

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>
УДК 631.41/43:631.67:634.1.037

**Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов,
А.В. Лебедев, О.Е. Ефимов,
А.А. Прохоров**

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В., Ефимов О.Е., Прохоров А.А. Агрохимические и водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы при капельном орошении плодового питомника. *Овощи России*. 2021;(3):116-121.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>

Поступила в редакцию: 26.02.2021

Принята к печати: 28.04.2021

Опубликована: 25.06.2021

**Nikolai N. Dubenok,
Alexander V. Gemonov,
Alexander V. Lebedev,
Oleg E. Efimov,
Artem A. Prokhorov**

Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy
Timiryazevskaya st., 49, Moscow, 127550,
Russian Federation

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article.

For citations: Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Efimov O.E., Prokhorov A.A. Agrochemical and water-physical properties of sod-podzolic soil with drip irrigation of a fruit nursery. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):116-121. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-116-121>

Received: 26.02.2021

Accepted for publication: 28.04.2021

Accepted: 25.06.2021

Агрохимические и водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы при капельном орошении плодового питомника



Резюме

Актуальность. Применение орошения является одним из направлений интенсификации плодводства. Капельное орошение считается одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, дает возможность подавать поливную воду непосредственно к их корням и позволяет использовать средства автоматизации в процессе орошения. Результаты проводимых научных исследований показывают, что на орошаемых землях может наблюдаться изменение водно-физических и агрохимических свойств почв. Для Центрального района Нечерноземной зоны России исследования по изучению влияния капельного орошения на свойства почв являются фрагментарными.

Материалы и методы. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодводства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2018 году. Перед закладкой опыта были внесены органические удобрения в виде конского навоза с опилками в количестве 100 т/га. Влажность почвы контролировали с помощью тензиометров, градуированных на основании данных термостатно-весового метода. Поливные нормы назначали таким образом, чтобы увеличить влажность на 20% наименьшей влагоемкости. Выявление основных агрохимических и водно-физических свойств почвы на опытном участке производили по общепринятым методам и методикам.

Результаты. Полученные данные по характеристике водно-физических и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы позволяют обоснованно проектировать режим орошения, мелиоративные и агротехнические мероприятия. Результаты исследования показывают, что локальное орошение почв щадящими оросительными нормами с применением привело к определенным изменениям некоторых показателей почв. Однако полученные результаты исследования позволяют считать, что в количественном отношении эти изменения пока не являются значительными.

Ключевые слова: капельное орошение, дерново-подзолистая почва, агрохимические свойства, водно-физические свойства, плодовой питомник

Agrochemical and water-physical properties of sod-podzolic soil with drip irrigation of a fruit nursery

Abstract

Relevance. The use of irrigation is one of the directions of intensification of fruit growing. Drip irrigation is considered one of the promising methods of irrigation, which provides the creation of the most favorable conditions for the growth and development of plants, makes it possible to supply irrigation water directly to their roots and allows the use of automation tools in the irrigation process. The results of ongoing scientific research show that changes in the water-physical and agrochemical properties of soils can be observed on irrigated lands. For the Central Region of the Non-Chernozem Zone of Russia, studies on the influence of drip irrigation on soil properties are fragmentary.

Methods. Field studies were conducted on the territory of the educational experimental farm of the Michurinsky Garden fruit growing laboratory of the Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy. A two-factor experience in the study of different ranges of moisture for the formation of varietal plum seedlings grafted on plum tree stock was laid in the spring of 2018. Before setting up the experiment, organic fertilizers were introduced in the form of horse manure with sawdust in the amount of 100 t/ha. Soil moisture was controlled using tensiometers, calibrated based on the data of the thermostat-weight method. Irrigation rates were set in such a way as to increase the moisture content by 20% of the lowest moisture capacity. The identification of the main agrochemical and water-physical properties of the soil in the experimental plot was carried out according to generally accepted methods and techniques.

Results. The data obtained on the characteristics of the water-physical and agrochemical properties of sod-podzolic soil make it possible to reasonably design the irrigation regime, reclamation and agrotechnical measures. The results of the study show that the local irrigation of soils with sparing irrigation rates with the application has led to certain changes in some soil parameters. However, the obtained research results suggest that in quantitative terms, these changes are not yet significant.

