp. 52-58. (In Russian).

5. Shtanko A.S., Shkura V.N., 2022. *Sposob kapel'nogo poliva plodovogo sada i ustroystvo dlya yego realizatsii* [A Method of Drip Irrigation of an Orchard and a Device for Its Implementation]. Patent RF, no. 2787055. (In Russian).

6. Babichev A.N., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., 2023. [Features of changes in the reclamation state and soil fertility by regular irrigation and in the post-reclamation period of lands in the southern Russian lands]. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, vol. 13, no. 2, pp. 168-185, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1361> [accessed 23.08.2023], DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-168-185. (In Russian).

7. Shchedrin V.N., Balakai G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Shalashova O.Yu., Tabala G.I., 2017. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel* [Guidance on the Control and Regulation of Soil Fertility of Irrigated Lands]. Novocherkassk, RosNIIPM, 137 p. (In Russian).

---

### *Информация об авторах*

**С. А. Селицкий** – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, [ssilja@yandex.ru](mailto:ssilja@yandex.ru), AuthorID: 432328, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>;

**А. С. Штанько** – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, [shtanko.77@mail.ru](mailto:shtanko.77@mail.ru), AuthorID: 619732, <https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>.

### *Information about the authors*

**S. A. Selitskiy** – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, [ssilja@yandex.ru](mailto:ssilja@yandex.ru), AuthorID: 432328, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>;

**A. S. Shtanko** – Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Scientific

Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Т. 91, № 3. С. 218–227.  
Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture. 2023. Vol. 91, no. 3. P. 218–227.

Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation,  
shtanko.77@mail.ru, AuthorID: 619732, <https://orcid.org/0000-0002-6699-5245>.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.*

*Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.  
All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 30.08.2023; одобрена после рецензирования 22.09.2023;  
принята к публикации 17.10.2023.  
The article was submitted 30.08.2023; approved after reviewing 22.09.2023; accepted for  
publication 17.10.2023.*