Keywords: drip irrigation, humidification circuit, plum, seedlings, root system

Введение

Одним из направлений интенсификации плодородия является применение орошения. В условиях дефицита водных и энергетических ресурсов, ухудшения экологической обстановки требуется применение современных ресурсосберегающих экологически безопасных способов полива [1, 2]. Капельное орошение считается одним из перспективных способов полива, который обеспечивает создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений, дает возможность подавать поливную воду непосредственно к их корням и позволяет использовать средства автоматизации в процессе орошения. Повышение эффективности капельного орошения основано на получении максимума продукции при минимуме затрат поливной воды и труда [3, 4, 5, 6].

Результаты проводимых научных исследований показывают, что на орошаемых землях может наблюдаться изменение водно-физических и агрохимических свойств почв [7, 8, 9, 10, 11]. Негативные изменения, происходящие в почвах, находятся в зависимости от их исходного состояния, интенсивности подачи поливной воды, а также от ее химического состава и свойств, от разработанной системы удобрений. Для Центрального района Нечерноземной зоны России исследования по изучению влияния орошения на свойства почв являются фрагментарными, поэтому целью исследования являлось изучение агрохимических и водно-физических свойств дерново-подзолистой почвы в плодовом питомнике под воздействием капельного орошения.

Методика исследования

Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодород-

ства «Мичуринский сад» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2018 году. Перед закладкой опыта было произведено внесение органических удобрений в виде конского навоза с опилками в количестве 100 т/га.

Первый фактор (режим увлажнения почвы при капельном орошении) включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) 60-80% наименьшей влагоемкости (НВ); 2) 70-90% НВ; 3) 80-100% НВ; 4) контроль (без орошения). В качестве второго фактора выступали сорта сливы «Машенька» и «Утро». Величина орошаемого слоя почвы с каждым годом увеличивалась на 10 см. В первый год исследования (2018) поливную норму рассчитывали для слоя почвы 0-30 см, во второй год (2019) – для слоя почвы 0-40 см и для третьего года (2020) – для слоя 0-50 см. Влажность почвы контролировали с помощью тензиометров, градуированных на основании данных термостатно-весового метода.

Поливные нормы назначали таким образом, чтобы увеличивать влажность на 20% НВ. Данный диапазон был принят, исходя из предыдущих исследований, которые показали наличие непродуктивных потерь воды в результате инфильтрации по причине неоднородности гранулометрического состава почвы и присутствия в почве несвязанной воды, а также из-за образования под капельницами зон избыточного увлажнения (выше 100 % НВ), что негативно сказывается на корневой системе выращиваемых саженцев. Поэтому узкий диапазон позволяет не только оптимально расходовать воду, но и обеспечивает благоприятный водно-воздушный режим. Выявление основных агрохимических и водно-физических свойств почвы на опытном участке производили по общепринятым методам и методикам [12, 13, 14, 15].

Таблица 1. Сравнительная характеристика режимов орошения саженцев сливы
Table 1. Comparative characteristics of irrigation regimes for plum seedlings

Показатель	Вариант опыта									Существующие рекомендации (дождевание)
	60-80 % НВ			70-90 % НВ			80-100 % НВ			
	Год исследования									
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	
Оросительная норма, м ³ /га	705	593	460	893	816	697	952	960	903	1500-2100
Средняя поливная норма, м ³ /га	37,1	45,6	51,1	38,8	45,3	53,6	38,1	45,7	53,1	300-350
Число поливов	19	13	9	23	19	13	25	21	17	5-6
Межполивной период, дни	6	9	13	5	6	9	5	6	7	20-25

Таблица 2. Морфологическая характеристика почвы опытного участка (2018 год)
Table 2. Morphological characteristics of the soil of the experimental plot (2018)

Вид профиля	Горизонт	Мощность, см	Характеристика
	A _{пах}	$\frac{0-29}{29}$	Серый, среднесуглинистый, комковатый, рыхлый, включения корней травянистых растений, железа и марганца, четкий переход по цвету
	A _{2B}	$\frac{29-50}{21}$	Светло-коричневый, комковато-пылеватый, легкосуглинистый, плотный, включения железа (железистые пятна), языковидной формы, марганцевые включения, переход по цвету и плотности
	B	$\frac{50-83}{13}$	Окрашен неоднородно, от темно-палевого до охристого, структура комковатая, сизоватый оттенок по граням структурных отдельностей. Нижняя граница языковатая, переход постепенный
	BC	$\frac{83-122}{39}$	Цвет охристый, рыжевато-бурый, ореховато-призматический, опесчаненный средний суглинок, плотный, марганцевые включения, сизые глееватые затеки, переход постепенный
	C	122 и глубже	Рыжевато-бурый, бесструктурный, опесчаненный средний суглинок, плотный с включениями песчаных линз

Таблица 3. Морфологическая характеристика почвы опытного участка (2020 год)
Table 3. Morphological characteristics of the soil of the experimental plot (2020)

Вид профиля	Горизонт	Мощность, см	Характеристика
	A _{пах}	$\frac{0-30}{30}$	Окраска неоднородная от темно-серого до светло-коричневого цвета. Хорошо оструктурен. Структура комковатая, сложение – рыхлое. Включения в виде мелких корней растений и частично минерализованного органического вещества удобрений. Нижняя граница затечная. Переход постепенный
	A _{2B}	$\frac{30-46}{16}$	Неоднородная, преимущественно светло-коричневая. Сложение -рыхлое, неоднородное. В нижней части - железисто-марганцевые конкреции. По граням структурных отдельностей - железистые пятна, а также пленки органических соединений. Нижняя граница языковатая. Переход ясный.
	B	$\frac{46-85}{39}$	Оттенок неоднородный, в целом по горизонту от темно-палевого до охристого. Структура комковатая, характеризуется наличием сизой пленки по граням структурных отдельностей. Нижняя граница языковатая, переход постепенный
	BC	$\frac{85-127}{42}$	Цвет от темно-палевого до охристого. Сложение – плотное, неоднородное. Переход постепенный
	C	127 и глубже	Цвет охристый, неоднородный. Сложение плотное

Результаты и их обсуждение

Для поддержания предполивных порогов влажности почвы в соответствии со схемой опыта были разработаны режимы капельного орошения, в которых определены поливные и оросительные нормы, число поливов и продолжительность межполивного периода. Сравнительная характеристика разработанных режимов капельного орошения представлена в таблице 1.

В сравнении с существующими рекомендациями по орошению плодовых культур дождеванием применение технологии капельного орошения показывает значительную экономию поливной воды и обеспечивает равномерность ее поступления к выращиваемым растениям. При поливе плодовых питомников дождеванием растения испытывают двойной стресс от периодичности и цикличности увлажнения почвы. Растения находятся в стрессовых условиях в начале межполивного периода по причине избыточного увлажнения нормой 300-350 м³/га и из-за недостатка влаги в конце межполивного периода, так как он составляет 20-25 дней. Кроме того, рекомендуемый режим орошения предполагает проведение всего 5-6 поливов, что в особо засушливые годы не позволяет поддерживать влажность почвы в оптимальном для растений диапазоне и обеспечивать наибольшую продуктивность.

Для характеристики почвы экспериментального участка были заложены почвенные разрезы в начале 2018 (табл. 2) и конце 2020 годов (табл.3) с про-

ведением морфологического описания по генетическим горизонтам и отбором образцов с целью проведения в лабораторных условиях анализов для выявления агрохимических показателей.

Почвенный покров опытного участка представлен дерново-среднеподзолистой, среднесуглинистой, глубоко пахотной, глееватой, окультуренной почвой на моренном (легком песчаном) суглинке, который на глубине 140-160 см подстилается подморенными песками (табл. 2).

Стоит отметить ярко выраженную трансформацию почвенного профиля за отрезок времени 2018-2020 год. Миграция железо-гумусовых соединений, обусловленная наличием большого содержания органического вещества в горизонте Апах, водным режимом, а также общими водно-физическими свойствами данной почвы обусловила менее выраженные процессы текстурной дифференциации профиля по горизонтам, стала менее выраженной. Внесение органических удобрений в дозе 100 т на 1 га, способствовало тенденции ослабления интенсивности подзолистого процесса и инициировало процессы накопления железо гумусовых соединений в горизонтах А₂В, В и ВС, в особенности в нижней части, ряд морфологических признаков был видоизменен. В частности, это повлияло на общий вид почвенного профиля и косвенно на режимы почвенной системы.

Результаты определения агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы опытного участка представлены в таблице 4. Данные показывают,

Таблица 4. Агрохимические показатели почвы опытного участка
Table 4. Agrochemical parameters of the soil of the experimental plot

Генетический горизонт, мощность, см	Органическое вещество, %	рН _{KCl}	H _r	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{лг}
			мг-экв / 100 г почвы				по Кирсанову, мг/кг почвы		по Тюрину и Кононовой мг/кг почвы
2018 год									
А _{пах} (0-29)	2,84	5,7	1,8	13,3	15,2	87,83	261	169	82
А ₂ В (29-50)	0,59	5,2	3,3	4,9	8,0	59,75	131	111	45
В (50-83)	0,41	4,6	3,7	5,5	9,4	59,94	96	104	32
ВС (83-122)	0,11	3,9	5,2	7,3	12,5	58,91	79	43	20
С (122 и ниже)	0,03	4,0	5,6	6,6	12,3	55,08	63	31	14
2020 год									
А _{пах} (0-30)	4,2	5,3	2,1	15,4	17,5	88,0	285	384	114
А ₂ В (30-46)	0,73	4,8	2,8	7,1	9,9	71,7	182	193	72
В (46-85)	0,51	4,3	4,6	9,8	14,4	68,1	104	242	29
ВС (85-127)	0,14	4,1	5,3	7,2	12,5	57,6	59	96	18
С (127 и ниже)	0,04	3,9	5,6	6,8	12,4	54,8	56	41	12

что почва на опытном участке на момент закладки опыта в 2018 году является хорошо окультуренной, характеризуется мощным пахотным горизонтом (Апах), а содержание гумуса в среднем достигает 2,8%. Показатель емкости поглощения катионов в пахотном горизонте составляет 15,2 мг-экв/100 г почвы. В переходном горизонте (А2В) наблюдается его снижение до 8,0 мг-экв/100 г почвы, а в иллювиальном горизонте (В) он повышается до 9,4 мг-экв/100 г почвы. Своего максимального значения сумма обменных оснований достигает в пахотном горизонте (Апах), и оно составляет 13,3 мг-экв/100 г почвы.

В нижележащих горизонтах значения суммы обменных оснований значительно меньше. Так как на опытном участке производится регулярное внесение больших доз навоза и систематическое известкование, то почва в пахотном горизонте (Апах) характеризуется слабокислой реакцией (рНКСI = 5,7). При движении вниз по почвенному профилю кислотность повышается, и, например, в горизонте (ВС) рНКСI = 3,9. Данные о содержании в почве подвижного фосфора и обменного калия свидетельствуют, что она является хорошо ими обеспеченной. В пахотном горизонте почвы содержание легкогидролизуемого азота (Апах) составляет 83 мг/кг почвы. В нижележащих горизонтах происходит его резкое снижение.

Сопоставление данных 2018 года с результатами определения агрохимических показателей по завершению опыта в 2020 году показывает, что внесение перед закладкой опыта органических удобрений при-

вело к процессам накопления железо-гумусовых соединений в нижележащих почвенных горизонтах.

В качестве причины повышенного плодородия почв в Мичуринском саду лаборатории плодородия РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева можно назвать то, что с 1971 года на регулярной основе проводили ежегодное внесение в большом количестве органических удобрений, представленных полуперепревшим двухлетним компостом из конского навоза, опилок, древесной золы и нитроаммофоски.

Основой для планирования и расчетов оросительных мероприятий являются водно-физические свойства почвы. Для ирригационной характеристики орошаемого участка особую важность имеют следующие показатели: гранулометрический состав почвы, плотность почвы, плотность твердой фазы, водопроницаемость и наименьшая влагоемкость почвы (НВ), максимальная гигроскопичность (МГ) и влажность завядания растений (ВЗ). Основные характеристики водно-физических свойств почвы опытного участка приведены в таблице 5.

На момент закладки опыта самыми благоприятными условиями для роста и развития растений характеризуется пахотный горизонт (Апах). Для него выявлена наименьшая плотность (1,17 г/см³) и наибольшая общая пористость (52,91%). Наименьшая влагоемкость здесь составляет 31,7% от сухой массы почвы, максимальная гигроскопичность – 8,6% от сухой массы почвы и влажность завядания – 13,0% от сухой массы почвы. При движении вниз по генетическим горизонтам почвенного профиля происходит увеличение плот-

Таблица 5. Водно-физические показатели почвы опытного участка
Table 5. Water-physical parameters of the soil of the experimental plot

Почвенный горизонт, см	Плотность, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Общая пористость, %	НВ	МГ	ВЗ
				% от массы почвы		
2018 год						
Апах(0–29)	1,17	2,45	52,91	31,7	8,6	13,0
А2В(29–50)	1,30	2,63	45,04	26,3	3,6	5,7
В (50–63)	1,52	2,69	43,64	21,4	4,3	6,4
ВС (83–122)	1,55	2,69	42,18	19,9	4,2	6,3
С (122 и ниже)	1,60	2,71	40,74	18,4	3,7	5,5
2020 год						
Апах(0–30)	1,21	2,41	49,3	29,2	7,3	12,7
А2В (30–46)	1,34	2,58	46,4	26,9	4,2	8,6
В (46–85)	1,65	2,88	39,7	25,8	4,3	5,2
ВС (85–127)	1,74	2,85	38,5	24,4	3,7	4,6
С (127 и ниже)	1,92	3,05	33,8	18,7	3,4	4,4

ности сложения и плотности твердой фазы, которые достигают своих максимальных значений в горизонте С (плотность – 1,60 г/см³ и плотность твердой фазы – 2,71 г/см³). Наряду с этим происходит снижение общей пористости, а также уменьшение значений наименьшей влагоемкости, максимальной гигроскопичности и влажности завядания.

Заключение

Полученные данные по характеристике водно-физических и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы позволяют обоснованно проектировать режим орошения, мелиоративные и агротехнические мероприятия. Результаты исследования показывают, что локальное орошение почв шадящими оросительными нормами с применением привело к определенным изменениям некоторых показателей почв. Однако полученные результаты исследований позволяют считать, что в количественном отношении эти изменения пока не являются значительными.

Об авторах:

Николай Николаевич Дубенок – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>

Александр Владимирович Гемонов – старший преподаватель, agemonov@yandex.ru

Александр Вячеславович Лебедев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>

Олег Евгеньевич Ефимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, efimovoe@yandex.ru

Артем Анатольевич Прохоров – старший лаборант, artem.prokhorov.2016@inbox.ru

About the authors:

Nikolai N. Dubenok – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department, ndubenok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>

Alexander V. Gemonov – Senior Lecturer, agemonov@yandex.ru

Alexander V. Lebedev – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer, alebedev@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8939-942X>

Oleg E. Efimov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, efimovoe@yandex.ru

Artem A. Prokhorov – Senior Laboratory Assistant, artem.prokhorov.2016@inbox.ru

• Литература

1. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. За ред. С.А. Балюка, М.І. Ромашенка. К.: Аграрна наука, 2009. 624 с.
2. Сторчоус В.Н. Влияние орошения на изменение свойств почвы при выращивании многолетних культур в условиях Крыма. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И.Вернадского. География. Геология.* 2015;2(1(67)):42-51.
3. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Влияние капельного орошения на рост и развитие саженцев сливы в питомнике в условиях Центрального нечерноземья России. *Мелиорация и водное хозяйство.* 2020;(4):6-11.
4. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Общая пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы при выращивании саженцев сливы при капельном орошении. *Земледелие.* 2020;(7):3-6.
5. Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Лебедев А.В. Особенности формирования саженцев сливы, выращиваемых в плодовом питомнике при капельном орошении. *Российская сельскохозяйственная наука.* 2020;(4):42-45.
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство.* 2019;1(14):40-48.
7. Куликова Е.В. Влияние капельного орошения на водно-физические свойства почвы. В сборнике: Развитие аграрного сектора экономики в условиях глобализации. Материалы международной научно-практической конференции. Воронежский государственный аграрный университет; под общей редакцией В.И. Котарева, Н.И. Бухтоярова, А.В. Дедова. 2013. С.135-139.
8. Мусаходжаев Н.Т., Майбасова А.С. Изменение агрофизических свойств почв в условиях капельного орошения. *Почвоведение и агрохимия.* 2019;(3):23-30.
9. Попова В.П., Фоменко Т.Г. Изменение свойств почвы под плодовыми насаждениями в условиях капельного орошения. *Орошаемое земледелие.* 2017;(1):15-16.
10. Пугачев Г.Н., Кузин А.И. Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада. *Земледелие.* 2019;(6):5-8.
11. Шуравилин А.В., Вуколов Н.Г., Пивень Е.А. Свойства и плодородие почв при многолетнем орошении. *Плодородие.* 2008;1(40):19-21.
12. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению: Учеб. пособие для студентов вузов по агроном. спец. Под ред. Ганжары Н.Ф. М.: Агроконсалт, 2002. 279 с.
13. Кауречев И.С. Почвоведение. М.: Колос, 1975. 496 с.
14. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч.2. Водно-физические свойства и режимы почв. М.: «Высшая школа», 1970. 360 с.
15. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. М.: КолосС, 2006. 456 с.

• References

1. Science of the foundations of the burial ground and the rationalization of the cultivation of the agricultural lands of Ukraine. Ed. S.A. Balyuk, M.I. Romashchenka. K.: Agrama science, 2009. 624 p. (in Russian)
2. Storchous V.N. Influence of irrigation on the change in soil properties during the cultivation of perennial crops in the conditions of the Crimea. *Uchenye zapiski of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Geology.* 2015;2(1(67)):42-51. (in Russian)
3. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Influence of drip irrigation on the growth and development of plum seedlings in the nursery in the Central Non-Black Earth Region of Russia. *Melioration and Water Management.* 2020;(4):6-11. (in Russian)
4. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. General porosity and porosity of aeration of sod-podzolic soil when growing plum seedlings with drip irrigation. *Agriculture.* 2020;(7):3-6. (in Russian)
5. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V. Features of the formation of plum seedlings grown in a fruit nursery with drip irrigation. *Russian agricultural science.* 2020;(4):42-45. (in Russian)
6. Dubenok N.N., Gemonov A.V., Lebedev A.V., Glushenkova E.V. Formation of plum seedlings under drip irrigation in Central Non-Black Soil region of Russia. *Bulletin of the Peoples Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Livestock.* 2019;1(14):40-48.
7. Kulikova E.V. Influence of drip irrigation on the water-physical properties of the soil. In the collection: Development of the agricultural sector of the economy in the context of globalization. Materials of the international scientific and practical conference. Voronezh State Agrarian University; edited by V.I. Kotareva, N.I. Bukhtoyarova, A.V. Dedova. 2013. P.135-139. (in Russian)
8. Musakhodzhaev N.T., Maybasova A.S. Changes in the agrophysical properties of soils under conditions of drip irrigation. *Soil Science and Agrochemistry.* 2019;(3):23-30. (in Russian)
9. Popova V.P., Fomenko T.G. Changes in soil properties under fruit plantations under drip irrigation. *Irrigated agriculture.* 2017;(1):15-16. (in Russian)
10. Pugachev G.N., Kuzin A.I. Influence of drip irrigation on the change in the agrophysical and agrochemical properties of the soil of an intensive garden. *Agriculture.* 2019;(6):5-8. (in Russian)
11. Shuravilin A.V., Vukolov N.G., Piven E.A. Properties and fertility of soils under long-term irrigation. *Fertility.* 2008;1(40):19-21. (in Russian)
12. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. Practicum on soil science: Textbook. manual for university students on agron. specialist. Ed. Ganzhary N.F. Moscow: Agroconsult, 2002. 279 p. (in Russian)
13. Kaurechev I.S. Soil science. M.: Kolos, 1975. 496 p. (in Russian)
14. Kachinsky N.A. Soil physics. Part 2. Water-physical properties and soil regimes. M.: "High school", 1970. 360 p. (in Russian)
15. Mamontov V.G., Panov N.P., Kaurichev I.S., Ignatiev N.N. General soil science. M.: KolosS, 2006. 456 p. (in Russian)